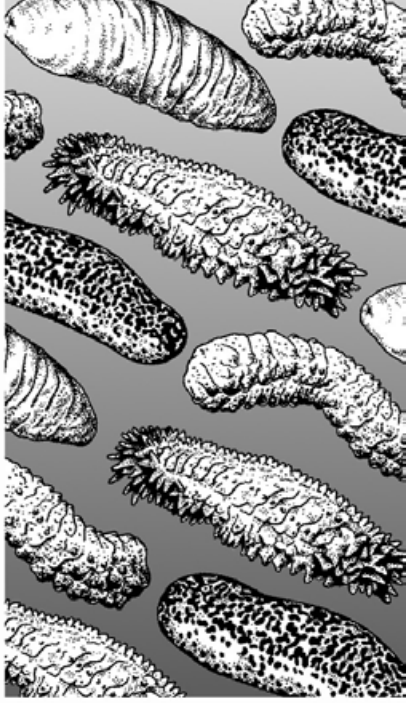

Secrétariat général
de la Communauté du Pacifique

ISSN 1025-742X

Numéro 34 – Août 2014

LA BÊCHE-DE-MER
bulletin d'information

Sommaire

L'évaluation des holothuries aspidochirotes pour la Liste rouge de l'UICN et ses implications
C. Conand et al. p. 3

L'état de la pêche d'holothuries dans le district de Batiki, Lomaiviti (Fidji)
W. Lalavanua, I. Tuinasavusavu et P. Seru p. 8

Pulau Misa : un village indonésien qui vit au rythme de la pêche d'holothuries
P.G. Navarro et al. p. 14

Évaluation de la diversité, de l'abondance et de la répartition des holothuries dans les lagons peu profonds de l'île Maurice
K. Lampe-Ramdoo, R. Moothien Pillay et C. Conand p. 17

Quelques données sur la diversité et la maturité sexuelle des holothuries des mangroves de Babatngon, Province de Leyte (Philippines)
M.M. Romero et J.B.P. Cabansag p. 25

Caractéristiques minérales et organiques des sédiments des enclos d'élevage d'*Holothuria scabra* (Holothuroidea, Echinodermata)
T. Plotieau et al. p. 29

Éditeur
Igor Eeckhaut
Biologie des organismes marins et biomimétisme
6, Av. Champ de Mars
Université de Mons
7000 Mons Belgique
Courriel : Igor.Eeckhaut@umons.ac.be

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

Imprimé avec le concours financier de l'Australie, la France et la Nouvelle-Zélande

Éditorial

Comme dans nos précédents numéros, nous vous livrons dans cette 34e édition de *La Bêche-de-mer* une foule d'informations sur la biologie, l'écologie et la biogestion des holothuries.

En ouverture du bulletin, Chantal Conand et ses coauteurs décrivent la démarche employée et les résultats obtenus lors de l'évaluation du risque d'extinction de diverses espèces d'holothuries réalisée en vue de leur inscription sur la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature. L'évaluation fait état de 16 espèces menacées sur un total de 377 espèces d'aspidochirotes connues.

Le deuxième article nous vient des Fidji, où Watisoni Lalavanua et ses collaborateurs ont entrepris, en octobre 2012, d'inventorier les peuplements d'holothuries dans le district de Batiki. Les résultats de l'inventaire indiquent que la ressource en holothuries est menacée par la surexploitation et doit faire l'objet de mesures concrètes de gestion.

Pablo Navarro et ses coauteurs nous proposent un bref tour d'horizon de la filière bêche-de-mer à Pulau Misa, petite île indonésienne de la mer de Florès où est pratiquée une pêche semi-traditionnelle du concombre de mer.

Katrin Lampe-Ramdoo et ses collègues présentent ensuite les résultats de l'évaluation de la diversité, de l'abondance et de la répartition des holothuries dans les lagons peu profonds de l'île Maurice. Les auteurs ont tiré de nombreux transects dans divers sites et recensé plus de 7 000 holothuries, dont les trois quarts revêtent un intérêt sur le plan commercial.

Maevel Romero et Jérôme Cabansag s'intéressent pour leur part à la diversité et à la maturation sexuelle des holothuries des mangroves de Babatngon, dans la province philippine de Leyte. Au cours de leurs travaux, ils ont identifié cinq espèces et procédé, pour certaines d'entre elles, à une caractérisation des gonades.

Du côté de Madagascar, Plotieau et ses coauteurs ont étudié les caractéristiques minérales et organiques du sédiment des enclos marins où est mise en élevage *Holothuria scabra*. Ils ont ainsi analysé le carbone organique total, l'abondance de cinq minéraux, ainsi que plusieurs paramètres organiques du sédiment prélevé dans quatre villages de l'île.

Dans leur étude des préférences alimentaires de quatre holothuries aspidochirotes (*Holothuria sanctori*, *H. forskali*, *H. poli* et *H. tubulosa*), Belbachir et ses collègues montrent que le degré de sélectivité varie selon l'espèce.

Mercedes González-Wangüemert et ses collaborateurs se sont penchés sur la fréquence d'association de *Carapus acus* avec six espèces d'holothuries de la mer Méditerranée et du nord-est de l'océan Atlantique. Leurs travaux nous apportent un nouvel éclairage sur les relations qu'entretiennent les aurins avec leurs holothuries hôtes.

Comportement alimentaire sélectif de certaines espèces d'holothuries aspidochirotes (Echinodermata : Holothuroidea) à Stidia, dans la région de Mostaganem (Algérie)
N. Belbachir, K. Mezali et D.L. Soualili p. 34

Parastichopus regalis, principal hôte de *Carapus acus* dans les eaux tempérées de la mer Méditerranée et du nord-est de l'océan Atlantique
M. González-Wangüemert et al. p. 38

Commerce de la bêche-de-mer : statistiques de Hong Kong pour 2012
C. Conand, S. Shea et A. To p. 43

Nouvelles formes de produit, de conditionnement et de commercialisation des holothuries tropicales et de leurs composés dérivés
S. Purcell et al. p. 47

Observations **p. 53**

Communications p. 55

Résumés et nouvelles publications p. 59

Chantal Conand et ses coauteurs exposent les statistiques sur les échanges de bêche-de-mer réalisés à Hong Kong en 2012, lesquelles révèlent que le Pérou, les Fidji, les États-Unis et le Yémen sont des poids lourds de la production de bêche-de-mer. Steve Purcell nous présente également une « nouvelle » gamme de produits pouvant être confectionnés à partir d'holothuries tropicales et vendus en divers endroits de la planète.

À la fin de ce numéro, vous trouverez une liste d'exposés sur les holothuries présentés à l'Association des sciences de la mer de l'océan Indien occidental (WIOMSA), ainsi qu'un guide des nouveaux ouvrages parus et un calendrier sommaire des prochaines conférences sur les holothuries. Ajith Kumara nous informe de la tenue récente d'un atelier de formation sur la reproduction artificielle et l'élevage larvaire d'*Holothuria scabra* au Sri Lanka, Jean Ruffez fait état des accidents mortels que l'on continue de recenser parmi les pêcheurs d'holothuries opérant en scaphandre autonome, Alexandre Ziegler retrace l'historique du bulletin *La Bêche-de-mer*, et divers auteurs décrivent leurs observations de juvéniles et d'épisodes de reproduction naturelle.

Igor Eeckhaut

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

SIRMIP

Système dinformation sur les ressources marines des îles du Pacifique

L'évaluation des holothuries aspidochirotes pour la Liste rouge de l'UICN et ses implications

Chantal Conand[1,], Beth Polidoro[2], Annie Mercier[3], Ruth Gamboa[4], Jean-François Hamel[5] et Steve Purcell[6]*

Résumé

Le présent article présente les résultats de l'évaluation des holothuries aspidochirotes en vue d'une inscription sur la Liste rouge des espèces menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), tels que publiés en juin 2013 par cet organisme. Sur les 377 espèces évaluées, 16 ont été classées dans la catégorie des espèces menacées d'extinction (7 « en danger » et 9 « vulnérables ») selon la méthodologie standard appliquée par l'UICN. Nous proposons également une synthèse des conclusions d'un article publié récemment au sujet des facteurs qui influent sur le risque d'extinction de cet ordre d'holothuries. La classification établie par l'UICN envoie un message alarmant aux gestionnaires de ressources pour la conservation des espèces menacées. La Liste rouge de l'UICN peut aussi aider à orienter les prochaines évaluations qui seront réalisées au regard de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) en vue de l'inscription éventuelle de certaines espèces à l'annexe II ou III afin d'en réglementer le commerce. Nous abordons enfin une partie des questions que soulève l'inscription à la CITES pour les Philippines, « point chaud » de la conservation, et recommandons la réévaluation des holothuries à des fins d'inscription aux annexes II et III de ce texte.

Introduction

Les holothuries ont longtemps été considérées comme une ressource secondaire. Ce n'est que récemment qu'on a pris conscience de l'importance de ces invertébrés marins en termes de commerce mondial, de moyens de subsistance et d'écosystèmes marins. De fait, elles ont suscité un intérêt croissant dans le monde, à des fins de connaissances scientifiques, d'exploitation durable et de conservation (Lovatelli et al. 2004 ; Bruckner 2006 ; Toral-Granda et al. 2008 ; Purcell et al. 2013).

À la différence de la CITES, la Liste rouge de l'UICN n'est pas un accord politique multilatéral et n'impose aux États aucune restriction commerciale ni mesure de conservation. Cependant, la démarche scientifique sur laquelle reposent les évaluations systématiques et normalisées du risque d'extinction des espèces pour la Liste rouge de l'UICN est souvent utilisée par la suite comme source d'information pour la planification de la conservation au sein des pays, et peut orienter le processus d'inscription d'espèces à la CITES. Les catégories et critères de la Liste rouge de l'UICN constituent le système le plus communément admis pour classer les espèces qui risquent de s'éteindre. Le présent article présente les différentes catégories de la Liste rouge de l'UICN et le processus d'évaluation des espèces. Il répertorie également les espèces désormais considérées comme menacées et expose les implications de cet outil de conservation.

Un atelier sur les holothuries aspidochirotes (Echinodermata : Holothuroidea) pour la Liste rouge de l'UICN a été tenu à Carthagène des Indes, en Colombie, du 17 au 21 mai 2010 (voir Polidoro et al. 2011 pour plus d'informations). Cet atelier a réuni des scientifiques régionaux et internationaux chargés d'évaluer, pour la première fois, le statut de conservation et la probabilité d'extinction de toutes les espèces aspidochirotes en appliquant la méthode d'évaluation fondée sur les catégories et critères de la Liste rouge de l'UICN (UICN 2001, 2013).

Méthodologie de la Liste rouge de l'UICN

Les critères de la Liste rouge de l'UICN sont des outils quantitatifs normalisés servant à déterminer la probabilité d'extinction de chaque espèce, exprimée sous la forme d'une catégorie de la Liste rouge. La méthodologie de la Liste rouge de l'UICN est l'approche faisant autorité pour déterminer l'impact des menaces pesant sur les populations d'une espèce et leur statut de conservation. Le processus d'évaluation de la Liste rouge de l'UICN s'emploie à fournir des informations actualisées, examinées par les

[1] Laboratoire Ecomar, Université de La Réunion et Muséum national d'histoire naturelle, Paris, France
[2] Unité Biodiversité marine de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), Old Dominion University, Norfolk VA, 23529-0266, États-Unis
[3] Département des sciences océaniques, Memorial University, St. John's NL, A1C 5S7, Canada
[4] College of Science and Mathematics, University of the Philippines Mindanao, Mintal, Davao City 8022, Philippines
[5] Société d'exploration et de valorisation de l'environnement (SEVE), Portugal Cove-St. Philips NL, A1M 2B7, Canada
[6] National Marine Science Centre, Southern Cross University, Coffs Harbour NSW 2450, Australie
* Auteur à contacter : conand@univ-reunion.fr

pairs, pour chaque espèce. C'est la raison pour laquelle les évaluations de la Liste rouge de l'UICN reposent sur une large collaboration avec des experts scientifiques du monde entier pour garantir un inventaire exhaustif des taxons. Elles se déroulent en plusieurs étapes, dont la collecte massive de données spécifiques, l'examen et la mise à jour de ces informations (un atelier *ad hoc* ou plus), leur évaluation et validation par des spécialistes extérieurs à l'organisme, et plusieurs vérifications de cohérence en interne avant la publication de la liste actualisée (www.iucnredlist.org).

La Liste rouge de l'UICN comporte huit catégories : Éteint (EX), Éteint à l'état sauvage (EW), En danger critique d'extinction (CR), En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacé (NT), Préoccupation mineure (LC) et Données insuffisantes (DD).

Pour être inscrite dans l'une des catégories de menace (CR, EN ou VU), une espèce doit atteindre le seuil correspondant à la catégorie concernée au regard de l'un des cinq critères (A à E). Ces critères sont les suivants :

Critère A — réduction de la taille de la population (supérieure ou égale à 30 % pour la catégorie VU, 50 % pour la catégorie EN et 80 % pour la catégorie CR) depuis plus de 10 ans ou trois générations.

Critère B — répartition géographique réduite (zone d'occurrence inférieure à 20 000 km^2 ou zone d'occupation inférieure à 2 000 km^2 pour atteindre le seuil le plus bas correspondant à la catégorie VU) associée à un déclin continu et à une fragmentation de la population.

Critère C — taille réduite de la population, estimée à moins de 10 000 individus matures et affichant un déclin continu.

Critère D — espèce comptant moins de 1 000 individus matures ou dont la zone d'occupation est inférieure à 20 km^2 ou qui est présente dans moins de cinq localités selon la définition d'une menace.

Critère E — espèce sur laquelle on dispose de suffisamment de données pour modéliser correctement dans le temps le déclin de la population.

La catégorie NT est attribuée aux espèces en passe d'atteindre les seuils ou de remplir les conditions requises associés à l'un des critères se rapportant à une catégorie de menace. La catégorie LC est elle attribuée aux espèces qui n'atteignent pas ces seuils et ne remplissent pas ces conditions, et qui ne sont pas près de le faire. Une espèce est classée dans la catégorie DD si les données disponibles (sur le déclin de la population ou sa répartition géographique, par exemple) ne permettent pas de procéder à une évaluation fondée sur les critères de la Liste rouge. Il peut s'agir d'espèces pour lesquelles des incertitudes taxonomiques subsistent, ou dont on ne connaît que quelques individus ou le type, comme c'était le cas pour la plupart des aspidochirotes de cette catégorie. Dans certains cas, des espèces relativement bien connues peuvent être inscrites dans cette catégorie quand des menaces substantielles sont identifiées sans pouvoir être quantifiées précisément (UICN 2013).

La plupart des espèces menacées de surexploitation commerciale appartiennent à l'ordre des aspidochirotes. Les évaluations de la Liste rouge de l'UICN pour les 377 espèces connues de cet ordre ont été réalisées à partir de données rassemblées sur la taxonomie de chaque espèce, leurs aires de répartition, leurs tendances démographiques, leurs exigences écologiques, leurs cycles de vie, les menaces qui pèsent ou ont pesé sur elles, et les mesures de conservation prises. La liste exhaustive définitive des holothuries aspidochirotes a été essentiellement établie à partir des espèces validées dans le Registre mondial des espèces marines (www.marinespecies.org) en décembre 2012, puis affinée par des taxonomistes (Yves Samyn, comm. pers. 2012 ; Francisco Solis-Marin, comm. pers. 2012). Certaines espèces, dont une partie sont exploitées commercialement dans plusieurs pays (Purcell et al. 2012), ne figurent pas dans l'évaluation, car elles n'avaient pas encore fait l'objet d'une description taxonomique et n'étaient désignées que par leur nom usuel (ex. *Holothuria* sp., type « pentard »). Notons également que d'autres holothuries de grande valeur marchande (par exemple celles de la famille Cucumariidae, ordre des dendrochirotes) ont été exclues de cette évaluation reposant sur des critères taxonomiques. La plupart des espèces aspidochirotes atteignant le seuil fixé pour une catégorie de menace ont été évaluées en fonction du critère A (Purcell et al. 2014). Les cartes de répartition géographique et les analyses associées (écorégion, profondeur) ont été réalisées à l'aide d'ArcGIS (v. 10.0), comme cela est expliqué dans Purcell et al. 2014.

Résultats de l'évaluation de la Liste rouge

La Liste rouge de l'UICN pour les holothuries aspidochirotes a été publiée en juin 2013. Pour accéder à la liste complète des espèces, à un compte rendu individuel de l'évaluation de chacune d'entre elles, ainsi qu'aux données complémentaires et références utilisées, il suffit de saisir « aspidochirotida » dans le champ de recherche du site suivant : http://www.iucnredlist.org/search.

La recherche peut être affinée par évaluation (Assessment) en sélectionnant les catégories Vulnérable et En danger. Il est possible d'accéder à l'ensemble des informations issues de l'évaluation en cliquant sur un nom d'espèce, et d'afficher une carte numérique de la répartition de chaque espèce en cliquant sur l'icône en forme de carte. Enfin, la liste complète des 377 espèces évaluées et d'autres informations y afférentes sont disponibles dans les ressources complémentaires en ligne de Purcell et al. 2014.

Sept espèces ont été classées dans la catégorie « En danger » (confrontées à un risque très élevé d'extinction), et neuf dans la catégorie « Vulnérable » (confrontées à un risque élevé d'extinction).

Discussion

Un article publié récemment, "The cost of being valuable: Predictors of extinction risk in marine invertebrates exploited as luxury seafood" (Purcell et al. 2014), s'est appuyé sur les résultats de l'évaluation de la Liste rouge associés à d'autres données pour analyser plusieurs facteurs

Tableau 1. Espèces classées dans les catégories « En danger » (confrontées à un risque très élevé d'extinction) et « Vulnérable » (confrontées à un risque élevé d'extinction).

	Nom scientifique	Nom usuel	Statut UICN	Tendance démographique
En danger, ou confrontée à un risque très élevé d'extinction				
1	*Apostichopus japonicus*	Holothurie japonaise à piquants	En danger A2bd v. 3.1	Déclin
2	*Holothuria lessoni*	Holothurie de sable versicolore	En danger A2bd v. 3.1	Déclin
3	*Holothuria nobilis*	Holothurie noire à mamelles [océan Indien]	En danger A2bd v. 3.1	Déclin
4	*Holothuria scabra*	Holothurie de sable	En danger A2bd v. 3.1	Déclin
5	*Holothuria whitmaei*	Holothurie noire à mamelles [Pacifique, Asie du Sud-Est]	En danger A2bd v. 3.1	Déclin
6	*Isostichopus fuscus*	Holothurie brune	En danger A2bd v. 3.1	Déclin
7	*Thelenota ananas*	Holothurie ananas	En danger A2bd v. 3.1	Déclin
Vulnérable, ou confrontée à un risque élevé d'extinction				
1	*Actinopyga echinites*	Holothurie brune de profondeur	Vulnérable A2bd v. 3.1	Déclin
2	*Actinopyga mauritiana*	Holothurie des brisants	Vulnérable A2bd v. 3.1	Déclin
3	*Actinopyga miliaris*	Holothurie noire	Vulnérable A2bd v. 3.1	Déclin
4	*Apostichopus parvimensis*	Holothurie dragon	Vulnérable A2bd v. 3.1	Stable
5	*Bohadschia maculisparsa*		Vulnérable D2 v. 3.1	Inconnu
6	*Holothuria arenacava*		Vulnérable D2 v. 3.1	Inconnu
7	*Holothuria fuscogilva*	Holothurie blanche à mamelles	Vulnérable A2bd v. 3.1	Déclin
8	*Holothuria platei*		Vulnérable D2 v. 3.1	Inconnu
9	*Stichopus herrmanni*	Holothurie curry	Vulnérable A2bd v. 3.1	Déclin

susceptibles d'expliquer pourquoi certaines espèces sont actuellement menacées. D'après cette analyse, le principal critère aggravant le risque d'extinction est la haute valeur commerciale d'une espèce. En d'autres termes, les espèces très prisées risquent davantage de s'éteindre. Parmi les autres grands facteurs aggravants mentionnés, on citera une zone d'occurrence peu profonde, une vaste répartition géographique, une forte population humaine et des économies pauvres dans les zones d'occupation de l'espèce. Cet article est accompagné de vastes ressources électroniques complémentaires, telles que la liste des 377 espèces examinées et des données détaillées sur les facteurs utilisés dans les analyses.

De fait, il apparaît urgent de prendre des mesures rigoureuses pour réglementer l'exploitation des espèces lucratives, en particulier celles qui évoluent dans les eaux peu profondes. Comme les interdictions frappant des espèces données n'empêchent pas l'épuisement en chaîne d'autres espèces de moindre valeur, il pourrait être opportun de dresser une liste des espèces autorisées, excluant celles menacées et celles jouant un rôle important dans l'écosystème, et de limiter la capacité et l'effort de pêche (saisons de pêche de courte durée, par exemple). Ces mesures seront difficiles à appliquer, car les pays en développement, où les revenus moyens par tête sont faibles, doivent gérer de nombreuses espèces menacées (les menaces d'appauvrissement de la biodiversité sont plus graves là où les moyens pour les gérer sont insuffisants). Un appui à l'échelon international (inscriptions à la CITES, par exemple) se révélerait utile, mais impliquera de plus amples recherches et un renforcement des capacités dans les « points chauds de la conservation », y compris dans les pays de l'océan Indien occidental et du Triangle de corail, qui se caractérisent à la fois par une forte densité de population, des communautés côtières pauvres et un nombre élevé d'espèces d'holothuries menacées (Purcell et al. 2014).

Point chaud de la conservation, les Philippines illustrent une partie des difficultés que pose la mise en œuvre d'accords commerciaux tels que la CITES. On y dénombre 11 des 16 espèces aspidochirotes menacées. Toutes sont prélevées et vendues par des artisans pêcheurs, dans des zones de pêche non réglementées, à accès libre. Avant d'inscrire ces 11 espèces à l'annexe II ou III de la CITES, il faudrait tenir compte des répercussions de cette initiative sur l'activité des pêcheurs. Celle-ci se heurtera probablement à la résistance des intermédiaires et négociants. Le bureau des pêches du ministère de l'Agriculture cherche actuellement à imposer des tailles minimales autorisées pour la bêche-de-mer séchée. En outre, les Philippines ont investi dans le développement des technologies d'élevage des holothuries de sable (*Holothuria scabra*) (Gamboa et al. 2012) avant leur transfert en milieu naturel à des fins de pacage marin. Des mesures de rétablissement des stocks sont également à l'étude (Juinio-Menez et al. 2013). Ces initiatives d'amélioration de la gestion et de reconstitution des stocks peuvent contribuer à la conservation et s'avérer préférables à l'application de restrictions du com-

merce international. Toutefois, en l'absence de mesures strictes de coercition et d'autres mesures réglementaires, on peut s'interroger sur l'efficacité des limites de taille et du réensemencement lorsqu'il s'agit de protéger les espèces contre l'extirpation (disparition à l'échelon local) (Purcell et al. 2013).

Même si l'élevage en captivité de certaines espèces menacées est une réussite, l'aquaculture ne les protège pas nécessairement de l'extinction en milieu naturel, à moins que des mesures de rétablissement concrètes ne soient mises en œuvre. Citons, à titre d'exemple, la production aquacole et le pacage marin d'*Apostichopus japonicus* en Chine qui n'ont, semble-t-il, pas entraîné de rétablissement des populations sauvages (Purcell et al. 2014). L'évaluation de la Liste rouge de l'UICN réalisée récemment pourrait être bénéfique aux programmes de réensemencement destinés à reconstituer des stocks sauvages épuisés, car il s'agit aujourd'hui d'un problème de conservation mondial pour nombre des espèces menacées. Certains pays pourraient mettre en place un système de permis réglementant la collecte de géniteurs d'espèces menacées dans le cadre de programmes aquacoles, et rendre obligatoire une certification garantissant que les exportations sont issues de stocks d'élevage.

Au vu de la répartition géographique des espèces d'intérêt commercial, des consultations et/ou accords régionaux sont maintenant nécessaires. Ces résultats doivent être pris en considération dans les réglementations régissant le commerce international. Les espèces considérées comme « en danger » devraient probablement être inscrites à l'annexe II de la CITES, et celles « vulnérables » au moins à l'annexe III de ce texte. Dans le passé, l'inscription d'espèces d'holothuries à la CITES a été bloquée par l'absence d'outils d'information permettant d'identifier correctement les espèces commercialisées, ainsi que par des incertitudes d'ordre taxonomique et biologique. Ces problèmes ont en grande partie été résolus ces dernières années. Une seule espèce est actuellement répertoriée dans l'annexe III de la CITES. Il est donc à espérer que les scientifiques se verront offrir la possibilité de collaborer dans le cadre d'un nouveau processus d'inscription à la CITES pour préserver les populations et espèces menacées.

En conclusion, la classification d'holothuries sur la Liste rouge encourage la conservation de la biodiversité et la gestion des ressources. Ces dernières décennies, les populations d'holothuries ont été soumises à une pression de pêche particulièrement forte un peu partout dans le monde (Toral-Granda et al. 2008 ; Purcell et al. 2013), au point que les espèces et les moyens de subsistance des communautés côtières sont aujourd'hui en danger. La préservation de ces espèces comme des moyens de subsistance de ces communautés côtières dépendra au final des mesures réglementaires concertées prises à l'échelon local par les gestionnaires de ressources ainsi que de l'appui prodigué par la communauté internationale.

Bibliographie

Bruckner A.W. 2006. Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae. NOAA Technical Memorandum. 244 p.

Gamboa R.U., Aurelio R.M., Ganad D.A., Concepcion L.B. and Abreo N.A.S. 2012. Small-scale hatcheries and simple technologies for sandfish (*Holothuria scabra*) production. p. 63–74. In: Hair C.A., Pickering T.D. and Mills D.J. (eds). Proceedings of the International Symposium on Asia-Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture. Noumea, New Caledonia, 15–17 February 2011. ACIAR Proceedings no. 136. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2001. IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1 2nd edition. Gland, Switzerland and Cambridge, IUCN; iv + 32 p.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2013. Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf Accessed March 4, 2013.

Juinio-Meñez M.A., Evangelio J.C., Olavides R.D., Paña M.R.D., de Peralta G.M., Edullantes C.M.A., Rodriguez B.D.R. and Casilagan I.L.N. 2013. Population dynamics of cultured *Holothuria scabra* in a sea ranch: Implications for stock restoration. Reviews in Fisheries Science 21(3–4):424–432.

Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper no. 463. 425 p.

Polidoro B., Tognelli M., Harwell H., Elfes C., Cepeda A., González-Maya J.F., Zárrate-Charry D.A., Alvarado J.J., Benavides M., Conand C., Ortiz E.P., Gamboa R., Hamel J.-F., Mercier A., Purcell S. et Toral-Granda V. 2011. Atelier sur la Liste rouge de l'UICN pour les holothuries. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 31:64.

Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 150 p.

Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Toral-Granda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries 14:34–59.

Purcell S.W., Polidoro B.A., Hamel J.-F., Gamboa R. and Mercier A. 2014. The cost of being valuable: Predictors of extinction risk in marine invertebrates exploited as luxury seafood. Proceedings of the Royal Society B – Biological Sciences. DOI: 10.1098/rspb.2013.3296.

Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. 2008. Sea cucumbers: A global review on fishery and trade. FAO Fisheries Technical Paper no. 516. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 319 p.

L'état de la pêche d'holothuries dans le district de Batiki, Lomaiviti (Fidji)

Watisoni Lalavanua[1,], Ilisoni Tuinasavusavu[1] et Peni Seru[1]*

Résumé

Le présent article vise à évaluer l'état des stocks d'holothuries dans les environs du district de Batiki, à l'est des Fidji, afin de fournir aux communautés des informations à cet égard et de leur indiquer s'il est nécessaire ou non d'imposer un moratoire sur la pêche d'holothuries. Au total, 99 spécimens de 12 espèces ont été étudiés dans le cadre de cette évaluation. Les résultats de l'étude montrent que la pêche d'holothuries dans le district de Batiki est sous pression ou menacée de surexploitation, et requiert une gestion efficace.

Introduction

Dans de nombreux États et Territoires insulaires océaniens, les communautés côtières tirent des revenus significatifs de la pêche d'holothuries et de leur transformation en un produit commercialisable appelé bêche-de-mer. Les Fidji sont le troisième producteur de bêche-de-mer en Océanie, bien que la valeur économique réelle de la pêche d'holothuries dans la région (évaluée actuellement à environ 45 millions de dollars des États-Unis) soit probablement sous-estimée, faute d'informations.

Dans le Pacifique, l'industrie de l'holothurie est une filière ancienne qui a remplacé le commerce du bois de santal au début du 20e siècle pour devenir ensuite le principal produit d'exportation des Fidji (FTIB 2009). Il s'agit également de la pêcherie côtière la plus lucrative, juste après par les pêcheries thonières hauturières. Le nombre d'espèces d'holothuries diminue de l'ouest à l'est du Pacifique, s'inscrivant ainsi dans la tendance globale que suit la biodiversité dans cette région. La plupart des États et Territoires insulaires océaniens situés sur le littoral sont tributaires de cette pêcherie, en ce qu'elle constitue l'une de leurs principales sources de revenus (Ram et al. 2010). Malheureusement, les stocks d'holothuries ont été surpêchés dans de nombreux pays en raison d'un marché toujours plus demandeur, de l'absence de contrôle de l'exploitation, de mesures de gestion inadaptées et/ou de réglementations non appliquées.

D'après Conand (1989), parmi les 1 400 espèces d'holothuries répertoriées dans le monde, 24 à 35 espèces sont exploitées à des fins commerciales, dont 28 aux Fidji. L'industrie fidjienne de la bêche-de-mer a subi certains changements profonds depuis 1813. Alors qu'elle n'était initialement qu'une petite industrie produisant de 20 à 30 tonnes de produit séché par an, cette filière a vu sa production annuelle s'accroître de manière exceptionnelle en 1984 pour atteindre une production totale d'environ 665 tonnes en 1988. Cependant, cette augmentation de la production s'est accompagnée d'un effondrement de la valeur du produit fini. Ainsi, Preston (1993) indique que 33 tonnes d'holothuries séchées représentaient en 1983 une valeur marchande de 394 800 dollars fidjiens (soit 11 963 dollars fidjiens par tonne), alors que les 665 tonnes produites en 1988 se sont écoulées à 1 850 800 dollars fidjiens (soit 2 783 dollars fidjiens par tonne) (Preston 1990).

Les holothuries sont généralement ramassées à la main lors de plongées libres ou prélevées à marée basse sur le récif. L'utilisation d'un appareil respiratoire sous-marin (scaphandre autonome ou narguilé par exemple) a considérablement facilité la collecte des holothuries se trouvant dans les eaux plus profondes. D'une part, ce type d'équipement accroît significativement le risque de surpêche localisée et d'autre part, il expose les pêcheurs à un risque élevé d'accidents de décompression, pouvant parfois entraîner la mort. Selon Ward (1972), les populations d'holothuries sont en déclin depuis 1834 sur les récifs situés à l'ouest, au centre et au nord de Vanua Levu, ainsi qu'au sud-est de Viti Levu.

Les mesures de gestion ont, elles aussi, considérablement évolué au cours des trois dernières décennies. En 1984, le gouvernement fidjien a entériné la recommandation visant à ce que le service des pêches réglemente la pêche d'holothuries. Peu après, une directive sur l'exploitation de la bêche-de-mer a limité les activités de pêche et de transformation des holothuries aux seuls ressortissants fidjiens et interdit l'utilisation d'un scaphandre autonome pour la collecte des holothuries. Cependant, aucune limite de taille n'a été imposée puisque les prix varient en fonction de la taille et que les individus de petite taille étaient rarement pêchés ou observés (Lewis 1985).

D'après Adams (1993), étant donné que l'interdiction du scaphandre autonome imposée dans la directive n'empêchait pas l'utilisation du narguilé, l'exploitation des holothuries a connu une nouvelle explosion en 1991. En 1988, la directive a été révisée par le gouvernement, qui souhaitait légiférer pour éviter l'exportation de spécimens d'une

[1] Partners in Community Development Fiji
* Auteur à contacter : wlalavanua@pcdf.org.fj

longueur inférieure à 7,6 cm, sous quelque forme que ce soit, et interdire l'exportation de toutes les holothuries de sable (*Holothuria scabra*), sauf autorisation du ministre de l'Agriculture, des Forêts et de la Pêche. L'exportation des holothuries de sable a été interdite, car cette espèce faisait partie de l'alimentation traditionnelle (Adams 1993). Aux Fidji, l'holothurie de sable et, dans une moindre mesure, l'holothurie léopard (*Bohadschia vitiensis*) et l'holothurie de sable à taches (*B. similis*), sont les principales espèces consommées en grandes quantités par les Fidjiens et peuvent constituer d'importantes sources alimentaires d'urgence en période difficile (Adams 1992). L'holothurie de sable est soit consommée fraîche, après avoir été marinée dans le jus de citron et le sel, soit cuite dans le lait de coco.

En mai 2012, l'ONG Partners in Community Development Fiji (PCDF) a demandé officiellement au Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS) de l'aider à renforcer ses capacités en vue d'évaluer les ressources côtières d'invertébrés et d'élaborer des mesures de gestion des holothuries au niveau national, assorties de la mise en place d'une structure de gouvernance adaptée, de manière à assurer une gestion efficace de cette pêcherie. Suite aux actions menées par la CPS en faveur du renforcement des capacités de PCDF et du service fidjien des pêches dans les districts de Kubulau et Bua (août/septembre 2012) dans la province de Bua, PCDF a évalué les ressources d'holothuries dans le district de Batiki en appliquant les méthodes recommandées par la CPS. Le présent rapport s'appuie sur l'étude menée dans le district de Batiki en octobre 2012. L'équipe de PCDF a évalué l'état des stocks d'holothuries aux environs de Batiki en collaboration avec les communautés du district de Batiki, afin de fournir des informations à cet égard aux communautés et de leur indiquer s'il est nécessaire ou non d'imposer un moratoire sur la pêche d'holothuries.

Batiki — Informations générales

L'île de Batiki est un district de l'archipel de Lomaiviti (est des Fidji), ainsi qu'une unité administrative de la province de Lomaiviti. Batiki s'étend sur une superficie totale de 12 km^2 et se compose de quatre villages : Mua (résidence principale des « Toranibau »), Yavu, Manuku et Naigani. Les villageois tirent l'essentiel de leurs revenus du pandanus (*voivoi*), du copra, de la pêche et du petit élevage. L'île compte une école primaire qui accueille environ 50 élèves et 4 enseignants, ainsi qu'un dispensaire dirigé par une infirmière diplômée. Pour quitter l'île, on emprunte généralement un bateau en fibre de verre ou un navire de fret franchisé.

Batiki abrite un vaste lagon intérieur d'eau saumâtre entouré de vasières. Elle est entourée par une large barrière de corail, avec une passe à Nakasava au nord. Une petite partie du littoral est couverte de mangroves, principalement dans la baie de Wainiketei. La pêcherie d'holothuries de l'île occupe essentiellement les jeunes hommes. La plupart d'entre eux transportent les holothuries jusqu'à Suva chaque semaine.

Matériel et méthodes

La diversité et l'abondance des espèces d'invertébrés dans le district de Batiki, parmi lesquelles les holothuries, ont été déterminées par une évaluation à grande échelle (méthode du plongeur tracté) et par une évaluation à petite échelle des environnements peu profonds (transects tirés dans le benthos récifal ou RBt). L'équipe chargée de l'évaluation des holothuries a effectué des plongées à Batiki pendant environ deux semaines afin de récolter des données détaillées sur la distribution et la densité des holothuries. L'étude avait également pour but de déterminer l'efficacité de l'aire marine protégée (AMP) du village. Au total, 2,04 ha ont été étudiés dans l'AMP et 3,12 ha sur des sites non protégés, hors AMP (tableau 1). Étant donné que la superficie totale étudiée était plus élevée sur les sites hors AMP, le nombre de stations employant la méthode du plongeur tracté y était également plus élevé sur les sites hors AMP (n = 8) que sur les sites AMP (n = 5). Cependant, le même nombre de stations (n = 10) a été retenu pour l'évaluation à petite échelle (RBt) des sites AMP et hors AMP.

Les évaluations menées à l'aide de la méthode du plongeur tracté avaient pour but d'étudier les grands invertébrés sédentaires et les habitats. Un observateur s'est placé sur une planche tractée par un bateau à une vitesse inférieure à 2,5 km h^{-1}. Des stations ont été positionnées le long des récifs frangeants intérieurs dans les récifs lagonaires et dans les zones d'arrière-récif. Les évaluations ont été menées à des profondeurs allant de 1 mètre à moins de 10 mètres, généralement entre 1,5 et 6 mètres, couvrant ainsi les coraux et les substrats sableux, ainsi que les abords des récifs. D'une longueur de 300 mètres sur une largeur de 2 mètres, chaque transect a été tiré autour des récifs et des habitats intéressants sur les récifs lagonaires.

Tableau 1. Superficie totale étudiée au sein de l'aire marine protégée (AMP) et des sites non protégés (hors AMP) de Batiki.

Sites	Méthode	Nombre de stations	Nombre de répétitions	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	Superficie totale étudiée (ha)
AMP	Plongeur tracté	5	30	18 000	1,80	2,04
	Transects tirés dans le benthos récifal	10	60	2 400	0,24	
Hors AMP	Plongeur tracté	8	48	28 800	2,88	3,12
	Transects tirés dans le benthos récifal	10	60	2 400	0,24	
Superficie totale étudiée (ha)						**5,16**

La longueur des transects a été calibrée en utilisant la fonction d'odomètre dans l'option « trip computer » d'un système de positionnement mondial (GPS) ou équivalent. Des points de cheminement ont été enregistrés au début et à la fin de chaque transect avec une précision de moins de 10 mètres. L'observateur a relevé le nombre de grands invertébrés sédentaires observés le long du transect, dans un couloir de 2 mètres. Les invertébrés ont été enregistrés au fur et à mesure de l'observation et les habitats répertoriés à la fin de chaque observation. Des compteurs manuels ont été utilisés pour le recensement des principales espèces observées.

Des études RBt à petite échelle ont été menées sur les habitats à fond dur des zones d'arrière-récif, des platiers récifaux et des crêtes récifales, afin de répertorier les invertébrés inféodés à ces habitats. Ces études ont permis d'obtenir des résultats plus précis sur la variété, l'abondance, la taille et l'état des espèces d'invertébrés, ainsi que sur leur habitat à une échelle moindre dans les zones de pêche et les zones de concentration. Des études RBt ont également pu être réalisées en marchant le long de la crête récifale à marée basse et en utilisant la fonction d'odomètre afin de mesurer la longueur du transect. Dans ce cas, des transects ont été tirés le long du récif pour évaluer des espèces telles que l'holothurie de brisants, le troca et le burgau. Des études ont été menées le long de six transects de 40 mètres sur 1 mètre. Des observations ont été faites en plongée libre ou en marchant à marée basse. Certaines données relatives aux espèces et aux habitats ont été enregistrées, et un seul point de cheminement a été saisi pour chaque station (avec une précision de ≤ 10 m).

Les données recueillies ont été consignées dans la base de données intégrée sur les ressources récifales (RFID) mise au point par la CPS. Cette base de données possède des champs préétablis qui permettent d'extraire des informations synthétisées sur la composition des espèces, la densité et la structure par taille des populations. Les densités ont été comparées aux densités régionales de référence déterminées par la CPS, étant entendu que les Fidji ne disposent pas de densités d'holothuries de référence. Cette comparaison permet de mieux comprendre l'état des stocks de certaines espèces d'holothuries présentes à Batiki.

La base de données RFID peut fournir des informations utiles pour déterminer la structure par taille des populations, qui peut être extrapolée en biomasse si les informations relatives à la taille et au poids sont recueillies lors des évaluations en eau. La structure par taille des populations donne une indication sur l'état des stocks, qui permet de comprendre la proportion des stocks à différents stades de vie et de savoir quelle proportion peut être pêchée.

Résultats

Étude des espèces

Au total, 93 spécimens de 11 espèces ont été recensés pendant l'étude. *Bohadschia argus*, *Pearsonothuria graeffei*, *Holothuria atra* et *Stichopus chloronotus* ont été observées tant sur les sites AMP que sur les sites hors AMP (tableau 2). À titre de comparaison, pendant l'inventaire des ressources marines dressé par le service fidjien des pêches en 2010, 34 spécimens de 5 espèces d'holothuries avaient été recensés.

Stichopus chloronotus a été l'espèce la plus recensée, suivie par *Holothuria atra* (tableau 3), toutes deux étant généralement observées dans les zones d'arrière-récif et sur les platiers récifaux. La plupart des spécimens recensés ont été observés à proximité de la passe principale de Nakasava.

Tableau 2. Espèces relevées dans les aires marines protégées (AMP) et les sites hors AMP de Batiki, par type de méthode utilisée.

Site	Espèces	Plongeur tracté	Transect tiré dans le benthos récifal
AMP	*Actinopyga miliaris*		+
	Bohadschia argus		+
	Pearsonothuria graeffei	+	
	Bohadschia vitiensis		+
	Holothuria atra	+	+
	Holothuria whitmaei		+
	Stichopus chloronotus	+	+
Hors AMP	*Bohadschia argus*	+	
	Pearsonothuria graeffei		+
	Holothuria atra	+	+
	Holothuria edulis	+	+
	Holothuria fuscogilva	+	
	Holothuria fuscopunctata	+	
	Stichopus chloronotus	+	+
	Thelenota ananas	+	

Tableau 3. Nombre de spécimens recensés.

Nom scientifique	Nom commun	Nombre de spécimens recensés
Stichopus chloronotus	Holothurie verte	58
Holothuria atra	Holothurie commune noire à papilles	18
Bohadschia argus	Holothurie léopard	6
Bohadschia vitiensis	Holothurie de sable brune	4
Holothuria edulis	Trépang rose	4
Pearsonothuria graeffei	Holothurie fleur	2
Holothuria whitmaei	Holothurie noire à mamelles	2
Holothuria fuscogilva	Holothurie blanche à mamelles	1
Holothuria fuscopunctata	Holothurie trompe d'éléphant	1
Actinopyga miliaris	Holothurie noire	1
Thelenota ananas	Holothurie ananas	1
*Holothuria scabra**	Holothurie de sable	1

* *Holothuria scabra* n'a pas été recensée dans un transect, mais a été observée lors des recherches effectuées dans la baie de Wainiketei.

Un spécimen d'*Holothuria scabra* (holothurie de sable ou *dairo*) a été recensé pendant une étude menée dans la baie de Wainiketei, où la communauté locale ramasse généralement les holothuries de sable pour sa propre subsistance. La taille du spécimen observé était de 250 mm, soit une taille inférieure à celle des holothuries généralement ramassées, d'après la population locale.

Densités d'holothuries

Il ressort des études RBt que l'holothurie verte (*S. chloronotus*) affichait la densité la plus élevée (45,83 ind. ha^{-1} ± 14,78 [SE]) de toutes les espèces d'holothuries. Cette espèce a été observée dans 40 % des stations (tableau 4). Néanmoins, la densité de *S. chloronotus* à Batiki est beaucoup moins élevée que la densité régionale de référence, établie à 3 500 ind. ha^{-1}. L'holothurie commune noire à papilles (*Holothuria atra*) et l'holothurie léopard (*Bohadschia argus*) sont les deuxième et troisième espèces les plus observées : l'holothurie commune noire à papilles a été observée dans des densités de 12,50 ind. ha^{-1} ± 5,32, dans 25 % des stations, et l'holothurie léopard dans des densités de 10,42 ind. ha^{-1} ± 7,33, dans 10 % des stations. Les densités d'*H. atra* et de *B. argus* étaient inférieures aux densités régionales de référence, respectivement établies à 5 600 ind. ha^{-1} et 120 ind. ha^{-1}.

Seules deux espèces ont été observées tant sur les sites AMP qu'hors AMP, *S. chloronotus* et *H. atra*, sans différences majeures en termes de densité dans chaque zone (figure 1). *B. argus*, *Holothuria whitmaei*, *Actinopyga miliaris* et *B. vitiensis* ont uniquement été observées sur les sites AMP, tandis que *Holothuria edulis* et *Pearsonothuria graeffei* ont uniquement été observées hors AMP.

Tableau 4. Densité totale (ind. ha^{-1}) des espèces recensées à l'aide de la méthode du plongeur tracté et des transects tirés sur le benthos récifal (RBt) à Baitiki. Les chiffres indiqués entre parenthèses représentent l'écart-type.

Espèces	Densité totale		Densité régionale de référence	
	Plongeur tracté	RBt	Plongeur tracté	RBt
Stichopus chloronotus	8,12 (4,56)	45,83 (14,78)	1 000	3 500
Holothuria atra	5,88 (2,77)	12,50 (5,32)	2 400	5 600
Pearsonothuria graeffei	0,64 (0,64)	2,08 (2,08)	50	100
Holothuria edulis	0,64 (0,46)	4,17 (4,17)	250	260
Bohadschia argus	0,53 (0,37)	10,42 (7,33)	50	120
Thelenota ananas	0,32 (0,32)	-	10	30
Holothuria fuscogilva	0,21 (0,21)	-	-	20
Holothuria fuscopunctata	0,21 (0,21)	-	10	10
Holothuria whitmaei	-	4,17 (2,87)	10	50
Actinopyga miliaris	-	2,08 (2,08)	-	150
Bohadschia vitiensis	-	2,08 (2,08)	160	100

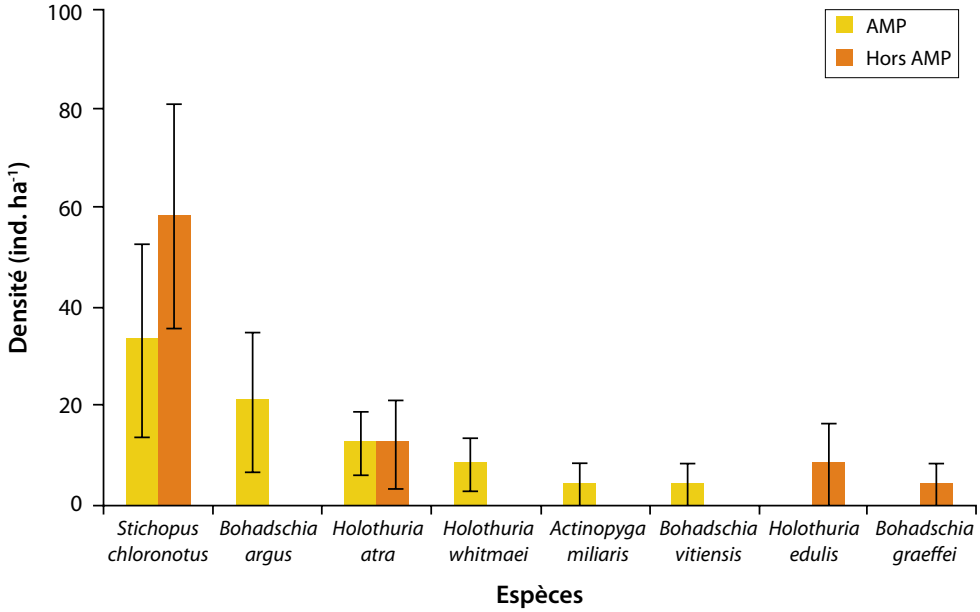

Figure 1. Densités d'holothuries dans les aires marines protégées (AMP) et les sites hors AMP.

S. chloronotus est l'espèce qui a été observée dans les densités les plus élevées pendant les études RBt, tant sur les sites AMP (33,33 ind. ha^{-1} ± 16,24) qu'hors AMP (58,33 ind. ha^{-1} ± 20,03). Certaines concentrations localisées de *S. chloronotus* ont été observées dans des densités de 400 ind. ha^{-1} ± 100 sur les sites AMP et 350 ind. ha^{-1} ± 66,7 hors AMP.

S'agissant des espèces prédominantes observées pendant les études RBt sur les sites AMP et hors AMP, il s'agissait de *B. argus* (20,83 ind. ha^{-1} ± 10,78) et de *H. atra* (12,50 ind. ha^{-1} ± 7,09). En termes de concentration, la densité de *B. argus* atteignait 312,50 ind. ha^{-1} ± 62,50 et la densité de *H. atra* pouvait aller jusqu'à 250 ind. ha^{-1}.

Au total, 18 spécimens de *H. atra* ont été mesurés à Batiki (recensés tant sur des sites AMP qu'hors AMP), avec des tailles comprises entre 55 mm et 325 mm. La plupart des spécimens recensés ont été observés dans l'AMP du village de Mua. La taille moyenne était de 159 mm. Les tailles enregistrées montrent que les spécimens recensés ont une longueur inférieure à la longueur régionale moyenne de 230 mm et que la plupart d'entre eux sont des juvéniles.

Discussion et conclusion

Les résultats de l'étude montrent que la pêcherie d'holothuries de Batiki nécessite des mesures de gestion efficaces, car elle est sous pression ou exposée à une surexploitation. La densité des espèces présentes est faible comparativement aux densités régionales de référence. Les deux espèces dominantes, *S. chloronotus* et *H. atra*, sont des espèces de moyenne et faible valeur, ce qui indique que la pression de pêche sur les espèces les plus lucratives explique probablement leur très faible densité. La présence d'espèces d'holothuries très cotées (au niveau du système récifal et des herbiers marins), telles que *H. whitmaei* et *H. scabra*, montre que celles-ci sont toujours présentes, mais que leur nombre est tellement faible qu'il faudrait une longue période de fermeture de la pêche pour que leurs stocks se reconstituent. Sauf fermeture de la pêcherie, les pêcheurs cherchant des espèces de moyenne et faible valeur pourraient bien faire main basse sur les derniers spécimens de haute valeur.

La structure des populations indique également que la plupart des spécimens sont au stade juvénile, ce qui justifierait également une fermeture permanente de la pêcherie à Batiki.

L'étude fait état d'une petite différence de densité entre les sites AMP et hors AMP. Par conséquent, nous supposons que des activités de pêche se déroulent dans l'AMP. Lors de la présentation des résultats de l'étude préliminaire aux communautés de Batiki, celles-ci ont confirmé que le braconnage était pratiqué dans leurs AMP respectives. Le travail des garde-pêche de Batiki, qui consiste à surveiller les *qoliqoli*[2], et plus particulièrement les AMP, est entravé par le fait qu'ils ne disposent pas de l'équipement nécessaire (bateau, moteur et carburant) pour effectuer des contrôles. De plus, on sait par expérience que leur mission est difficile et risquée, car les braconniers sont mieux équipés et parfois très agressifs. De plus, il est à noter que les garde-pêche sont bénévoles et ne perçoivent aucune rémunération, ce qui se ressent sur leur motivation.

D'après les résultats de l'étude, les mesures suivantes sont recommandées.

- La pêcherie d'holothuries à Batiki doit être fermée de manière permanente pendant une période de cinq

[2] Un *qoliqoli* est une zone de pêche coutumière.

ans. Au terme de cette période, une nouvelle étude devra être menée pour évaluer l'état de la ressource. Si celle-ci se porte bien, la pêche pourra de nouveau être autorisée, sous réserve de l'application d'un système de quotas ou de TAC.

- L'utilisation d'un appareil respiratoire sous-marin pour ramasser les holothuries devrait être interdite à Batiki en raison de ses conséquences désastreuses sur la santé des plongeurs et sur la pêcherie en tant que telle. Étant donné que les holothuries sont sédentaires et que 80 % des espèces vivent entre 0 et 20 m de profondeur, l'utilisation d'un tel équipement est inutile.
- La pêche de nuit doit être réglementée de manière à empêcher la surexploitation des espèces nocturnes.
- La baie de Wainiketei devrait être fermée à la pêche et déclarée « aire marine protégée » pour les holothuries, car il s'agit du seul site de Batiki où l'on peut observer des espèces de grande valeur (*H. scabra*). Lors des évaluations futures, une étude consacrée à *H. scabra* devrait être réalisée dans la baie de Wainiketei afin de mieux comprendre l'état des stocks de cette espèce.

Remerciements

L'ONG Partners in Community Development Fiji (PCDF) tient à remercier le Service des églises évangéliques en Allemagne pour le développement (Evangelischer Entwicklungsdienst) du projet Healthy Reef pour son concours financier, sans lequel cette étude n'aurait pas été possible. PCDF souhaite également exprimer sa gratitude envers la communauté de Batiki pour son aide et son soutien. Cette étude n'aurait pas pu être menée sans leur participation et leur hospitalité. Des remerciements particuliers sont également adressés au personnel de la Section science et gestion halieutiques côtières du Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, en particulier à Ian Bertram et Kalo Pakoa, pour le soutien technique apporté lors de la réalisation du présent rapport. PCDF remercie également l'équipe dévouée qui a participé au recueil et à l'analyse des données utilisées pour ce rapport. L'équipe de terrain était composée de Ilisoni Tuinasavusavu, Peni Seru, Watisoni Lalavanua et de deux représentants de la communauté, Ratu Jope Naucabalavu et le regretté Inoke Yanuyanutawa du village de Manuku, que nous remercions pour leur soutien et leur aide tout au long de l'étude.

Bibliographie

Adams T.J.H. 1992. Resources aspects of the Fiji beche-de-mer industry. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 4:13–16.

Adams T.J.H. 1993. Gestion de la pêche d'holothuries (concombres de mer). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 5:14–20.

Conand C. 1989. The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2. Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper, no. 272.2. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.

FTIB (Fiji Trade and Investment Bureau). 2009. Investment opportunities in the sea cucumber industry: Profile on sea cucumber in Fiji.

Lewis A.D. 1985. Fishery resources profiles: Information for development planning. Fisheries Division, Ministry of Primary Industries, Suva, Fiji.

Preston G.L. 1990. Mass beche-de-mer production in Fiji. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 1:4–5.

Preston G.L. 1993. Beche-de-mer. p. 371–407. In: Wright A. and Hill L. (eds). Nearshore marine resources of the South Pacific. Honiara, Solomon Islands: Forum Fisheries Agency; Suva, Fiji: Institute of Pacific Studies; Halifax, Canada: International Center for Ocean Development.

Ram R., Friedman K. et Sobey M.N. 2010. Méthodes de ramassage et de transformation des holothuries : quelle est leur incidence sur la qualité et la valeur des bêches-de-mer produites aux Îles Fidji ? La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 30:21–24.

Ward R. 1972. The Pacific beche-de-mer trade with special reference to Fiji. p. 91–123. In: Ward R. (ed). Man in the Pacific: Essays on Geographical Change in the Pacific Islands. Oxford: Clarendon Press.

Pulau Misa : un village indonésien qui vit au rythme de la pêche d'holothuries

Pablo G. Navarro[1,], Sara García-Sanz[2] et Chantal Conand[3]*

Résumé

Alors que l'on compte de nombreux petits villages ancrés dans la tradition de pêche des holothuries sur toute la façade maritime indonésienne, les données relatives à cette activité sont encore rares. À Pulau Misa, petite île de Nusa Tenggara Est, les pêcheurs sortent à la journée pour ramasser des holothuries en plongée libre. Les prises sont transformées sur l'île par les femmes de la communauté. Notre étude a permis d'identifier au moins huit espèces, mais il faut noter que la plupart des animaux ont été observés sous leur forme séchée, ce qui complique fortement l'identification. Aucune donnée n'est disponible concernant les prises totales d'holothuries au sein de la communauté. Il se peut que les captures annuelles totales d'holothuries soient sous-estimées en Indonésie du fait de l'absence de plans de gestion spécifiques et des difficultés associées à l'exploration de petits lieux de pêche situés dans des endroits reculés. Il est pourtant essentiel d'étudier les petites pêcheries présentes à Pulau Misa et ailleurs pour préserver les peuplements naturels d'holothuries.

Introduction

La pêche d'holothuries est pratiquée depuis plus de cinq siècles en Indonésie, que l'on considère comme le plus gros producteur et exportateur mondial de bêche-de-mer (ou trepang) (Conand 1990 ; Tuwo et Conand 1992 ; Conand et Byrne 1993 ; Purcell et al. 2013). Malgré ce statut, le pays ne s'est doté d'aucune stratégie précise pour gérer ses ressources en holothuries (Choo 2008 ; Purcell et al. 2013) et nombre des pêcheries traditionnelles exploitées par les petites communautés sont encore méconnues des scientifiques. Ce manque d'informations s'explique avant tout par la géographie de l'Indonésie : il est en effet difficile d'étudier des pêcheries dispersées sur un vaste territoire de 8,3 millions de km^2, 17 508 îles et 81 000 km de littoral (Tuwo 2004). Parmi les espèces exploitées à des fins commerciales en Indonésie, on trouve *Actinopyga echinites*, *A. mauritiana*, *A. miliaris*, *Bohadschia argus*, *B. vitiensis*, *Holothuria atra*, *H. edulis*, *H. fuscogilva*, *H. fuscopunctata*, *H. whitmaei*, *H. scabra*, *H. lessoni*, *H. coluber*, *Stichopus chloronotus*, *S. herrmanni*, *Thelenota ananas* et *T. anax* (Tuwo 2004). On observe essentiellement deux méthodes de pêche traditionnelle de l'holothurie en Indonésie : 1) à bord de gros bateaux où ils séjournent pendant plusieurs mois, une dizaine de pêcheurs équipés de matériel de plongée récoltent les holothuries, effectuent la transformation à bord, et les vendent au village le plus proche ; et 2) des petits groupes, composés le plus souvent de deux à quatre pêcheurs, embarquent à bord de petits bateaux pour des sorties de pêche d'une journée et transforment les prises une fois de retour chez eux (Tuwo et Conand 1992). Malgré les quelques études menées sur le terrain, on ne connaît toujours pas le nombre de pêcheries d'holothuries en activité dans le pays, ni leur emplacement précis ou les espèces qu'elles ciblent. Jusqu'ici, la plupart des travaux de terrain ont été effectués sur l'île de Sulawesi (Conand et Tuwo 1996 ; Moore 1998 ; Massin 1999 ; Tuwo 1999) et sur l'île de Lombok (Purwati 2006), mais très peu d'informations sont disponibles quant aux pêches pratiquées dans d'autres régions indonésiennes. Le présent article brosse un tableau sommaire de la filière bêche-de-mer à Pulau Misa, village de pêcheurs d'une petite île indonésienne située dans la mer de Florès entre les îles Komodo, Rinca et Florès, dans la région de Nusa Tenggara Est (figure 1).

Le cas particulier de Pulau Misa

Nous nous sommes rendus à Pulau Misa en novembre 2011. L'île compte environ 600 à 800 habitants, qui tirent leur principale source de revenu de la bêche-de-mer (ou *trepang*, nom donné au produit séché en Malaisie). La pêche d'ormeaux (Pet 1998) et de langoustes (observations personnelles) y est aussi pratiquée. Les habitants de Pulau Misa s'adonnent à une pêche semi-traditionnelle à bord de petites embarcations : ils prélèvent les holothuries en apnée ou équipés d'un narguilé et transforment leurs prises le jour même une fois de retour à terre. Les femmes éviscèrent les holothuries, avant de les cuire en plusieurs bouillons et de les faire sécher au soleil pendant quelques jours (selon la teneur en humidité et la taille de l'animal, voir figure 2). Pour le séchage en plein air, on sale l'intérieur et l'extérieur des prises (figure 3). Pour les plus gros spécimens, on introduit un bâton en bois à l'endroit où l'holothurie a été incisée afin de bien sécher l'intérieur de l'animal. La couche superficielle du tégument de certaines espèces (*H. scabra*, *H.* sp. aff *arenicola* et *H.* sp. aff *notabilis*, par exemple) est éliminée à l'aide d'un couteau avant les étapes habituelles de cuisson et de séchage. Bien qu'il soit particulièrement difficile d'identifier les

[1] Viceconsejería de Medioambiente. Gobierno de Canarias. C/Agustín Millares Carló, 18-5º, 35071, Las Palmas de Gran Canaria, Espagne
* Auteur à contacter : Pablo González Navarro, Viceconsejería de Medioambiente. Gobierno de Canarias, C/Agustín Millares Carló, 18-5º. Las Palmas de GC. 35071, Espagne. Courriel : pgonnav@gmail.com
[2] BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017, Las Palmas de G.C., Espagne
[3] Laboratoire d'Écologie Marine, Université de La Réunion, P.O. Box 7151, 97715, Saint-Denis, Île de La Réunion

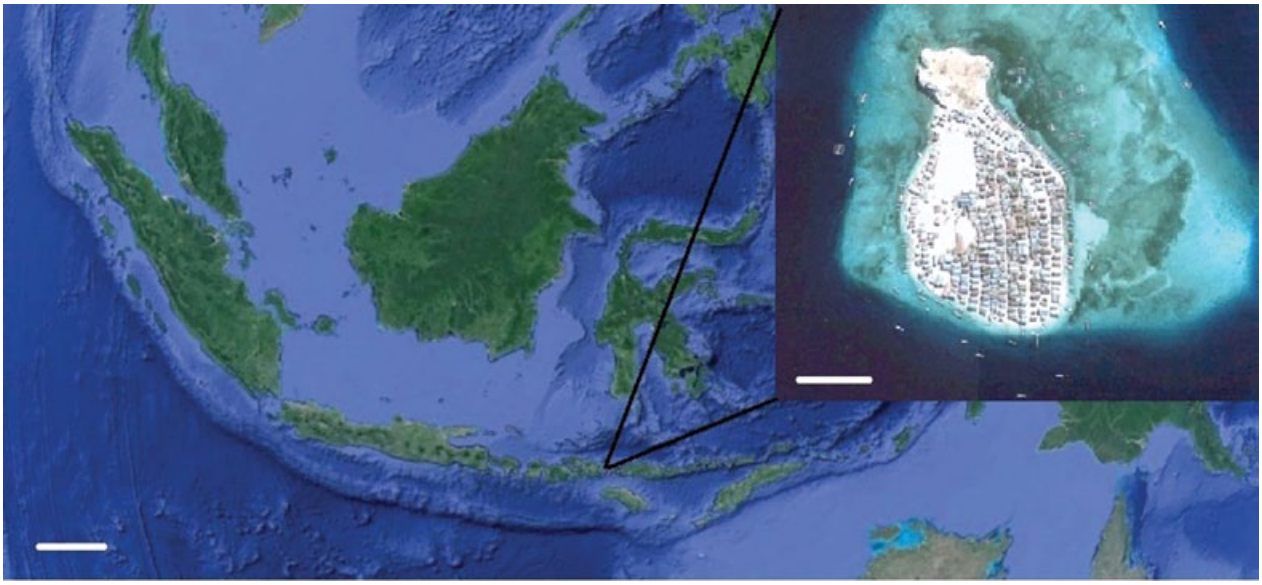

Figure 1. Carte d'Indonésie et zoom sur Pulau Misa. Les barres d'échelle représentent 300 km à gauche et 100 m à droite.

Figure 2. Les femmes transforment les holothuries pêchées à Pulau Misa.

Figure 3. Holothuries de différentes espèces séchant au soleil.

Figure 4. Comparaison entre la taille de *Stichopus herrmanni* à l'état frais et transformé.

Figure 5. Spécimens de *Stichopus herrmanni* et de *Stichopus vastus* non transformés.

produits séchés, la morphologie globale de la bêche-de-mer différant radicalement de celle de l'animal frais (modifications de taille, par exemple, voir figure 4), nous avons pu, grâce à la méthode décrite dans Purcell et al. 2012, identifier les espèces suivantes : *Stichopus herrmanni* (présente en très grande abondance) (figures 4 et 5), *S. vastus*, *Pearsonothuria graeffei*, *Actinopyga lecanora*, *Holothuria pardalis*, *H. whitmaei*, *Bohadschia argus* et *B. marmorata*.

À Pulau Misa, la communauté tout entière participe à la pêche et à la transformation des holothuries. C'est d'ailleurs la seule source de revenu de la plupart des villageois. De nouvelles études devront être menées pour quantifier et classer par espèce les prises annuelles effectuées par les pêcheurs de Pulau Misa afin d'évaluer l'impact de la pêche dans la zone, d'autant qu'elle est proche du parc national de Komodo, qui recèle une biodiversité unique

riche de plus de 1 000 espèces de poissons, 385 espèces de coraux hermatypiques, 70 espèces d'éponges et 7 espèces de graminées marines (Harvey et Yusamandra 2010).

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Norberto Rodríguez, de Travel2indonesia (www.travel2indonesia.com), qui a contribué à la découverte de Pulau Misa en mer de Florès, cette petite île ancrée dans la tradition de pêche de l'holothurie. Sans ses indications, la présente étude n'aurait pu voir le jour.

Bibliographie

Choo P.-S. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. p. 81–118. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). Sea cucumbers. A global review of fishery and trade. FAO Fisheries Technical Paper no. 516. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 319 p.

Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2. Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper. No. 272-2. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 143 p.

Conand C. and Byrne M. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. Marine Fisheries Review 55(4):1–13.

Conand C. et Tuwo A. 1996. Pêche et mariculture des holothuries d'importance commerciale dans les Célèbes du Sud (Indonésie). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 8:17–21.

Harvey A. and Yusamandra H. 2010. Reef fish spawning aggregations in Komodo National Park: Status 2009. The Nature Conservancy and PT Putri Naga Komodo, Bali, Indonesia. 48 p.

Massin C. 1999. Reef dwelling Holothuroidea (Echinodermata) of the Spermonde Archipelago (Southwest Sulawesi, Indonesia). Zoologisch Verhandelingen 329:139.

Moore A. 1998. Notes préliminaires sur l'exploitation des holothuries dans la nouvelle réserve marine nationale de Wakatobi, Sulawesi (Indonésie). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 10:31–34.

Pet J. 1998. Utilisation de méthodes de pêche destructives à l'intérieur et à proximité du parc national de Komodo (Indonésie). Ressources marines et commercialisation, Bulletin d'information de la CPS 2:21–25.

Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Toral-Granda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries 14(1):34–59 .

Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes no. 6. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 150 p.

Purwati P. 2006. Souvenir de Lombok. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 23:26–28.

Tuwo A. 1999. Le cycle de reproduction de *Holothuria scabra* de l'île de Saugi, dans l'archipel de Spermonde, au sud-ouest de Sulawesi (Indonésie). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 11:9–12.

Tuwo A. 2004. Status of sea cucumber fisheries and farming in Indonesia. p. 49–56. 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, Italy: Food and Agriculture Organization. 425 p.

Tuwo A. and Conand C. 1992. Developments in beche-de-mer production in Indonesia during the last decade. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 4:2–4.

Évaluation de la diversité, de l'abondance et de la répartition des holothuries dans les lagons peu profonds de l'île Maurice

Katrin Lampe-Ramdoo[1], Ruby Moothien Pillay[2] et Chantal Conand[3]

Résumé

Le secteur de la bêche-de-mer, connu pour être particulièrement menacé de surexploitation et de disparition, est confronté à une pression intense sur l'île Maurice depuis le milieu des années 2000. Le ministère de la Pêche a donc interdit la pêche de la bêche-de-mer en 2010 pour une durée de deux ans, prolongée de quatre années supplémentaires (2012–2016), afin d'éviter l'effondrement des stocks. La présente étude a réuni des données relatives à la diversité et à l'abondance des bêches-de-mer dans les lagons peu profonds de l'île Maurice afin de contribuer à une gestion durable de la pêche. Des évaluations menées en 2011 dans les lagons des côtes sud et ouest de l'île ont révélé la présence de 17 espèces d'holothuries. La présente étude s'est intéressée à certains sites déjà étudiés ainsi qu'à de nouveaux sites, localisés sur les côtes nord et est. Son objectif était d'évaluer l'abondance et la diversité des bêches-de-mer. Entre mars et juin 2013, 115 transects de jour installés sur 23 sites (couvrant une surface totale de 92 000 m²) ont mis en évidence une population totale de 7 488 holothuries, dont 76 % sont d'intérêt commercial. Les holothuries sont réparties dans plusieurs types d'habitat, sans corrélation particulière entre abondance et habitat. La répartition des holothuries dans les lagons peu profonds de l'île Maurice semble être influencée par des facteurs physiques, biologiques et anthropogéniques. La présente étude révèle également que les stocks de certaines espèces pourraient être en train de se reconstituer après avoir reculé en raison de leur exploitation.

Introduction

Les lagons de l'île Maurice sont touchés par des changements climatiques et divers facteurs anthropogéniques dont l'effet combiné provoque un déclin des habitats des organismes marins et une perte potentielle de biodiversité (Moothien Pillay et al. 2012). Par ailleurs, la surexploitation des espèces d'intérêt commercial menace la survie des holothuries les plus prisées et dont les prix sont les plus élevés. Le secteur de la bêche-de-mer, menacé de surexploitation et de disparition, est confronté à une pression intense sur l'île Maurice depuis le milieu des années 2000. Des évaluations menées en 2010 par le ministère de la Pêche ont révélé une baisse de l'abondance, de la diversité et de la taille des bêches-de-mer sur les sites étudiés par rapport aux résultats de 2007–2008 (AFRC 2012). Un moratoire sur la pêche d'une durée initiale de deux ans, puis prolongé jusqu'en 2016, a donc été imposé afin d'enrayer le déclin rapide des populations de bêches-de-mer. L'écologie des holothuries et l'ampleur de leur exploitation sur l'île Maurice étant mal connues, la présente étude a été entreprise à grande échelle pour aider le ministère de la Pêche à gérer durablement cette pêche. Elle se fonde sur l'étude de référence menée en 2011 sur l'abondance, la diversité et la répartition des holothuries habitant les lagons peu profonds de l'ouest et du sud de l'île Maurice (Lampe 2013). Afin de mieux comprendre les dynamiques démographiques de la bêche-de-mer autour de l'île, les zones nord et est ont également été intégrées à l'étude. Celle-ci a été entreprise à l'aune de l'histoire et des évolutions récentes de la pêche de la bêche-de-mer sur l'île Maurice, y compris des espèces sans valeur marchande.

Matériel et méthode

Description du site

Maurice est un petit État insulaire d'origine volcanique, situé dans l'ouest de l'océan Indien, à environ 900 km à l'est de Madagascar (Saddul 1995). Avec La Réunion, Rodrigues, Saint-Brandon et d'autres îles de taille plus modeste, Maurice forme l'archipel des Mascareignes. La côte est entourée par un récif frangeant et comprend un lagon, qui s'étend du rivage au platier récifal et est composé de différentes zones, elles-mêmes subdivisées en récif côtier, milieu du lagon, arrière-récif, platier récifal et avant-récif, en fonction de la taille du lagon (Baird et al. 2003).

Méthodologie

Entre mars et juin 2013, 115 transects de jour ont été installés sur 23 sites situés dans le nord, l'ouest, le sud et l'est des lagons peu profonds de l'île Maurice (figure 1a), selon un positionnement décalé (figure 1b). Cinq transects couloirs ont été examinés par deux plongeurs qui ont

[1] Université de sciences appliquées de Brême, Neustadtswall 30, 28199 Bremen, Allemagne (lampe-katrin@gmx.de)
[2] Institut océanographique de Maurice (IOM), France Centre, Victoria Avenue, Quatre-Bornes, Île Maurice (rubykm@moi.intnet.mu)
[3] Laboratoire d'Écologie Marine, Université de La Réunion, P.O. Box 7151, 97715, Saint-Denis, Île de La Réunion et MNHN Paris (conand@univ-reunion.fr)

parcouru la ligne principale, d'une longueur de 100 m, et les cinq transects latéraux, de 20 m de long (figure 1c), couvrant ainsi une surface totale de 4 000 m² par site. Les espèces ont été identifiées et leur longueur a été mesurée à l'état détendu, à 10 mm près. Les données relatives à la visibilité, à la profondeur et à la température de l'eau ont été enregistrées, tout comme celles relatives aux courants et à la présence éventuelle d'autres invertébrés dans les mêmes habitats. Les sites étudiés ont été classés en trois catégories : plages éloignées et difficiles d'accès, plages publiques, et plages situées au pied des hôtels et utilisées principalement pour des activités touristiques.

De manière générale, la collecte d'holothuries est possible sur chacun de ces sites car toutes les plages de l'île Maurice sont publiques et accessibles .

La proportion des différents types de substrat (sable, débris de coraux, coraux vivants, coraux morts, herbiers, algues et roches) de chaque transect couloir a été relevée. L'indice de Shannon-Wiener (H') (Nentwig et al. 2004) a été utilisé pour déterminer la prépondérance et la diversité des espèces au sein des quatre zones et des 23 sites étudiés.

$$H' = -\sum_{i=1}^{R} p_i \ln p_i$$

Des échantillons de tégument ont été prélevés sur chaque espèce de manière à en examiner les ossicules microscopiques en vue d'une identification.

Résultats

La zone sondée dans le cadre de l'étude, d'une surface totale de 92 000 m², abrite 7 488 holothuries, réparties en 19 espèces et un genre (*Synapta*) non identifié au niveau spécifique (tableau 1). Quatorze espèces (76 % des individus) possèdent une valeur marchande et cinq espèces (24 % des individus) n'en ont pas, notamment *Synapta* (tableau 1). Les trois espèces les plus abondantes sont *Holothuria atra* (3 889 individus), les individus du genre *Synapta* (1 836 individus) et *Stichopus chloronotus* (881 individus). Les espèces les moins représentées sont *Holothuria nobilis* et *H. scabra*, avec un seul individu chacune (tableau 1).

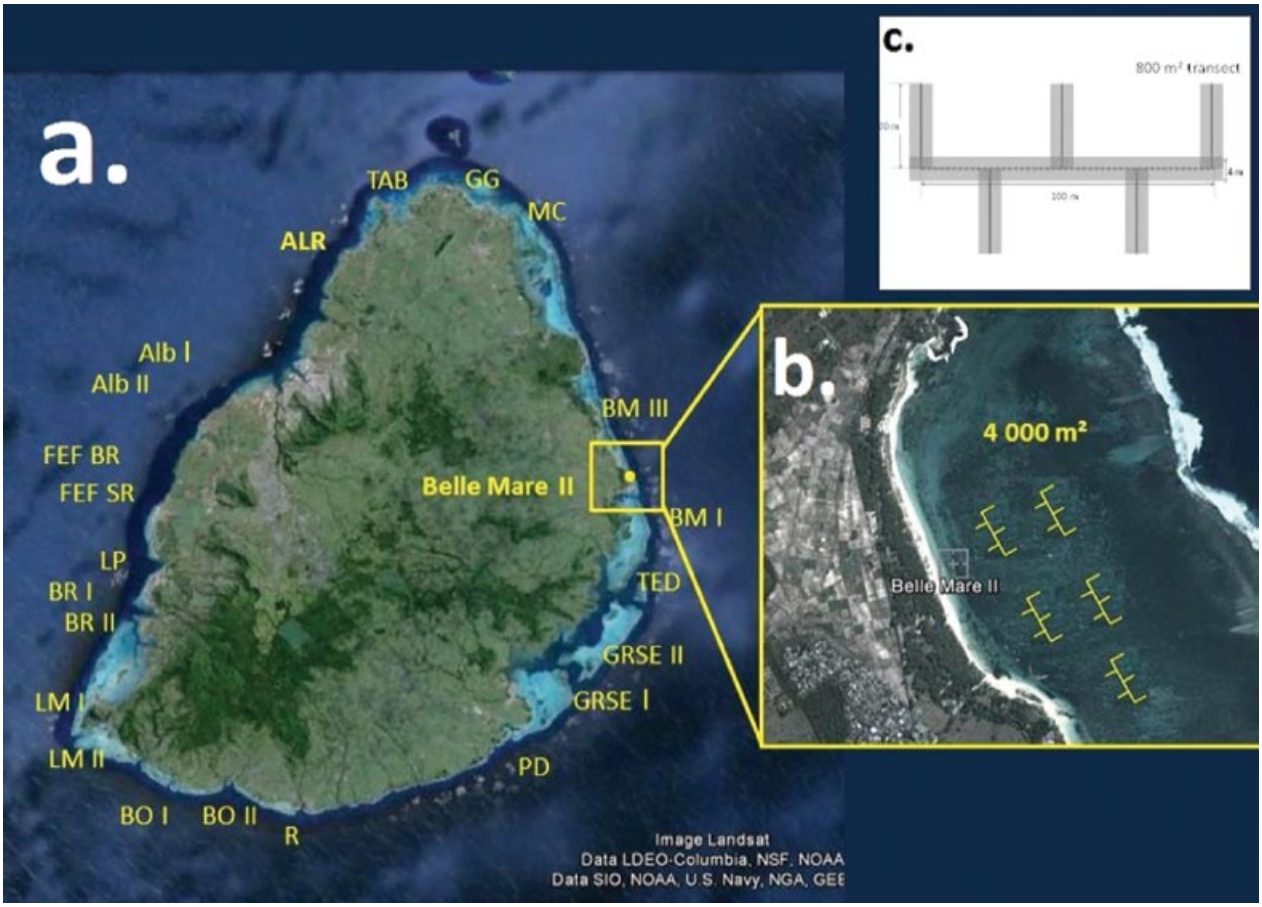

Figure 1. a) L'île Maurice et la localisation des 23 sites de l'étude sur les quatre zones (Google Earth 2013) ;
b) Cinq transects couloirs par site, pour une surface totale couverte de 4 000 m² ;
c) Un transect couloir comprenant cinq sous-transects, pour une surface couverte de 800 m².

[4] http://beachauthority.intnet.mu/beach-authority-use-of-public-beach-regulations-2004.html, dernier accès le 11.01.2014.

Tableau 1. Abondance totale et relative (en %) de chaque espèce d'holothurie, par ordre décroissant, et occurrence (en %) sur les 23 sites étudiés autour de l'île, représentant une surface totale de 92 000 m².

Espèces	Nombre d'individus	Abondance relative (%)	Occurrence (%)
Holothuria atra	3 889	51,94	95,65
Synapta spp,	1 836	24,52	78,26
Stichopus chloronotus	881	11,77	56,52
Bohadschia vitiensis	354	4,73	82,61
Holothuria leucospilota	240	3,21	78,26
Holothuria pervicax	115	1,54	43,48
Actinopyga echinites	56	0,75	56,52
Holothuria cinerascens	47	0,63	4,35
Holothuria hilla	18	0,24	17,39
Actinopyga mauritiana	14	0,19	17,39
Bohadschia subrubra	11	0,15	30,43
Holothuria arenicola	10	0,13	8,70
Stichopus monotuberculatus	5	0,07	17,39
Actinopyga capillata	3	0,04	8,70
Stichopus herrmanni	3	0,04	8,70
Bohadschia marmorata	2	0,03	8,70
Holothuria fuscocinerea	2	0,03	8,70
Holothuria nobilis	1	0,01	4,35
Holothuria scabra	1	0,01	4,35
Total	**7 488**		

H. atra n'est pas seulement l'espèce la plus abondante (52 %), mais elle est également présente sur 96 % des sites (tableau 1). Avec 1 836 individus (soit 25 % des holothuries recensées), les holothuries du genre *Synapta* constituent la deuxième espèce la plus abondante et ont été observées sur 18 des 23 sites étudiés (soit une occurrence de 78 %) (tableau 1). *B. vitiensis* est l'espèce la plus souvent observée : elle est présente sur 19 des 23 sites (83 %).

Types de substrat

Le substrat le plus courant le long des transects (4 000 m²) est le sable (39 %), suivi par les herbiers (15 %) et les débris de coraux (15 %). Les colonies d'algues constituent 12 % du substrat et le corail vivant, 9 %. Les roches et les coraux morts représentent à eux deux 5 % du substrat.

Bien que les types de substrat soient très variés et inégalement répartis sur les 23 sites de l'étude, les zones sablonneuses sont présentes sur l'ensemble des sites et représentent au moins 15 % du total du substrat.

De manière générale, les sites sondés affichent une profondeur comprise entre 0,5 m et 2 m, avec une température allant de 25 °C à 27 °C. La visibilité évolue entre 1 m et 10 m. Ces sites sont également caractérisés par la force du courant et par des turbulences à la surface de l'eau.

Espèces d'intérêt commercial

Sur la base de la formule de Conand (2008), les holothuries identifiées dans le cadre de la présente étude ont été réparties en quatre groupes en fonction de leur valeur marchande : élevée, moyenne, faible ou nulle. Au sein des espèces d'intérêt commercial, deux espèces à valeur élevée, *Holothuria nobilis* et *H. scabra*, sont représentées par un seul individu chacune. Quatre espèces à valeur marchande moyenne comptent deux individus chacune et huit espèces à faible valeur marchande regroupent trois individus chacune. Les cinq espèces restantes n'ont pas de valeur marchande. Les espèces à valeur marchande sont dans l'ensemble plus abondantes, avec 5 511 individus (70 %) au total, tandis que les espèces sans valeur marchande comptent 1 977 individus (30 %) (tableau 2).

Les espèces à faible valeur marchande forment l'essentiel des holothuries observées dans la présente étude, et regroupent principalement *H. atra* (3 898 individus) et *B. vitiensis* (345 individus) (tableau 2). Parmi les espèces à valeur marchande moyenne, *Stichopus chloronotus* est la plus abondante (881 individus), suivie par *Actinopyga echinites* (56 individus) (tableau 2). Au sein des espèces sans valeur marchande, le genre *Synapta* est le plus abondant : 1 836 individus avec 2 ind. 100 m^{-2}, soit 80 % des espèces sans valeur marchande (tableau 2). *H.*

Tableau 2. Abondance et densité totales (ind. 100 m^{-2}) des holothuries à valeur marchande élevée (en rouge), moyenne (en orange) et faible (en jaune) et des holothuries sans valeur marchande (en gris) observées entre mars et juin 2013 dans les lagons peu profonds de l'île Maurice.

Espèces	Abondance totale	Densité (ind. 100 m^{-2})
Holothuria nobilis	1	0,00
Holothuria scabra	1	0,00
Actinopyga echinites	56	0,06
Actinopyga mauritiana	14	0,02
Stichopus chloronotus	881	0,96
Stichopus herrmanni	3	0,00
Bohadschia marmorata	2	0,00
Bohadschia subrubra	11	0,01
Bohadschia vitiensis	345	0,38
Holothuria atra	3 898	4,24
Holothuria cinerascens	47	0,05
Holothuria fuscocinerea	2	0,00
Holothuria arenicola	10	0,01
Holothuria leucospilota	240	0,26
Sous-total	**5 511**	**5,99**
Actinopyga capillata	3	0,00
Holothuria hilla	18	0,02
Holothuria pervicax	115	0,13
Stichopus monotuberculatus	5	0,01
Synapta spp.	1 836	2,00
Sous-total	**1 977**	**2,15**
Total	**7 488**	**8,14**

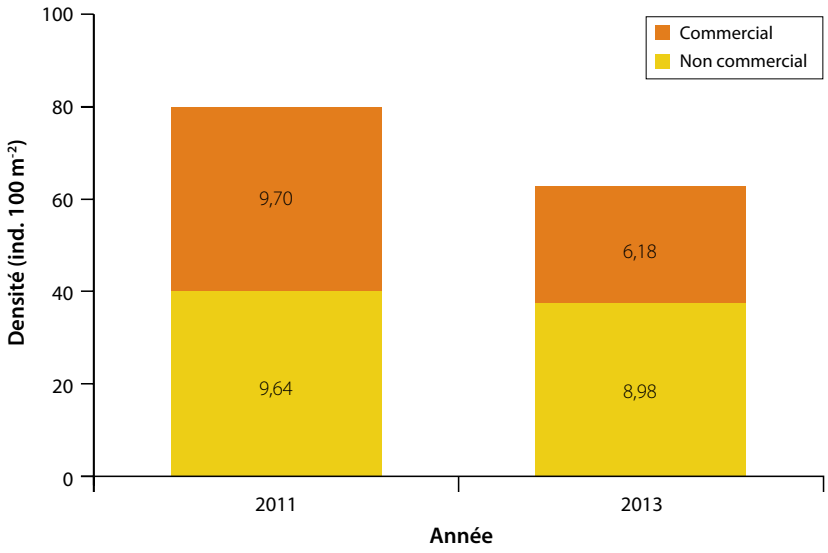

Figure 2. Densité comparée des espèces d'intérêt commercial et non commercial (ind. 100 m^{-2}) en 2011 et 2013.

pervicax (115 individus) et *H. hilla* (18 individus) figurent également parmi les espèces sans valeur marchande.

Une comparaison avec les résultats obtenus par Lampe (2013) dans les lagons peu profonds de l'ouest et du sud de l'île Maurice révèle une tendance baissière en matière de densité. La densité des holothuries (mesurée en nombre d'individus aux 100 m²) s'établit à 19,33 ind. 100 m^{-2} en 2011 et à 15,16 ind. 100 m^{-2}en 2013 (figure 2). La densité des espèces sans valeur marchande a reculé de 9,7 à 6,18 ind. 100 m^{-2} entre 2011 et 2013, tandis que celle des espèces d'intérêt commercial est passée de 9,64 à 8,98 ind. 100 m^{-2} entre 2011 et la présente étude (figure 2).

Entre 2011 et 2013, la densité des holothuries à valeur marchande moyenne a augmenté (1,44 contre 1,98 ind. 100 m^{-2}) tandis que celle des espèces à faible valeur marchande a reculé (8,19 contre 7 ind. 100 m^{-2}) (figure 3). La densité des espèces à valeur marchande élevée n'a pas évolué de manière notable (0,008 contre 0,002 ind. 100 m^{-2}) (figure 3).

Diversité spécifique

Au cours de la présente étude, 19 espèces différentes d'holothuries, genre *Synapta* compris, ont été recensées. À la suite des travaux de Lampe (2013), quatre espèces supplémentaires ont été identifiées pour la première fois dans les lagons peu profonds de l'île Maurice grâce à l'examen des spicules : *Holothuria arenicola*, *H. scabra*, *H. fuscocinerea* et *Actinopyga capillata* (figure 4).

Ce sont les sites de la zone est de l'île qui ont affiché la plus grande diversité spécifique, alors qu'il s'agit de la zone où les holothuries sont les moins abondantes (figure 5). De même, la diversité est relativement élevée dans la zone ouest (H' = 1,49) pour une abondance limitée (1 490 individus). Les holothuries sont les plus abondantes dans la zone sud (3 251 individus) pour une diversité de H' = 1,14 (figure 5). À l'inverse, les sites du nord de

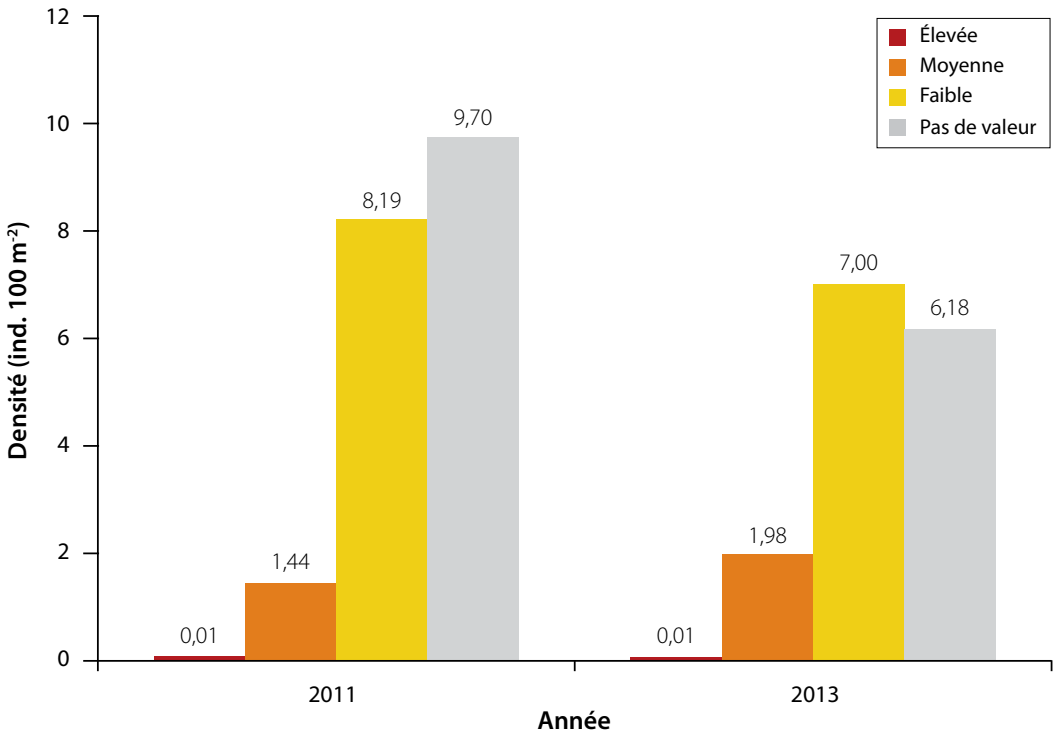

Figure 3. Densité comparée des espèces d'holothuries dans les lagons peu profonds de l'île Maurice entre 2011 et 2013. Les espèces sont regroupées en fonction de leur valeur marchande : rouge = valeur élevée ; orange = valeur moyenne ; jaune = valeur faible et gris = pas de valeur marchande (classement réalisé sur la base de la formule de Conand, 2008).

l'île affichent la diversité la moins importante (H' = 0,21) mais pointent à la deuxième place en termes d'abondance (1 843 individus).

Discussion

Lors de la présente étude, 18 espèces des familles des Holothuriidae et Stichopodidae (Aspidochirotida) et 1 genre (*Synapta*) de la famille des Apodida ont été recensés. De manière générale, l'évolution de la composition des espèces, notamment pour les six espèces les plus abondantes recensées lors de cette étude, est typique des eaux tropicales peu profondes des Mascareignes, même si leur distribution est hétérogène. (Müller 1998 ; Conand et Mangion 2003 ; Conand 2004 ; Rowe et Richmond 2004 ; Conand et al. 2010).

Lien avec l'habitat

Lors de la présente étude, aucune corrélation claire n'a été établie entre la répartition des holothuries et les habitats. Des observations similaires avaient été réalisées lors de l'étude menée en 2011 dans les lagons peu profonds de l'ouest et du sud de l'île Maurice (Lampe 2013). Il apparaît que la majorité des espèces ont une répartition vaste et diversifiée, probablement du fait de facteurs physiques, chimiques et biologiques. Cependant, deux types d'habitat semblent particulièrement propices : le premier est constitué de substrats très diversifiés, avec une bonne visibilité (6 à 8 m) et une profondeur de 1 à 2 m. Le second est plus homogène et moins profond (0,5 à 1,0 m), avec deux substrats principaux et une turbidité élevée (visibilité de 1 m). Ce type de site est particulièrement apprécié de l'espèce *H. atra*. Dans le premier type, une multitude d'espèces cohabitent en raison de l'hétérogénéité de l'habitat. La perte de certains habitats pourrait également avoir une incidence sur l'abondance et la composition des espèces. Une étude menée par James (1982) en Inde montre que plusieurs espèces, dont *S. chloronotus*, abondantes en 1927, ont disparu en raison de la destruction de leur habitat. Les herbiers sont par exemple essentiels dans les premiers stades de la vie de la bêche-de-mer (Friedman et al. 2011). La perte des zones d'habitation aurait un impact profond sur les populations d'holothuries vivant dans des zones d'eaux peu profondes (Eriksson et al. 2012).

Valeur marchande

Les espèces d'intérêt commercial étant la cible privilégiée des pêcheurs, leur densité est supposée inférieure à celle des espèces sans valeur marchande. Or, dans les quatre zones entourant l'île Maurice (nord, ouest, sud et est), les holothuries d'intérêt commercial sont largement plus nombreuses que les espèces sans valeur marchande (5 271 individus contre 2 217). Il semblerait que la surexploitation des espèces à forte valeur marchande ait engendré une exploitation des espèces à faible valeur marchande, notamment *H. atra* et *H. leucospilota* (Conand 2004 ; Moore 1998). Cette évolution, conjuguée à un déplacement de l'activité vers des zones moins faciles d'accès, plus profondes ou plus reculées, est caractéristique d'une pêche non durable qui nécessite de toute urgence une gestion attentive (Purcell et al. 2013). Parmi les autres signes de surexploitation figurent la baisse des prises et la diminution de la taille des individus (Conand 2004).

Figure 4. Espèces rencontrées pour la première fois lors de cette étude : a) *Holothuria arenicola* ; b) *Actinopyga capillata* ; c) *Holothuria scabra* ; d) *Holothuria fuscocinerea*. (Photos : K. Lampe-Ramdoo)

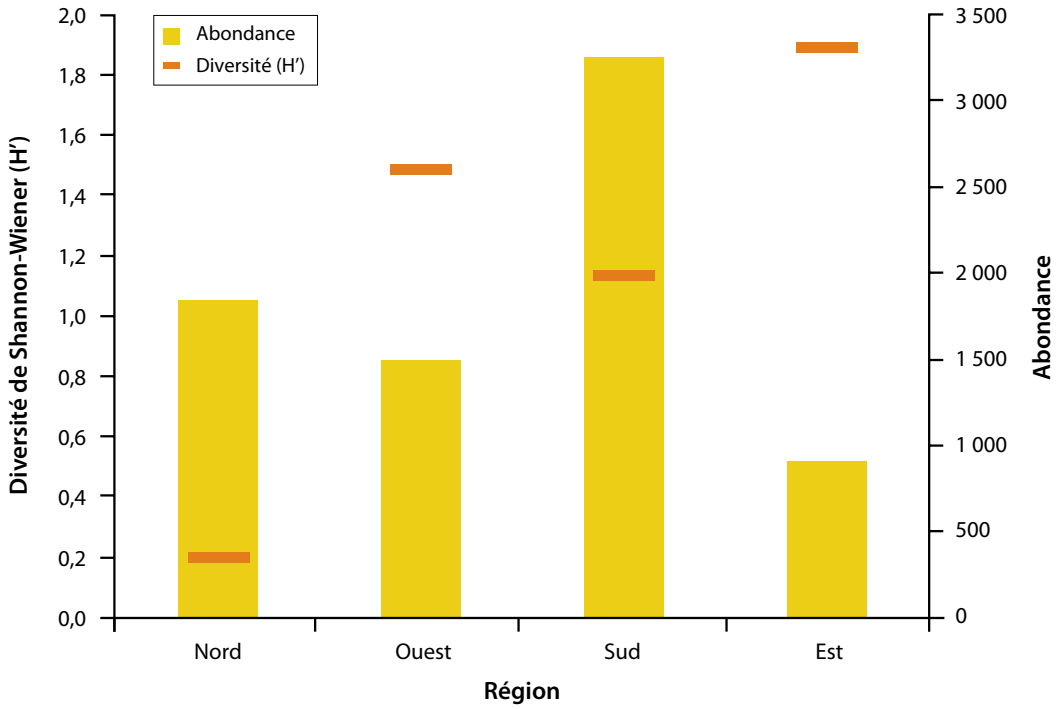

Figure 5. Abondance des holothuries et indice de diversité de Shannon-Wiener (H') dans les quatre zones de l'île Maurice : nord (4 sites), ouest (7 sites), sud (6 sites) et est (6 sites).

Outre l'impact du changement climatique, qui dégrade les habitats des bêches-de-mer, des facteurs anthropogéniques peuvent également influer sur l'occurrence et la répartition des holothuries dans les lagons. Par exemple, dans les zones fréquentées par les touristes en quête de soleil, la pêche est plus rare mais les exploitants des hôtels ramassent parfois les holothuries pour nettoyer le site, ce qui réduit leur densité.

Diversité spécifique

La partie est de l'île est celle qui affiche la plus grande diversité spécifique, probablement en raison de la grande variété d'habitats qu'elle renferme. À l'est, le lagon s'étend sur 5 km de large et les sites présentent des caractéristiques diverses en termes de profondeurs, de courants, de types de substrat, de visibilité et autres paramètres physiques. Contrairement à d'autres lagons, plusieurs espèces d'holothuries peuvent donc utiliser ces différents habitats et environnements. Par ailleurs, les bêches-de-mer des sites de l'est sont naturellement protégées de l'exploitation en raison de la relative inaccessibilité des sites du fait de leur profondeur (4 à 6 m) et de leur éloignement. La présente étude montre que la diversité des holothuries est plus limitée dans les lagons où les eaux sont peu profondes et le substrat est homogène. Cependant, certaines espèces telles que *H. atra* sont très abondantes, probablement en raison de leur grande capacité d'adaptation. Par ailleurs, les autres espèces sont rares dans les zones où *H. atra* est abondante. Cette prépondérance pourrait empêcher les autres espèces de s'installer dans le même habitat.

De manière générale, l'abondance relativement importante de *H. atra* et *S. chloronotus* peut être due à leur taux de reproduction. En effet, elles se reproduisent plus vite que d'autres espèces vivant dans le même lagon. Il est également intéressant de noter l'établissement de nouvelles niches écologiques pour d'autres espèces une fois que la population d'espèces exploitées s'est éteinte ou qu'elle est drastiquement réduite. En conséquence, les espèces aptes à vivre dans plusieurs types d'habitat, notamment *H. atra*, *H. leucospilota* et le genre *Synapta*, peuvent s'installer dans de nouveaux habitats potentiels ou atteindre des densités plus élevées, car la concurrence interespèces est moindre.

Conclusion

L'abondance et la diversité des holothuries de l'île Maurice ont été peu étudiées avant 2007, date à laquelle la pêche a été ouverte à des fins commerciales à titre expérimental (AFRC 2011). La présente étude fournit une base pour les investigations à venir. Afin d'enrayer le déclin des stocks, il est capital de collecter des données scientifiques fiables en vue de la gestion et de la protection des bêches-de-mer à l'île Maurice. Le principe de précaution est de mise et, à cet égard, il est recommandé de maintenir le moratoire pour éviter l'effondrement de l'activité.

Remerciements

Nous tenons à remercier les membres de l'équipe du Dr Ruby Moothien Pillay, de l'Institut océanographique de l'île Maurice, pour leur aide, leurs encouragements et leur soutien tout au long de ce projet. Nous remercions tout particulièrement Satyam Bhoyroo et Arnaud Nicholas pour leur contribution aux travaux en laboratoire et sur le terrain. Nous souhaitons également adresser nos remerciements aux professeurs Heiko Brunken et Dietmar Zacharias de l'Université de sciences appliquées de Brême pour leur soutien.

Bibliographie

AFRC (Albion Fisheries Research Center). 2011. Assessment and management of the sea cucumber fishery in Mauritius. Science Based Governance Roundtable, Ministry of Fisheries, Mauritius. Report on sea cucumber in the Lagoon of Mauritius. Ministry of Fisheries in Mauritius. Unpublished report.

Baird W.F and Associates Coastal Engineers Ltd. 2003. Study on coastal erosion in Mauritius. Final Technical Report. Oakville, Canada. Vol. 1. 462 p.

Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilisation: An international overview. p. 13–24. 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, Italy: Food and Agriculture Organization. 425 p.

Conand C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. p. 153–205. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). Sea cucumbers. A global review on fishery and trade. FAO Fisheries Technical Paper 516. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 319 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 d'information de la CPS 17:27–33.

Conand C., Michonneau F., Paulay G. andBruggemann H. 2010. Diversity of the holothuroid fauna (Echinodermata) in La Réunion (Western Indian Ocean). Western Indian Ocean Journal of Marine Science 9(2):145–151.

Eriksson H., Jamon A. et Wickel J. 2012. Observation des différents habitats de *Stichopus chloronotus*. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 32:39–42.

Friedman K., Eriksson H., Tardy E. and Pakoa K. 2011. Management of sea cucumber stocks: Patterns of vulnerability and recovery of sea cucumber stocks impacted by fishing. Fish and Fisheries 12:75–93.

James D.B. 1982. Ecology of intertidal echinoderms of the Indian seas. Journal of the Marine Biology Association of India 24:124–129.

Lampe K. 2013. Densité, répartition et diversité des holothuries : comparaison de sites exploités à différents degrés dans les lagons peu profonds de l'île Maurice. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 33:23–29.

Moore A. 1998. Notes préliminaires sur l'exploitation des holothuries dans la nouvelle réserve marine nationale de Wakatobi, Sulawesi (Indonésie). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 10:31–34.

Moothien Pillay R., Bacha Gian S., Bhoyroo V. and Curpen S. 2012. Adapting coral culture climate change: The Mauritian experience. Western Indian Ocean Journal of Marine Science 10(2):155–167.

Müller C.V. 1998. The role and distribution of holothurians in a shallow coastal lagoon, Mauritius. MSc Thesis. University of Wales. Bangor. 100 p.

Nentwig W., Bacher S., Beierkuhnlein C., Brandl R. and Grabherr G. 2004. Ökologie kompakt. München. Elsevier GmbH. 466 p.

Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Toral-Granda V.M., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries 14(1):34–59.

Rowe F.W.E. and Richmond M.D. 2004. A preliminary account of the shallow water echinoderms of Rodrigues, Mauritius, western Indian Ocean. Journal of Natural History 35:3273–3314.

Saddul P. 1995. Mauritius: A geomorphographical analysis. 1st ed. Mahatma Gandhi Press. Mauritius.

Quelques données sur la diversité et la maturité sexuelle des holothuries des mangroves de Babatngon, Province de Leyte (Philippines)

Maevel M. Romero[1,] et Jerome Benedict P. Cabansag[1]*

Résumé

Cette étude, réalisée d'août 2012 à janvier 2013, avait pour objet d'évaluer les holothuries des mangroves de Babatngon, dans la Province de Leyte, aux Philippines. La diversité spécifique, la relation longueur-poids, le développement des gonades et le contenu de l'appareil digestif ont été examinés. Au total, 104 individus ont été prélevés dans une zone d'une superficie totale de 1 800 m^2 et cinq espèces ont été identifiées : *Holothuria leucospilota*, *H. atra*, *H. impatiens*, *H. verrucosa* et *H. erinaceus*. La densité des populations d'holothuries à Babatngon s'établissait à 0,058 m^{-2}. Seuls 54,7 % des 24 spécimens disséqués présentaient des gonades, avec un indice gonadique situé entre 0,55 et 33,38, et cinq de ces spécimens étaient des mâles en cours de maturation. Les contenus intestinaux, très semblables au substrat, étaient composés de vase et de sable, avec des fragments de coquillages et d'algues.

Introduction

Depuis un peu moins d'un siècle, la récolte et la transformation des holothuries constituent une source de revenus pour de nombreux Philippins (Schoppe 2001). Les Philippines sont aujourd'hui le deuxième producteur et exportateur mondial de bêche-de-mer séchée (Purcell et al. 2013). Selon les habitants de la zone d'étude, l'abondance des holothuries a considérablement diminué par rapport à ce qu'elle était il y a 30 ans de cela. À une époque, les holothuries ont aussi fait l'objet d'une pêche sélective et délibérée à l'aide de compresseurs (narguilé), qui a finalement conduit à une interdiction totale de leur exploitation à Babatngon. Cette étude a permis de dresser l'inventaire des espèces d'holothuries présentes dans certaines zones de mangrove de Babatngon, et d'en déterminer l'écologie et la biologie.

Matériel et méthodes

L'étude a été conduite dans les eaux peu profondes des mangroves de Babatngon, dans la Province de Leyte (Philippines). Les spécimens ont été prélevés à trois stations d'échantillonnage établies dans trois zones distinctes : Sangputan, District 1 et Uban (figure 1). Ces sites ont été sélectionnés pour illustrer les différents environnements aquatiques rencontrés autour de Babatngon. Chaque site a été inventorié à deux reprises, de sorte qu'un échantillonnage a été réalisé dans chaque station en saison sèche et en saison humide. Trois transects à bande de 100 m^2 (50 x 2 m) ont été tirés en parallèle dans chaque station, étant donné que la mangrove a une largeur supérieure à 20 m. Un intervalle de 20 m a également été ménagé entre les transects pour éviter les pseudo-répétitions. Les coordonnées des stations d'échantillonnage ont été relevées au moyen d'un récepteur GPS Garmin 76, puis tracées numériquement au moyen du logiciel SIG Manifold 8.0. Afin de compléter la description des sites d'échantillonnage, des photos ont été prises avec un appareil Panasonic Lumix DMC-TS3.

Des prélèvements saisonniers d'holothuries ont été réalisés sur les trois sites entre août 2012 et janvier 2013. Chaque zone a été échantillonnée pendant un mois différent, et l'échantillonnage a été répété après trois mois. La collecte des spécimens a eu lieu de nuit. Sur chaque transect de 100 m^2, tous les spécimens d'holothuries rencontrés ont été prélevés et placés dans des sacs en plastique. Après leur transport, ils ont été immergés pendant dix minutes dans une solution de $MgCl_2$ à 5 % pour induire une relaxation et les anesthésier (Ahmed 2009). La température, le type de substrat et la salinité ont également été enregistrés.

La longueur, la largeur et le poids des holothuries ont été mesurés, de même que le nombre de tentacules. Leur morphologie a été observée, notée et photographiée. Trois individus par espèce au plus ont été conservés dans une solution d'éthanol à 70 % et ramenés au laboratoire pour des analyses plus poussées. Les autres spécimens ont été réintroduits dans la zone où ils avaient été prélevés.

Certains spécimens ont été disséqués pour recueillir le poids des gonades. Le stade de maturation gonadique a été déterminé d'après les caractéristiques macro- et microscopiques telles que la couleur, l'épaisseur, la forme et la longueur des gonades ainsi que le diamètre des tubules. Différents stades de développement gonadique ont été définis : immature, en cours de maturation, à maturité, et gonades vides (Hoareau et Conand 2002). L'identification spécifique a été effectuée grâce à l'examen des caractéristiques morphologiques (tentacules, verrues, papilles) et des spicules calcaires.

[1] Division of Natural Sciences and Mathematics, University of the Philippines Visayas Tacloban College, Magsaysay Avenue, Tacloban City, Philippines 6500
* Auteur à contacter : maevelromero@gmail.com

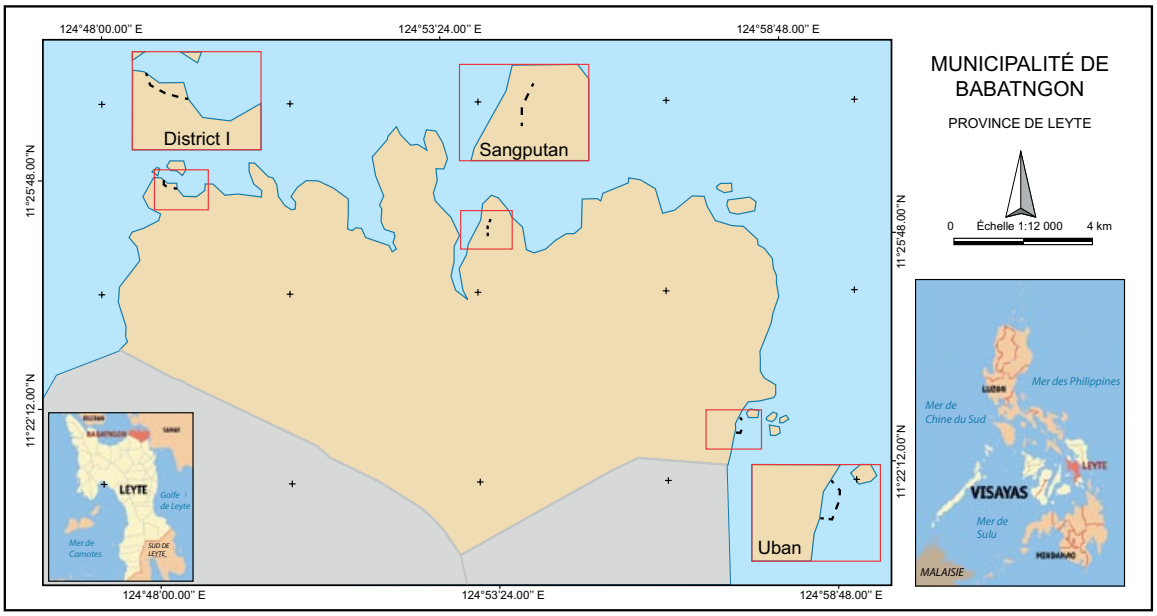

Figure 1. Emplacement des stations d'échantillonnage et des transects de 50 m dans l'écosystème de mangrove de Babatngon, Province de Leyte (Philippines).

Résultats et discussion

Au total, cinq espèces d'holothuries (*Holothuria leucospilota*, *H. impatiens*, *H. atra*, *H. verrucosa* et *H. erinaceus*) ont été prélevées sur les sites de Sangputan, Uban et District I à Babatngon, puis observées et évaluées. Le tableau 1 donne les comptages réalisés à chaque échantillonnage pour chacune des cinq espèces collectées dans ces trois sites. *H. erinaceus* était l'espèce la plus fréquemment observée, avec 81 individus prélevés à Uban (32 et 54 individus respectivement au premier et au second échantillonnage). L'espèce rencontrée le plus rarement était *H. atra*, qui n'était présente qu'à Uban, avec seulement deux spécimens sur l'ensemble de la population.

Holothuria leucospilota, une espèce commune, n'a été repérée que sur les sites de Sangputan et District I, une situation qui peut s'expliquer par la prévalence de roches et de crevasses où cette espèce aime se dissimuler. Sangputan et District I se trouvent à proximité de récifs coralliens. Uban est proche d'une zone d'herbiers, et les échantillons qui y ont été prélevés présentent la plus forte concentration de vase et une moindre proportion de composants grossiers.

Les viscères des holothuries collectées à Uban contenaient un substrat fin (vase et sable fin). *H. atra* est une espèce ubiquiste que l'on trouve habituellement sur le sédiment nu, les placiers récifaux et les herbiers (Kerr et al. 2006). *H. verrucosa* est une espèce cryptique que l'on a collectée à Uban, un site où abondent les roches et les crevasses privilégiées par cette espèce (Conand 1989).

Le tableau 2 indique les valeurs moyennes de poids et de longueur pour les trois espèces présentes dans les deux échantillonnages réalisés sur chaque site. Les poids et longueurs moyens les plus élevés, soit 301 g et 37 cm, ont été enregistrés pour *Holothuria leucospilota*, tandis que les mesures les plus faibles, à savoir 50 g et 17 cm, concernaient *H. erinaceus*.

La maturité sexuelle est mesurée au moyen de l'indice gonadique (tableau 3). Vingt-quatre individus ont été disséqués, dont 46 % étaient dépourvus de gonades. En outre, un seul spécimen femelle de *H. leucospilota* a été collecté à Sangputan et District I, en août et septembre respectivement. Le stade présentant la plus grande fréquence était « en cours de maturation » (mâles), soit au total cinq des spécimens disséqués (38 %) qui avaient des gonades. On a constaté une baisse de l'indice gonadique, de 10,167 (août) à 0,554 (novembre) et de 29,647 (septembre) à 18,847 (décembre) chez les spécimens d'*H. leucospilota* prélevés à Sangputan et à District I. En revanche, une augmentation de l'indice gonadique, de 12,205 (septembre) à 22,877 (décembre), a été enregistrée pour *H. impatiens*.

Il ressort du tableau 3 que sur les 24 spécimens disséqués, 11 étaient dépourvus de gonades et 10 étaient des mâles, pour seulement 3 femelles. On est loin du sex-ratio de 1:1 que l'on s'attend à trouver chez nombre d'espèces d'holothuries (Hassan 2005). Les données permettent de supposer que *H. leucospilota* était déjà à maturité dans la période d'août à octobre 2012, pour un début de ponte en novembre, tandis que *H. impatiens* était toujours en cours de maturation en août–octobre 2012 et n'est parvenu à maturité qu'en décembre. Aucune conclusion ne peut être formulée en ce qui concerne *H. verrucosa* et *H. erinaceus*, car ces espèces n'ont été rencontrées qu'une seule fois, et aucune tendance ne peut donc être dégagée. *H. verrucosa* présentait des gonades en cours de maturation en août 2012, et *H. erinaceus* se situait à un stade proche de la maturité en janvier 2013.

Tableau 1. Espèces d'holothuries observées dans les mangroves de différentes stations d'échantillonnage à Babatngon, Province de Leyte (Philippines), entre août 2012 et janvier 2013 (n = 104).

Espèces	Sangputan		District I		Uban		n	%
	Août	Novembre	Septembre	Décembre	Octobre	Janvier		
Holothuria leucospilota	1	3	3	2	-	-	9	8
Holothuria impatiens	-	-	1	8	-	-	9	9
Holothuria atra	-	-	-	-	2	-	2	2
Holothuria erinaceus	-	-	-	-	27	54	81	78
Holothuria verrucosa	-	-	-	-	3	-	3	3
Total	**1**	**3**	**4**	**10**	**32**	**54**	**104**	**100**

Tableau 2. Mesures minimales, maximales et moyennes de poids et de longueur pour toutes les espèces rencontrées à Babatngon, Province de Leyte (Philippines).

Espèces	Poids (g)			Longueur (cm)		
	Min	Max	Moyenne	Min	Max	Moyenne
Holothuria leucospilota	155	598	301	23	65	37
Holothuria impatiens	67	189	139	18	39	32
Holothuria atra	95	113	104	24	28	26
Holothuria verrucosa	68	102	90	13	31	20
Holothuria erinaceus	17	169	50	11	29	17

Tableau 3. Sexe, stade de maturation, indice gonadique, couleur des gonades, et longueur et diamètre des tubules des spécimens disséqués .

Station	Espèce	Mois	Couleur	Sexe	Indice gonadique	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Stade de maturation*
Sangputan	*Holothuria leucospilota*	Août	Jaune	F	10,17	110	1,15	3
		Novembre	Jaune	M	0,55	150	1,06	4
		Septembre	Blanche	F	25,92	160	1,02	3
			Blanche	M	33,38	180	0,86	3
		Décembre	Blanche	M	18,85	144	0,54	3
District I	*Holothuria impatiens*	Septembre	Blanche	M	12,21	56	0,83	2
		Décembre	Blanche	M	19,2	63	0,52	3
			Blanche	M	31,73	68	0,85	2
			Blanche	M	17,7	66	1,08	3
Uban	*Holothuria verrucosa*	Octobre	Blanche	M	14,56	40	0,51	2
			Blanche	M	28,42	45	0,67	2
	Holothuria erinaceus	Janvier	Blanche	M	19,1	90	0,75	3
			Blanche	M	16,41	90	0,66	2

* Stades de maturation : 1 = immature ; 2 = en cours de maturation ; 3 = à maturité ; 4 = gonades vides.

Remerciements

Nous souhaitons remercier Frank Rowe et Nahla Omran qui ont vérifié et identifié les spécimens d'holothuries ; Ronald Dionnie D. Olavides, Christine Edullantes et Inggat Laya Casilagan de l'Institut des sciences de la mer de l'Université des Philippines, qui ont contribué à l'identification des espèces ; ainsi que Victor A. Romero et Evelina M. Romero.

Bibliographie

Ahmed M. 2009. Morphological, ecological and molecular examination of the sea cucumber species along the Red Sea coast of Egypt and Gulf of Aqaba, with the investigation of the possibility of using DNA barcoding technique as a standard method for sea cucumber ID. Department of Biological Sciences, The University of Hull. 258 p.

Conand C. 1989. Ecology and biology of New Caledonia's main sea cucumber species. Sections of Chantal Conand's thesis: Les holothuries Aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie: écologie, biologie et exploitation. Translated and published by the Secretariat of the Pacific Community's Reef Fisheries Observatory, and Information and Translation Sections. 393 p.

Hassan M. 2005. Destruction of a *Holothuria scabra* population by overfishing at Abu Rhamada Island in the Red Sea. Marine Environmental Research 60:489–511.

Hoareau T. et Conand C. 2002. Reproduction sexuée de *Stichopus chloronotus*, holothurie scissipare, à La Réunion (océan Indien). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 15:4–12.

Kerr A.M., Netchy K. and Gawel A.M. 2006. Survey of the shallow-water sea cucumbers of the central Philippines. Technical Report no. 119. 56 p.

Purcell S., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Toral-Granda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries 14(1):34–59.

Schoppe S. 2001. La pêche de l'holothurie aux Philippines. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 13:10–13.

Caractéristiques minérales et organiques des sédiments des enclos d'élevage d'*Holothuria scabra* (Holothuroidea, Echinodermata)

Thomas Plotieau[1], Gilles Lepoint[2], Jean-Marc Baele[3], Gaëtan Tsiresy[4], Richard Rasolofonirina[4], Thierry Lavitra[4] et Igor Eeckhaut[1,4,]*

Résumé

Les propriétés minérales et organiques des sédiments des enclos d'élevage d'*Holothuria scabra* à Madagascar sont caractérisées pour la première fois dans cette étude réalisée dans quatre villages du sud-ouest de l'île, où le taux de croissance des holothuries s'établit à 0,5-2,1 g jour^{-1}. Les résultats montrent que les sédiments présents à Tampolove, où le taux de croissance de *H. scabra* est le plus rapide des quatre villages étudiés, présentent la plus forte proportion de sable fin, la plus importante concentration de protéines et la numération bactérienne la plus élevée. À l'inverse, la proportion totale de carbone organique et la valeur de δ15N dans les sédiments de Tampolove sont les plus faibles des quatre villages.

Introduction

Holothuria scabra est un détritivore dont le taux de croissance peut atteindre, selon les estimations, des valeurs de 0,2–0,9 g jour^{-1} (Hamel et al. 2001). Comme les autres holothuries, *H. scabra* extrait les nutriments nécessaires à sa croissance du sédiment présent sur le fond marin. En revanche, on ne connaît guère la composition minérale et organique des sédiments dont elle se nourrit. Il est donc important pour l'élevage d'en déterminer les caractéristiques, car la qualité du sédiment pourrait en partie expliquer les variations du taux de croissance en exploitation. Schneider et al. (2011) ont récemment montré que les holothuries influent sur l'alcalinité des eaux dans lesquelles elles évoluent en digérant les carbonates des sédiments, ce qu'avait déjà constaté Hammond (1981). L'élevage des holothuries en mer est pratiqué depuis 2008 dans quatre villages disséminés sur 200 km du littoral sud-ouest de Madagascar. Un suivi a été mis en place afin de comparer les taux de croissance de *H. scabra* dans les enclos des quatre villages (Tsiresy et al. 2011). L'étude présentée ici visait à déterminer les caractéristiques minérales et organiques des sédiments présents dans les enclos où est cultivée *H. scabra* dans le sud-ouest du pays. Comme c'est la première fois que les caractéristiques des sédiments ingérés par *H. scabra* sont étudiées de manière détaillée, ces travaux pourront servir de référence à toute personne désireuse d'élever ces espèces en enclos.

Matériel et méthodes

Un suivi de la croissance des holothuries a été réalisé dans quatre villages situés à proximité de Toliara, dans le sud-ouest de Madagascar, de mai 2009 à octobre 2010. L'un des villages, Sarodrano, se trouve au sud de Toliara, tandis que les trois autres (Andrevo, Fiherenamasay et Tampolove) sont situés au nord (figure 1).

Figure 1. Situation des quatre villages du sud-ouest de Madagascar où l'élevage intensif des holothuries fait l'objet d'un suivi depuis 2009.

[1] Laboratoire de biologie des organismes marins et biomimétisme, Université de Mons, B-7000 Mons, Belgique
[2] Laboratoire d'océanologie, Université de Liège, B6 Sart Tilman, B-4000 Liège, Belgique
[3] Géologie fondamentale et appliquée, Université de Mons, B-7000 Mons, Belgique
[4] Unité de recherche en polyaquaculture, IHSM, Université de Toliara, 601 Toliara, Madagascar
* Auteur à contacter : igor.eeckhaut@umons.ac.be

Comme les juvéniles d'holothuries étaient dispersés dans les enclos, la densité constatée au début des travaux s'établissait à 2 ind. m^{-2} au maximum (voir Eeckhaut et al. 2009 et 2012, au sujet du développement des juvéniles avant l'élevage), soit la densité recommandée par Lavitra et al. (2010). Les résultats du suivi de la croissance sont détaillés dans Tsiresy et al. (2011), à l'exception de ceux concernant Tampolove. Le taux de croissance journalier était de 2,1 g à Tampolove, 1,7 g à Andrevo, 1,5 g à Sarodrano et 0,5 g à Fiherenamasay.

Échantillonnage

En octobre 2010, des prélèvements ont été effectués dans la couche supérieure (les deux premiers centimètres) du sédiment de surface où s'alimente *H. scabra* dans les enclos des exploitations de chaque village. Les échantillons de sédiment ont été directement conservés à une température de 4 °C, ou conservés dans une solution de paraformaldéhyde 4 % (dans de l'eau de mer filtrée à 0,2 μm), puis entreposés à 4 °C. Une fois à Toliara, une fraction des échantillons non fixés à été utilisée pour quantifier la concentration de chlorophylle *a* provenant des micro-organismes photosynthétiques. Une autre fraction a été séchée au four pendant 48 heures, à une température de 60 °C, en vue d'analyses ultérieures au Laboratoire de biologie des organismes marins et biomimétisme. Ces échantillons secs ont servi à déterminer la granulométrie, la teneur en matière organique, l'abondance des carbonates et la nature des minéraux. Les échantillons fixés en solution de paraformaldéhyde 4 % ont été utilisés pour établir la numération bactérienne.

Analyses de la matière organique et de la composition minérale

Les méthodes utilisées dans cette étude sont expliquées dans Plotieau et al. (2013a). Pour chaque essai, les valeurs moyennes (indiquées à la section Résultats) ont été calculées à partir de cinq répétitions.

La teneur en matière organique a été déterminée par carbonisation. La quantité de bactéries a été estimée au moyen de la technique DAPI (coloration au diamidino-2-phénylindole). La quantité de micro-organismes photosynthétiques dans le sédiment a été estimée d'après la concentration en chlorophylle *a*. Des analyses des isotopes stables (δ13C et δ15N) ont été réalisées sur les échantillons de sédiment et sur des holothuries.

Des échantillons de 100 g de sédiment prélevé dans chaque village ont été tamisés, puis pesés pour en déterminer composition granulométrique. Les carbonates ont été enregistrés après dissolution du chlorure d'hydrogène (HCl), et la technique de diffraction des rayons X a permis de déterminer l'abondance de quatre minéraux : le quartz, qui était composé de silice (SiO_2) quasiment pure ; la calcite, qui est le plus stable polymorphe du carbonate de calcium ($CaCO_3$) ; l'aragonite qui, d'un point de vue thermodynamique, est une forme métastable de carbonate de calcium ($CaCO_3$) à température et pression normale ; et la calcite magnésienne $(Ca,Mg)CO_3$, une variété de calcite composée de carbonate magnésien aléatoirement substitué dans une trame désordonnée de calcite. La calcite magnésienne est le biominéral qui constitue l'essentiel du squelette des échinodermes.

Pour les comptages directs par la technique DAPI, la teneur totale en matière organique, les proportions de carbonates et la teneur en chlorophylle *a*, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été réalisé ($\alpha < 0{,}05$) afin de comparer les enclos avec la transformation arcsinus utilisée pour les pourcentages.

Résultats

Les résultats obtenus sont résumés au tableau 1. Les fractions de sable < 500 μm représentent 85 % du poids sec du sédiment prélevé à Tampolove, 73–50 % pour Sarodrano et Andrevo, et moins de 50 % pour Fiherenamasay. Ce village est le seul où le sédiment contenait plus de 25 % de sable d'une granulométrie supérieure à 1 mm. Par comparaison, le sédiment de Tampolove contenait moins de 2 % de particules de cette taille.

Le carbone organique total (COT) dans le sédiment constituait 0,4–2,0 % du poids sec total des échantillons prélevés dans les quatre villages (tableau 1). Le COT des sédiments provenant de Fiherenamasay et de Tampolove présentait des écarts significatifs et différait de ceux des deux autres villages ($P < 0{,}05$). Le COT le plus élevé a été observé à Sarodrano, suivi par Andrevo et Fiherenamasay. Il est

Tableau 1. Caractéristiques minérales et organiques du sédiment présent dans les enclos d'élevage. Les valeurs les plus fortes sont indiquées en gras, les plus faibles en italique.

	Sarodrano	Andrevo	Fiherenamasay	Tampolove	Moyenne
Taux de croissance	1,5	1,7	*0,5*	**2,1**	1,45
Proportion de particules < 500 µm (%)	73	50	*43*	**85**	62,7
Carbone organique total (%)	**2,0 ± 0,24**	1,8 ± 0,26	1,1 ± 0,13	*0,4 ± 0,13*	1,325
Teneur en protéines (µg μl^{-1})	*0,015 ± 0,001*	0,024 ± 0,01	0,018 ± 0,003	**0,049 ± 0,002**	0,0265
$\delta^{15}N$ (‰)	3,1 ± 0,2	2,2 ± 0,5	**4,2 ± 0,2**	*0,9 ± 0,9*	2,6
Numération bactérienne (DAPI) (x 10^9)	0,9 ± 0,4	*0,7 ± 0,07*	0,8 ± 0,1	**2,0 ± 0,9**	1,1
Concentrations de chlorophylle *a* (mg g^{-1})	**6,9 ± 1,1**	*1,4 ± 0,3*	3,3 ± 0,8	4,5 ± 3,7	4
Proportion de carbonate (%)	*35 ± 1*	48 ± 5	**94 ± 2,5**	74 ± 0,5	62,75
Calcite magnésienne (%)	9	7	**35**	16	16,7

surprenant que le COT le plus faible ait été relevé à Tampolove où le taux de croissance de *H. scabra* est le plus fort. La teneur en protéines des sédiments allait de 0,015 $\mu g\ \mu l^{-1}$ à 0,049 $\mu g\ \mu l^{-1}$ (tableau 1). Seul le sédiment de Tampolove présentait une teneur en protéines significativement différente de celle des autres villages ($P < 0,05$), soit trois fois plus que dans ces trois villages où elle est inférieure à 0,025 $\mu g\ \mu l^{-1}$. Le nombre moyen de bactéries observées au moyen de la coloration au DAPI variait entre 7×10^8 et 2×10^9, le chiffre le plus élevé correspondant au sédiment de Tampolove (tableau 1) qui est nettement supérieur à celui trouvé dans les sédiments d'Andrevo et de Fiherenamasay ($P < 0,05$). En revanche, le nombre de bactéries trouvées dans l'échantillon de Tampolove ne diffère pas de manière significative de celui de Sarodrano, étant donné les écarts-types importants relevés pour ces deux endroits. Notons toutefois que le nombre moyen de bactéries est deux fois plus important à Tampolove. Les concentrations moyennes en chlorophylle *a* se situent entre 1,4 mg g^{-1} et 6,9 mg g^{-1} de sédiment (poids humide) (tableau 1), les chiffres les plus élevés ayant été trouvés pour le sédiment de Sarodrano et les plus faibles pour Andrevo.

La figure 2 illustre les moyennes de δ15N et de δ13C obtenues pour les sédiments et les holothuries des quatre villages. Les valeurs moyennes de δ15N pour les holothuries diffèrent significativement dans les quatre villages, ce qui indique des différences d'alimentation. En revanche, les sédiments présentent des valeurs moyennes de δ13C semblables pour les quatre villages, mais des valeurs moyennes très différentes pour δ15N, ce qui laisse à penser que la teneur en matières organiques apportées par les producteurs primaires varie selon les sédiments.

La proportion moyenne de carbonates, déterminée par attaque acide, s'établit à 35 ± 1 % du poids humide du sédiment de Sarodrano, 48 ± 5 % pour Andrevo, 94 ± 2,5 % pour Fiherenamasay et 74 ± 0,5 % pour Tampolove. Il est étonnant que la plus importante fraction de carbonates ait été relevée là où la croissance des holothuries est la plus faible.

L'abondance relative des principaux minéraux identifiés (quartz, calcite magnésienne, aragonite et calcite) des deux fractions granulométriques (> et < 500 μm) pour les quatre villages est illustrée à la figure 3 qui présente le profil minéralogique de chaque exploitation. Le quartz est le minéral le plus important à Sarodrano, Andrevo et Tampolove, quelles que soient les fractions analysées. À Fiherenamasay, le site où la croissance des holothuries est la plus faible, c'est la calcite magnésienne qui prédomine. Dans tous les sites, on trouve davantage de calcite magnésienne que de calcite (sauf dans la fraction < 500 μm à Fiherenamasay où la proportion est la même). La situation observée à Fiherenamasay contraste nettement avec celle des autres villages où le minéral le plus important dans les deux fractions est la calcite magnésienne, suivie par l'aragonite, le quartz et la calcite.

Discussion

Dans un document récent (Plotieau et al. 2013a), nous avons comparé les caractéristiques des sédiments dans les enclos (là où les holothuries se nourrissent) et à l'extérieur des enclos de deux villages après achèvement de six cycles d'élevage. L'échantillonnage destiné à la présente étude a été réalisé un an après ces analyses (Plotieau et al. 2013a). On constate que la composition du sédiment est

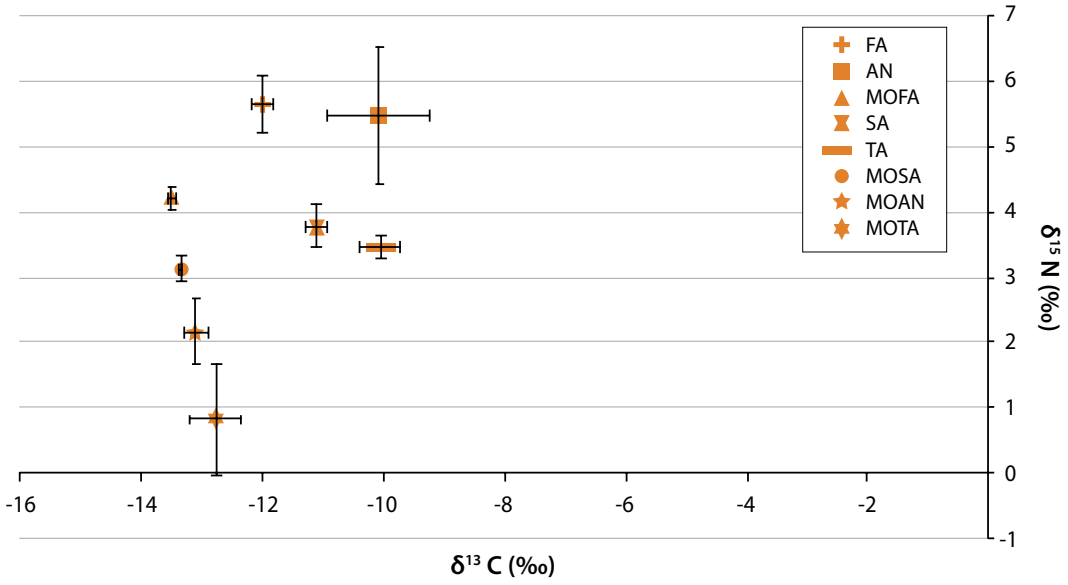

Figure 2. Valeurs moyennes de δ13C et de δ15N des holothuries et de la matière organique dans chacun des villages étudiés. TA = holothuries de Tampolove ; AN = holothuries d'Andrevo ; SA = holothuries de Sarodrano ; FA = holothuries de Fiherenamasay ; MOTA = matière organique à Tampolove ; MOAN = matière organique à Andrevo ; MOSA = matière organique à Sarodrano ; MOFA = matière organique à Fiherenamasay.

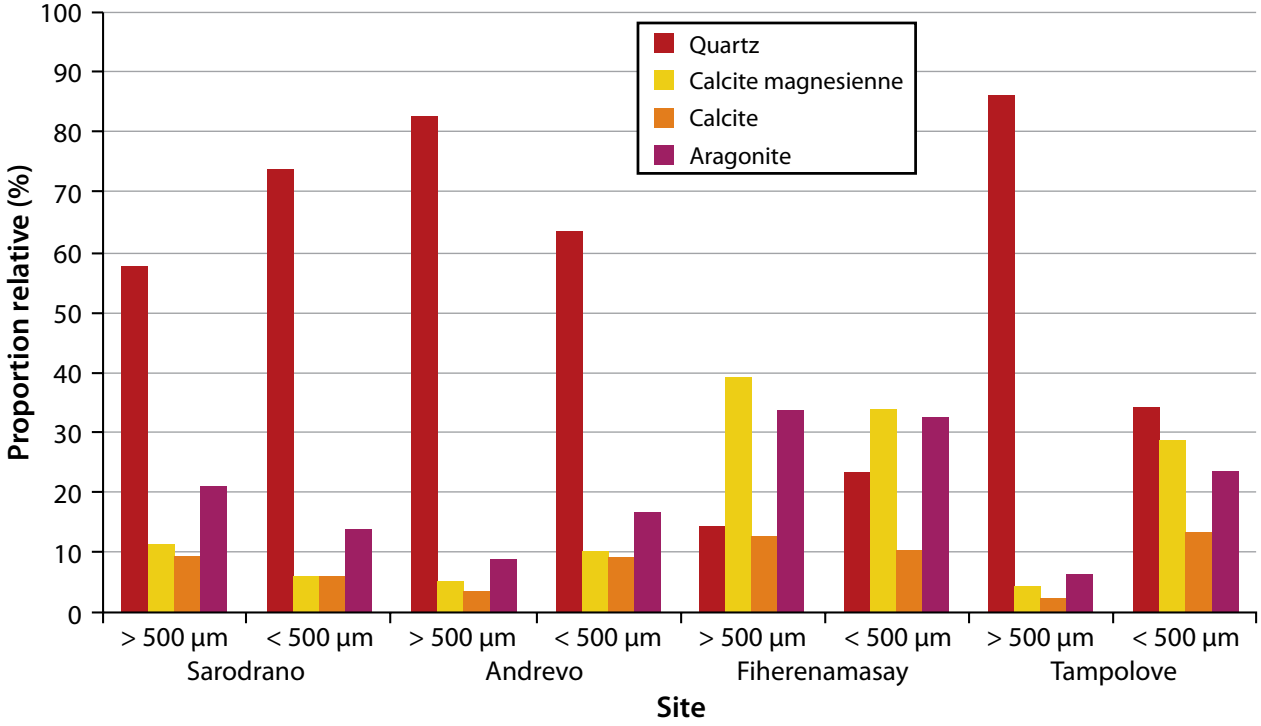

Figure 3. Abondance des principaux minéraux identifiés par diffraction des rayons X dans les deux classes granulométriques de sédiment prélevé dans les quatre villages.

parfois considérablement influencée par l'alimentation des holothuries : la proportion de la fraction granulométrique la plus fine (< 250 µm) est tombée de 14 % à 5 %, la proportion globale de carbonates a diminué de 5 % et le nombre de bactéries a chuté dans des proportions atteignant jusqu'à 50 % (Plotieau et al. 2013a).

Dans ce document, nous donnons des informations sur les valeurs de certains paramètres importants du sédiment dans la fourchette où l'on a observé chez les holothuries une croissance située entre 0,5 g jour^{-1} et 2,1 g jour^{-1}. Les résultats obtenus dans cette étude sont résumés au tableau 1. Bien qu'aucune corrélation directe ne puisse être établie entre le taux de croissance de *H. scabra* et les caractéristiques du sédiment, la comparaison des différentes exploitations permet de déceler une tendance générale. À Tampolove, où le taux de croissance est rapide, la finesse du sable, la concentration en protéines et la numération bactérienne présentent les valeurs les plus fortes des quatre villages. Toujours à Tampolove, la proportion de COT et la valeur de δ15N sont les plus faibles. La faible valeur du COT dans ce village indique que la croissance de *H. scabra* n'est pas améliorée par une forte teneur du sédiment en matières organiques. La concentration de COT paraît particulièrement faible, avec une moyenne de 1,325 % pour l'ensemble des exploitations, le reste étant constitué par les minéraux.

La faible valeur de δ15N semble indiquer que la matière organique est essentiellement constituée de producteurs primaires, vivants et morts. Les analyses isotopiques révèlent des différences dans la nature globale de la matière organique dont se nourrissent les holothuries : la valeur de δ13C est semblable dans les quatre villages, tandis que celles de δ15N diffèrent. Les variations de δ15N laissent à penser que les organismes morts présents dans la matière organique ne se situaient pas au même niveau de la chaîne trophique lorsqu'ils étaient en vie. En outre, les résultats portent à croire que la matière organique des sédiments de Tampolove comprend une forte proportion de producteurs primaires, par opposition à Fiherenamasay où la matière organique contient des fragments d'organismes provenant d'un niveau plus élevé de la chaîne trophique. Cette situation pourrait s'expliquer par la présence d'importantes populations d'ophiurides (*Ophiocoma scolopendrina*), à une densité de > 3 ind. m^{-2} à Fiherenamasay (obs. pers.), mais pas dans les trois autres villages. Une fois morts, ces organismes pourraient grandement contribuer à la formation de matière organique, une hypothèse appuyée par la forte proportion de calcite magnésienne trouvée dans le sédiment, étant donné que le squelette des échinodermes est constitué de calcite magnésienne.

Les résultats obtenus ont parfois un faible degré de cohérence. La concentration en chlorophylle *a* ne correspond pas parfaitement aux résultats des analyses isotopiques. Cela pourrait être dû au fait que la concentration en chlorophylle *a* est corrélée avec les producteurs primaires vivants, tandis qu'une faible valeur de δ15N pourrait indiquer que la matière organique est composée de producteurs primaires morts ou vivants. Les concentrations en protéines sont elles aussi différentes selon que l'on examine les numérations bactériennes ou les concentrations de chlorophylle *a* des quatre exploitations. Nous supposons que cela tient au fait que la concentration en protéines prend en compte l'ensemble des micro- et des macroorganismes (tels que les nématodes) présents dans un échantillon et qu'elle peut donc être différente de la concentration d'une catégorie donnée d'organismes, dans ce cas les bactéries ou les producteurs primaires. Nous constatons

cependant que la plus forte concentration en protéines a été observée à Tampolove où l'on a également enregistré le taux de croissance le plus élevé et la concentration bactérienne la plus forte (voir Plotieau et al. 2013b au sujet de la composition bactérienne des viscères de *H. scabra*).

Les résultats concernant la fraction minérale montrent de fortes variations du profil minéral d'une exploitation à l'autre, sans que ces variations semblent avoir d'incidences significatives sur la croissance des holothuries. La proportion de quartz varie dans des proportions considérables, de 6 % à 65 %, ce qui indique que la composition minérale dépend des eaux de ruissellement des cours d'eau. Andrevo et Sarodrano reçoivent respectivement les eaux de la Manombo et de l'Onilahy, tandis qu'aucune rivière n'alimente directement Fiherenamasay et Tampolove. C'est notamment à Fiherenamasay que la composition minérale est radicalement différente de celle des autres villages, avec une très faible proportion de quartz et beaucoup plus de calcite et d'aragonite. C'est aussi la seule exploitation établie sur un récif frangeant, celles de Sarodrano et d'Andrevo étant situées dans des lagons protégés par un récif-barrière, et celle de Tampolove dans une baie. Schneider et al. (2011) ont récemment étudié le rôle que pourraient jouer les holothuries dans le maintien de l'équilibre calco-carbonique des récifs coralliens. Lorsqu'ils ingèrent des sables et gravats carbonatés, ces organismes détritivores les transforment dans leur tube digestif, provoquant la dissolution du $CaCO_3$. La population d'holothuries a été jugée responsable de près de 50 % de la dissolution nocturne du $CaCO_3$. Nous avons montré que la croissance de *H. scabra* demeure satisfaisante, même à de faibles concentrations de $CaC0_3$, et qu'elle ne s'améliore pas lorsque les holothuries sont élevées sur des sédiments présentant une forte concentration de composés carbonatés. Comme on le sait, la présence de quartz est souvent associée à celle du feldspath dans lequel la biodisponibilité des ions K, Na et Ca est plus importante, mais il est pour l'heure impossible d'affirmer que la croissance de *H. scabra* est facilitée par la présence de quartz ou de calcite. Des expériences devraient être mises au point en laboratoire, avec des sédiments élaborés sur place, afin d'étudier l'impact réel des minéraux et des composés organiques sur la croissance des holothuries.

Remerciements

Nous souhaitons remercier la Commission universitaire pour le développement et l'Agence malgache de la pêche et de l'aquaculture qui ont financé les missions d'étude à Madagascar. Thomas Plotieau a bénéficié d'une bourse de doctorat du Fonds pour la formation à la recherche dans l'industrie et l'agriculture. Cette étude émane du Centre interuniversitaire de biologie marine et de l'Unité de recherche en polyaquaculture.

Bibliographie

Eeckhaut I., Lavitra T., Rasolofonirina R., Rabenevanana M.W., Gildas P. et Jangoux M. 2009. Madagascar Holothurie SA : la première entreprise commerciale axée sur l'aquaculture des holothuries à Madagascar. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 28:22–23.

Eeckhaut I., Lavitra T., Léonet A., Jangoux M. and Rasolofonirina R. 2012. *In-vitro* fertilisation: A simple, efficient method for obtaining sea cucumber larvae year round. p. 40–49. In: Hair C.A., Pickering T.D. and Mills D.J. (eds). Asia-Pacific tropical sea cucumber aquaculture. Proceedings of an international symposium held in Noumea, New Caledonia. ACIAR Proceedings no. 136. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. 209 p.

Hamel J.-F., Conand C., Pawson D.L. and Mercier A. 2001. The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): Its biology and exploitation as beche-de-mer. Advances in Marine Biology 41:129–231.

Hammond L.S. 1981. An analysis of grain size modification in biogenic carbonate sediments by deposit-feeding holothurians and echinoids (Echinodermata). Limnology and Oceanography 26:898–906.

Lavitra T., Fohy N., Gestin P., Rasolofonirina R. et Eeckhaut I. 2010. Effet de la température de l'eau sur la survie et la croissance des juvéniles endobenthiques de *Holothuria scabra* (Echinodermata : Holothuroidea) élevés dans des bassins extérieurs. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 30:25–28.

Plotieau T., Baele J.M., Vaucher R., Hasler C.A., Koudad D. and Eeckhaut I. 2013a. Analysis of the impact of *Holothuria scabra* intensive farming on sediment. Cahiers de Biologie Marine 54:703–711.

Plotieau T., Lavitra T., Gillan D. and Eeckhaut I. 2013b. Bacterial diversity in the digestive tube of *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata). Marine Biology 160(12):3087–3101.

Schneider K., Silverman J., Woolsey E., Eriksson H., Byrne M. and Caldeira K. 2011. Potential influence of sea cucumbers on coral reef $CaCO_3$ budget: A case study at One Tree Reef. Journal of Geophysical Research 116 [doi:10.1029/2011JG001755].

Tsiresy G., Pascal B. et Plotieau T. 2011. Analyse du grossissement d'*Holothuria scabra* exploitée en micro fermes marines (région Sud-Ouest de Madagascar). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 31:17–22.

Comportement alimentaire sélectif de certaines espèces d'holothuries aspidochirotes (Echinodermata : Holothuroidea) à Stidia, dans la région de Mostaganem (Algérie)

Noreddine Belbachir[1,2,], Karim Mezali[2] et Dina Lila Soualili[2]*

Résumé

La présente étude porte sur le comportement alimentaire de certaines espèces d'holothuries aspidochirotes vivant dans les herbiers à *Posidonia oceanica*, aux environs de Stidia, dans la région algérienne de Mostaganem, et vise à déterminer si les espèces en question sont capables de se nourrir de façon sélective. Aux fins de l'étude, nous avons procédé à une évaluation de la teneur en matière organique des sédiments du biotope et de ceux retrouvés dans l'appareil digestif et les déjections des espèces ciblées. Une analyse granulométrique des particules ingérées par *Holothuria* (*Roweothuria*) *poli* et des particules sédimentaires de son biotope a en outre été réalisée, afin d'apprécier le degré de sélectivité alimentaire de cette espèce. Les holothuries étudiées font preuve de sélectivité vis-à-vis des matières organiques : *H.* (*Platyperona*) *sanctori* est l'espèce la plus sélective, suivie de *H.* (*Panningothuria*) *forskali*, de *H.* (*R.*) *poli* et de *H.* (*Holothuria*) *tubulosa*. Les différences de sélectivité observées pourraient s'expliquer par la micro-répartition des holothuries dans les divers habitats de l'herbier à *Posidonia* (« herbier sur matte », « inter-matte », « tombants de matte »). *H.* (*R.*) *poli* sélectionne les fractions fines et très fines du sédiment, ce qui corrobore la « théorie de la stratégie optimale de recherche alimentaire ».

Introduction

Les holothuries aspidochirotes sont les espèces que l'on retrouve le plus fréquemment dans le substrat benthique de l'écosystème *Posidonia oceanica* en mer Méditerranée. Elles contribuent activement au recyclage de la matière organique et jouent un rôle important dans la « chaîne alimentaire des détritus » de cet écosystème (Zupo et Fresi 1984). Le comportement alimentaire sélectif des holothuries a été étudié à maintes reprises. Outre les avantages manifestes découlant de la consommation d'aliments à la valeur nutritive élevée, le fait que les holothuries sélectionnent leurs nutriments pourrait expliquer la différenciation de niches entre les diverses espèces qui vivent dans un même habitat (Roberts 1979). Mezali et Soualili (2013) ont récemment procédé à l'analyse du contenu de l'appareil digestif d'espèces d'holothuries présentes dans des eaux peu profondes du littoral algérien, et ont montré que certaines espèces ingéraient à la fois du sédiment grossier et du sédiment fin — *Holothuria* (*Holothuria*) *tubulosa*, *H.* (*Roweothuria*) *poli* et *H.* (*H.*) *stellati* — tandis que d'autres espèces privilégiaient le sédiment fin et très fin, à savoir *H.* (*Panningothuria*) *forskali* et *H.* (*Platyperona*) *sanctori*. Le présent article vise à étudier le comportement alimentaire sélectif des holothuries aspidochirotes vivant sur la frange littorale de la région de Mostaganem, en Algérie.

Matériel et méthodes

L'échantillonnage a été réalisé à Stidia (figure 1), à une profondeur moyenne de moins de trois mètres. En vue de l'analyse du taux de matière organique (MO), des lots d'échantillons de 10 individus ont été recueillis pour chaque espèce : *H.* (*H.*) *tubulosa*, *H.* (*R.*) *poli*, *H.* (*P.*) *sanctori* et *H.* (*P.*) *forskali*.

Figure 1. Situation géographique de la zone d'étude.

[1] Département de biologie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, B.P. 300, Algérie
[2] Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, B.P. 300, Algérie
* Auteur à contacter : belbachirnoreddine@hotmail.fr

Les premiers millimètres du sédiment du biotope (BS) et des déjections (F) d'holothuries ont été collectés. Le contenu digestif (DC) de chaque individu a lui aussi été prélevé avec soin. Les taux de matière organique dans DC, BS et F ont été déterminés selon le protocole recommandé par Massin (1980) : les sédiments ont été séchés au four et pesés (poids sec : PS), puis incinérés dans un four à moufle et de nouveau pesés (poids des cendres : PC). On a appliqué la formule suivante : MO (en %) = (1 - PC / PS) x 100. Une analyse de la variance à un facteur a été effectuée. En vue de l'analyse granulométrique, 20 individus *Holothuria* (*R.*) *poli* ont été recueillis et les premiers millimètres du sédiment de leur biotope ont été collectés. Les contenus digestifs de chaque individu ont également été prélevés. Les sédiments retrouvés dans l'appareil digestif des 20 individus ont été rassemblés (conformément au protocole établi par Roberts [1979]), afin de disposer d'une quantité suffisante de sédiment sec (≥ 150 g). Le sédiment obtenu a ensuite été séché au four, puis pesé de manière à déterminer son poids initial. La fraction fine a été obtenue par tamisage humide (tamis 40 µm). Le reste du sédiment a de nouveau été séché au four, pesé (poids final), puis tamisé mécaniquement à l'aide de tamis normalisés AFNOR. Chaque refus de tamis a été pesé et exprimé en pourcentage du poids initial. On a ainsi pu déterminer les pourcentages des différentes fractions : sédiment très grossier (> 2 000 µm) ; grossier (600–2 000 µm) ; moyen (200–600 µm) ; fin (60–200 µm) et très fin (40–60 µm) (Berthois 1975). Le même protocole a été employé pour le sédiment du biotope. La sélectivité de *H.* (*R.*) *poli* vis-à-vis de la taille des grains du sédiment a été examinée en calculant l'indice d'électivité : E' = (ri - pi) / (ri + pi) (où ri est le pourcentage de sédiment retenu, pi est le pourcentage de sédiment environnant, E' = 0 signifie qu'il n'existe aucune sélectivité, 1 < E' < 0 indique un comportement d'évitement et 0 < E' < 1 signale une préférence) (Ivlev 1961 dans Stamhuis et al. 1998).

Résultats

Le taux de matière organique observé dans le sédiment du contenu digestif chez les quatre espèces d'holothuries était élevé par rapport au taux enregistré pour le sédiment de leur biotope (figure 2). Étant donné que la teneur en matière organique du contenu digestif varie d'une espèce à l'autre ($P < 0{,}01$) (figure 2), il est donc possible de classer les espèces en fonction de leur sélectivité vis-à-vis de la matière organique : *H.* (*P.*) *sanctori* est l'espèce la plus sélective, suivie de *H.* (*P.*) *forskali*, de *H.* (*R.*) *poli* et de *H.* (*H.*) *tubulosa*. Le taux de matière organique relevé dans le sédiment du contenu digestif de *H.* (*R.*) *poli* est très élevé (7,45 %) par rapport au résultat obtenu pour *H.* (*H.*) *tubulosa* (2,99 %) (figure 2). La teneur en matière organique des déjections de *H.* (*P.*) *sanctori* et de *H.* (*R.*) *poli* est nettement supérieure aux taux observés pour le sédiment de leur biotope ($P < 0{,}01$) (figure 2). En revanche, le taux de matière organique noté dans les déjections de *H.* (*H.*) *tubulosa* et de *H.* (*P.*) *forskali* est quasiment le même que celui enregistré pour le sédiment du biotope (figure 2).

Les sédiments collectés à Stidia sont essentiellement composés de sable à grains moyens (200–600 µm) (figure 3). S'agissant des classes granulométriques, les proportions obtenues pour le sédiment issu du contenu digestif sont

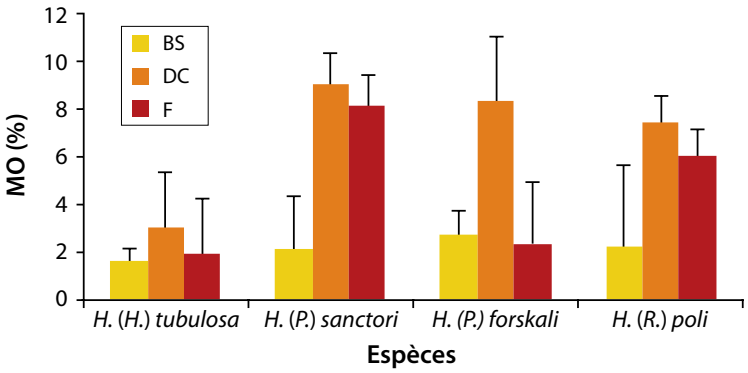

Figure 2. Matière organique relevée dans le sédiment du biotope (BS), le contenu digestif (DC) et les déjections (F) d'holothuries aspidochirotes de Stidia, dans la région de Mostaganem (Algérie), en pourcentage.

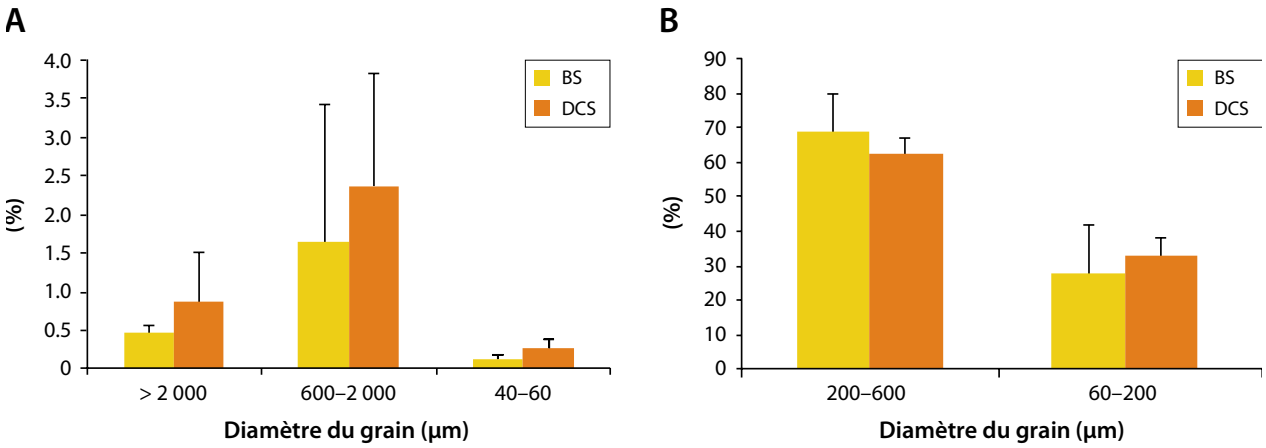

Figure 3. Répartition en pourcentage des classes granulométriques du sédiment du biotope (BS) et du sédiment du contenu digestif (DCS) de *H.* (*R.*) *poli*, à Stidia. A) : sédiment très grossier (> 2 000 µm), grossier (600–2 000 µm) et très fin (40–60 µm) ; B) sédiment moyen (200–600 µm) et fin (60–200 µm) (classification de Berthois [1975]).

systématiquement supérieures à celles enregistrées pour le sédiment du biotope, hormis pour la fraction moyenne (figure 3). *Holothuria* (*R.*) *poli* opte généralement pour de grandes quantités de sédiments, de préférence de type fin (figure 3). C'est néanmoins la fraction très fine qui est privilégiée dans la mesure où elle affiche l'indice d'électivité le plus élevé (figure 4). *Holothuria* (*R.*) *poli* présente un degré de sélectivité quasiment identique pour le sable fin et le sable grossier (figure 4).

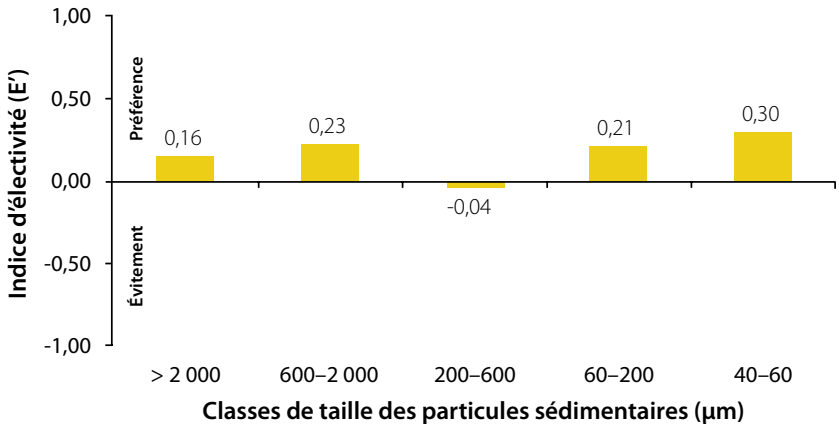

Figure 4. Indice d'électivité (E') par classe de taille des particules sédimentaires, indiquant une préférence (valeurs positives) ou un comportement d'évitement (valeurs négatives) de *Holothuria* (*R.*) *poli* vis-à-vis d'une classe de taille lors de la sélection des particules sédimentaires.

Discussion

Analyse des taux de matière organique

Il est possible que le taux de matière organique relevé dans le contenu de l'appareil digestif, comparativement élevé par rapport au taux obtenu pour le sédiment du biotope, soit dû à la sélection opérée par les espèces d'holothuries étudiées vis-à-vis de la matière organique (Moriarty 1982 ; Mezali et Soualili 2013). La variation des concentrations en matière organique dans le contenu de l'appareil digestif de ces espèces pourrait s'expliquer par le fait que chaque espèce fréquente un biotope particulier au sein des herbiers à *Posidonia*. *H.* (*H.*) *tubulosa* occupe ainsi l'inter-matte (Mezali 2004), une zone fortement influencée par l'environnement hydrodynamique, ce qui entraîne généralement une dispersion de la nourriture. Quant à *Holothuria* (*P.*) *sanctori* et à *H.* (*P.*) *forskali*, on les retrouve le plus souvent entre les rhizomes de *Posidonia* au tombant de matte (Mezali 2008), à savoir un biotope où s'accumule une grande quantité de matériaux détritiques (Boudouresque et Jeudy de Grissac 1983). Le taux de matière organique observé dans le contenu digestif de *H.* (*R.*) *poli*, comparativement élevé par rapport à celui noté chez *H.* (*H.*) *tubulosa*, ne corrobore pas les chiffres obtenus par Mezali et Soualili (2013) à Tamentefoust, où les chercheurs avaient trouvé 8,70 % de matière organique dans le contenu digestif de *H.* (*H.*) *tubulosa* contre 6,67 % chez *H.* (*R.*) *poli* ; ce résultat est jugé surprenant, car les deux espèces fréquentent le même biotope (inter-matte). Par ailleurs, la teneur en matière organique du contenu digestif de *H.* (*R.*) *poli* relevée à Stidia (zone exposée) est presque identique à celle obtenue par Mezali et Soualili (2013) sur le site protégé de Tamentefoust (6,67 %), et dépasse le taux enregistré par les mêmes auteurs dans la zone exposée de Sidi-Fredj (2,49 %) ; le processus d'hydrodynamisme, fréquent sur les sites exposés, entraîne habituellement la dispersion des biodétritus riches en matière organique. Nous avons remarqué que, dans nos échantillons, la majorité des individus *H.* (*R.*) *poli* vivaient dans un herbier à *Caulerpa prolifera*, habitat qui précède l'herbier à *Posidonia*. La même préférence en matière de biotope a été signalée par Tortonese (1965). Grâce à sa capacité à retenir et à piéger les particules organiques, *Caulerpa prolifera* favorise l'enrichissement du sédiment en matière organique (Holmer et al. 2009), et c'est ce qui a permis l'accumulation de taux élevés de matière organique dans le contenu digestif de *H.* (*R.*) *poli*. Il est donc possible que *H.* (*R.*) *poli* abandonne l'inter-matte, son biotope de prédilection, au profit d'habitats riches en matière organique. D'après Pyke et al. (1977), il est parfois préférable pour une espèce de quitter son biotope pour un habitat plus riche en nutriments. Le taux élevé de matière organique enregistré dans les déjections de *H.* (*P.*) *sanctori* et de *H.* (*R.*) *poli* montre que les matières fécales présentent une forte teneur en éléments nutritifs. Ces résultats confirment ceux obtenus par Mezali (2008), tout du moins pour *H.* (*P.*) *sanctori*, *H.* (*H.*) *tubulosa* et *H.* (*P.*) *forskali*.

Analyse granulométrique

La proportion élevée de sable à grains moyens sur le site d'étude témoigne du fort hydrodynamisme de la région (Jeudy de Grissac et Le Fur 1983). Comme remarqué par Mezali et Soualili (2013), *H.* (*R.*) *poli* affiche une préférence pour les sédiments fins. L'accroissement du taux de matière organique dans les fractions fines a été démontré par Berthois et al. (1968). En effet, plus les grains sont fins, plus le rapport surface/volume augmente, ce qui va de pair avec une hausse de la surface d'adhésion de la matière organique. Les holothuries sont donc capables de repérer et de généralement cibler les particules riches en matière organique (Massin et Jangoux 1976). La propension à sélectionner des sédiments grossiers a également été observée par Mezali et al. (2003) ; certains auteurs pensent que la présence de particules grossières dans l'appareil digestif des holothuries peut aider ces animaux à exécuter des fonctions essentielles, telles que la digestion (Dar et Ahmad 2006). Il est présumé que les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude concordent avec le modèle de comportement alimentaire des détritivores marins proposé par Taghon et ses collègues (1978). D'après ce modèle, les détritivores auraient tendance à sélectionner des particules plus petites présentant de fortes teneurs en matière organique afin d'optimiser les gains énergétiques qu'ils en retirent. Selon les auteurs, le modèle permet d'établir un lien entre différents éléments : sélection de la taille des particules, taux d'assimilation de la nourriture, temps de transit intestinal et efforts nécessaires pour rejeter les particules. Les détritivores marins adaptent leur alimentation en choisissant

des aliments qui sont facilement assimilés (transit rapide) et pour lesquels le rejet de particules exige peu d'efforts. Ils bénéficient ainsi d'un apport énergétique maximal, avec une perte de temps (et d'énergie) minimale, ce qui va dans le sens de la « théorie de la stratégie optimale de recherche alimentaire », selon laquelle les animaux reconnaissent et sélectionnent la nourriture qui leur procure le plus d'énergie en un minimum de temps (Taghon 1982 ; Pyke 1984).

Bibliographie

Berthois L. 1975. Étude sédimentologique des roches meubles. Techniques et méthodes. In: Doin (ed). Les roches sédimentaires. Paris. 278 p.

Berthois L., Crosnier A. et Le Calvez Y. 1968. Contribution à l'étude sédimentologique du plateau continental dans la Baie de Biafra. Cahier ORSTOM vol. VI:1–34.

Boudouresque C.F. et Jeudy De Grissac A. 1983. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée : les interactions entre la plante et le sédiment. Journal de Recherche Océanographique 8(23):99–122.

Dar M.A. et Ahmad H.O. 2006. Le comportement alimentaire sélectif et le rôle écologique des holothuries vivant dans les eaux peu profondes de la Mer Rouge. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 24:11–21.

Holmer M., Marbà N. and Lamote M. 2009. Deterioration of sediment quality in seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) invaded by macroalgae (*Caulerpa* sp.). Estuaries and coasts (32):456–466.

Jeudy De Grissac A. et Le Fur C. 1983. Condition de dépôt et nature sédimentaire des fonds de la rade Sud de Marseille avant les travaux d'aménagement de la plage du Prado. Ecologia Mediterranea. Tome IX (fascicule 1):1–17.

Massin C. 1980. The sediment ingested by *H. tubulosa* (Holothuroidea: Echinodermata). p. 205–208. In: Jangoux M. (ed). Echinoderms: Present and past. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication. 480 p.

Massin C. et Jangoux M. 1976. Observations écologiques sur *Holothuria tubulosa*, *H. polii* et *H. forskali* et comportement alimentaire de *H. tubulosa*. Cahier de Biologie Marine, France (17):45–59.

Mezali K. 2004. Micro-répartition des holothuries aspidochirotes au sein de l'herbier de Posidonies de la presqu'île de Sidi-Fredj — Algérie. Rapports P.V. Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, Monaco, Vol. 37. 534 p.

Mezali K. 2008. Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotes (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat d'état. Alger, Algérie: USTHB. 208 p.

Mezali K. et Soualili D.L. 2013. Capacité de sélection des particules sédimentaires et de la matière organique chez les holothuries. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 33:38–43.

Mezali K., Chekaba B., Zupo V. et Asslah B. 2003. Comportement alimentaire de cinq espèces d'holothuries aspidochirotes (Holothuroidea: Echinodermata) de la presqu'île de Sidi-Fredj, Algérie. Bulletin Société Zoologique, France (128):49–62.

Moriarty D.J.W. 1982. Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. Australian Journal of Marine and Freshwater Resources (33):255–263.

Pyke G.H. 1984. Optimal foraging theory: A critical review. Annual Review of Ecology and Systematics 15:523–575.

Pyke G.H., Pulliam H.R. and Charnov E.L. 1977. Optimal foraging: A selective review of theory and tests. The Quarterly Review of Biology 52:137–154.

Roberts O. 1979. Deposit-feeding mechanisms and resource partitioning in tropical holothurians. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 37:43–56.

Stamhuis E.J., Videler J.J. and de Wilde P.A.W.J. 1998. Optimal foraging in the thalassinidean shrimp *Callianassa* subterranean: Improving food quality by grain size selection. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 228:197–208.

Taghon G.L. 1982. Optimal foraging by deposit-feeding invertebrates: Roles of particle size and organic coating. Oecologia (Berlin) 52:295–304.

Taghon G.L., Self R.F.L. and Jumars P.A. 1978. Predicting particle selection by deposit feeders: A model and its implications. Limnology and Oceanography 23:752–759.

Tortonese E. 1965. Fauna d'Italia. Echinodermata. Bologna, Italia: Calderini publicazion. 422 p.

Zupo V. and Fresi E. 1984. A study of the food web of the *Posidonia oceanica* ecosystem: Analysis of the gut contents of Echinoderms. p. 373–379. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Olivier J. (eds). International Workshop on *Posidonia oceanica* beds. Marseille, France: GIS Posidonie publication.

Parastichopus regalis, principal hôte de *Carapus acus* dans les eaux tempérées de la mer Méditerranée et du nord-est de l'océan Atlantique

Mercedes González-Wangüemert[1,], Camilla Maggi[2], Sara Valente[1], Jose Martínez-Garrido[1] et Nuno Vasco Rodrigues[3]*

Résumé

L'aurin, *Carapus acus*, vit en association avec plusieurs espèces d'holothuries. Sa fréquence d'association dépend en grande partie de la disponibilité des hôtes et de leur répartition depuis les secteurs potentiels de concentration larvaire. Les relations entre *Carapus acus* et six espèces d'holothuries de la mer Méditerranée et du nord-est de l'océan Atlantique ont été évaluées. L'aurin n'a été observé que chez *Parastichopus regalis*. Les 21 spécimens d'aurin découverts venaient du sud-est de l'Espagne et mesuraient entre 7 et 21,5 cm. Deux holothuries situées à proximité de Valence hébergeaient deux poissons adultes chacune. Ces couples d'aurins, observés pendant la période estivale, ont pu se reproduire à l'intérieur de leur hôte, un phénomène qui avait déjà été signalé par d'autres auteurs. L'aurin ne semble pas choisir son hôte en fonction de sa taille, la corrélation entre la longueur du poisson et le poids de l'hôte ne présentant aucune valeur significative.

Introduction

Les relations inter-espèces sont communes dans le milieu marin. Il s'agit de relations étroites entre des organismes d'espèces distinctes pouvant prendre plusieurs formes : mutualisme, commensalisme ou parasitisme (Eeckhaut 2003). Plus de 800 espèces ont développé des associations avec différents membres de l'embranchement des échinodermes (Lyskin et Britaev 2005), le plus grand nombre de relations inter-espèces étant observé chez les Holothuroïdes (Eeckhaut et al. 2004).

Un large éventail de poissons, le plus couramment des aurins, sont capables de s'associer à différents invertébrés, notamment aux holothuries. Les aurins appartiennent à la famille des carapidés, qui comprend deux sous-familles, les Pyramodontinae et les Carapinae, et deux tribus : les Echiodontini et les Carapini (deux genres : *Carapus* et *Encheliophis*) (Parmentier et al. 2000). Les membres de la tribu des Carapini sont de petits poissons anguilliformes qui ont développé une relation symbiotique avec les holothuries : le poisson élit domicile dans l'arbre respiratoire ou la cavité cœlomique de l'animal, qui lui sert de rempart aux prédateurs, de source de nourriture et d'abri jusqu'à l'âge adulte (Trott 1981). Les aurins blessent légèrement l'échinoderme au moment de l'association, puisqu'ils percent le tube digestif et l'arbre respiratoire de l'holothurie quand ils pénètrent ou quittent leur hôte.

Carapus acus (Brünnich, 1768) est présent dans toute la mer Méditerranée et la côte ouest d'Afrique du Nord, à des profondeurs allant de 1 à 150 mètres (Nielsen et al. 1999). L'espèce est communément observée dans la partie occidentale de la mer Méditerranée, surtout au large de l'Italie, de l'Espagne et de la France. On la trouve également en mer Adriatique et en mer Égée. Elle est souvent observée en association avec les holothuries *Parastichopus regalis* et *Holothuria tubulosa* (Gmelin 1790). L'aurin est un poisson filiforme, dépourvu d'écailles. Ses longues nageoires dorsale et anale se rejoignent à l'extrémité de sa nageoire caudale effilée (figure 1). Les spécimens de *Carapus acus* ont une gueule arrondie, une dentition robuste et une bouche largement fendue. Ils possèdent une rangée externe de grandes dents coniques incurvées et plusieurs petites dents du côté interne (Parmentier et al. 1998, 2000). Leur corps anguilliforme est translucide et présente une quinzaine de taches or-argenté irisées sur les flancs, au niveau de l'opercule et de la région thoracique. Tout comme ses congénères, *Carapus acus* mesure une vingtaine de centimètres de long, tout au plus. Il se reproduit entre juillet et septembre (Trott et Olney 1986). Avant de s'introduire à l'intérieur de l'holothurie, les spécimens de *C. acus* sont capables d'émettre des sons, qui ne leur servent pas à détecter la présence d'un autre inquilin, mais se déclenchent en présence de congénères déjà installés dans l'hôte (Eeckhaut et al. 2004).

Dans le présent article, nous faisons état de la présence de *C. acus* (Brünnich, 1768) chez l'hôte *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) dans la partie occidentale de la mer Méditerranée et décrivons certains des attributs anatomiques, morphologiques et comportementaux de *C. acus* qui pourraient contribuer à une meilleure compréhension de l'espèce.

[1] Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal
[2] Università Politecnica delle Marche, Piazza Roma 22, 60121, Ancona, Italy
[3] GIRM-School of Tourism and Maritime Technology, Marine Resources Research Group, Polytechnic Institute of Leiria, 2520-641 Peniche, Portugal
* Auteur à contacter : mwanguemert@ualg.pt

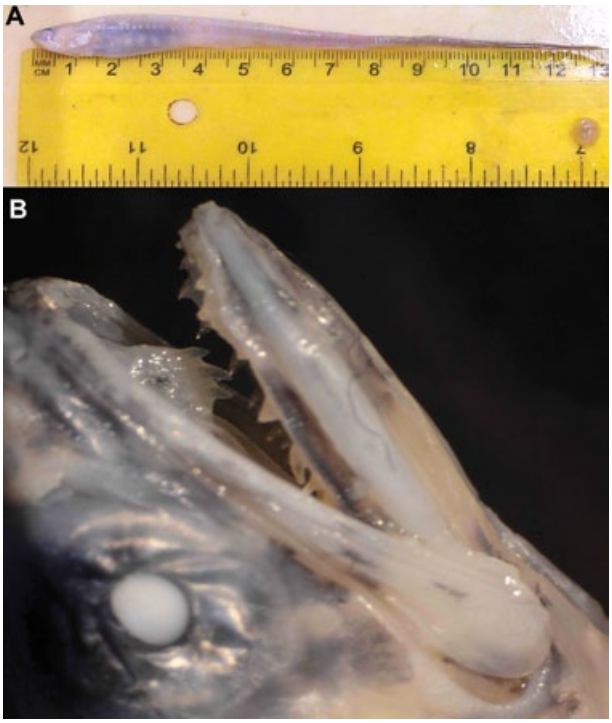

Figure 1. A) Spécimen de *Carapus acus* prélevé dans le sud-est de l'Espagne et conservé dans de l'éthanol ; B) Vue détaillée de sa dentition.

Matériel et méthodes

Sites étudiés

Avec le soutien du projet CUMFISH[4], des holothuries ont été prélevées dans leur milieu naturel afin d'analyser la fréquence d'association de *Carapus acus*. Au cours des échantillonnages, des spécimens de plusieurs espèces ont été prélevés : *Holothuria poli* (Delle-Chaije, 1823), *H. mammata* (Grube, 1840), *H. tubulosa*, *H. sanctori* (Delle Chiaje, 1823), *H. arguinensis* (Koehler et Vaney, 1906) et *Parastichopus regalis*. Les sites échantillonnés couvraient les aires de répartition des espèces visées en mer Méditerranée et dans l'océan Atlantique (González-Wangüemert et al. 2013). La plupart des individus ont été capturés par des plongeurs en scaphandre autonome, à l'exception des spécimens de *P. regalis* qui vivent en eau profonde. Ces derniers ont été pêchés entre mai et juillet 2013 par l'Institut espagnol d'océanographie (IEO, http://www.ieo.es) au cours de campagnes MEDITS (campagne internationale de chalutage démersal en Méditerranée) réalisées le long du plateau continental et de la pente au large du littoral sud-est espagnol. Les spécimens de Sicile ont été chalutés entre 2012 et 2013 avec la collaboration de l'Institut pour l'environnement marin côtier du Centre national de recherche (IAMC-CNR, http://www.iamc.cnr.it/IAMC/).

Analyse

La fréquence d'association de *Carapus acus* avec des holothuries a été établie. Chaque aurin a été photographié à l'intérieur de son hôte et a été mesuré et pesé (longueur totale et poids total). Les spécimens ont ensuite été conservés dans de l'éthanol à 100 %. Un petit échantillon de tissu (3–5 mg) a été prélevé au niveau du muscle dorsal de chaque poisson et immergé dans de l'éthanol absolu à des fins d'analyses génétiques plus poussées. La relation entre le poids de l'hôte et la taille du poisson a été calculée.

La longueur totale et le nombre de vertèbres des spécimens de *C. acus* associés à *P. regalis* ont été définis en tant que variables méristiques (indiquant le nombre de parties du corps dénombrées selon une segmentation préétablie du corps). Les informations relatives au squelette axial ont été obtenues grâce au système Kodak DXS 400 (radiographie numérisée d'échantillons), qui offre la meilleure résolution du marché pour ce type d'appareil.

Résultats et discussion

Au cours du projet CUMFISH, 1 880 spécimens de différentes espèces d'holothuries ont été prélevés : *Holothuria tubulosa* (n = 390), *H. mammata* (n = 427), *H. poli* (n = 397), *H. sanctori* (n = 100), *H. arguinensis* (n = 269) et *Parastichopus regalis* (n = 297). La fréquence d'association de *Carapus acus* variait fortement selon l'espèce hôte considérée et son origine géographique. Sur les six espèces d'holothuries étudiées (appartenant à deux genres distincts), seule l'espèce *Parastichopus regalis* entretenait une relation de commensalisme avec *C. acus*. En Sicile, sur les 51 spécimens de *P. regalis* prélevés, 21 individus (41,17 %) abritaient *C. acus*. Au total, 241 individus de l'espèce ont été collectés le long de la côte est de l'Espagne : 39 en Catalogne, 74 à Valence, 37 à Alicante, 9 au cap de Gate, 9 à Castell de Ferro et 73 en mer d'Alboran. Vingt et un aurins ont été découverts à l'intérieur de spécimens d'holothuries (*P. regalis*) recueillis dans trois localités : Alicante, Valence et cap de Gate (tableau 1) : 6 à Alicante, 14 à Valence et seulement 1 au cap de Gate (longueur totale = 12,1 cm ; poids total = 1,94 g). Les fréquences d'association étaient respectivement de 16,2 % à Alicante, de 18,9 % à Valence et de 11,1 % au cap de Gate.

Les aurins prélevés dans le sud-est de l'Espagne mesuraient entre 7 et 21,5 cm et pesaient entre 0,28 et 16,78 g (tableau 1). À deux reprises, on a observé deux poissons au sein du même hôte (figure 2). Il s'agissait ici de deux holothuries pêchées à proximité de Valence (codes d'échantillon : RVL48 et RVL55). Ce phénomène a déjà été décrit dans la littérature scientifique (Trott et Olney 1986 ; Eeckhaut et al. 2004). La taille et le poids de chaque membre du couple ont été comparés : les deux spécimens du premier couple mesuraient 18 et 18,5 cm et pesaient 7,71 et 11,46 g, contre 18 et 20 cm et 6,6 et 8,45 g pour le second couple. On a ainsi considéré qu'il s'agissait de poissons adultes, même s'il n'a pas été possible de déterminer leur sexe en raison de l'état de conservation insuf-

[4] Holothuries : nouvelle ressource pour une pêche vorace, PTDC/MAR/119363/2010 ; http://www.ccmar.ualg.pt/cumfish/

Tableau 1. Caractéristiques morphométriques des spécimens de *Carapus acus* retrouvés dans les holothuries *Parastichopus regalis* du sud-est de l'Espagne. Les valeurs minimales et maximales relevées pour chaque localité sont indiquées en gras.

Localité	Code d'échantillon	Longueur totale (cm)	Poids total (g)
Alicante (AC)	RAC7	13,10	2,23
	RAC20	14,80	3,33
	RAC21	**17,00**	**8,08**
	RAC22	15,00	3,62
	RAC34	14,10	3,12
	RAC37	**8,10**	**0,41**
Moyenne ± écart-type		13,70 ± 3,02	3,47 ± 2,54
Valencia (VL)	RVL9	14,00	2,79
	RVL15	7,50	**0,28**
	RVL25	12,00	5,20
	RVL27	13,00	2,24
	RVL33	**7,00**	0,68
	RVL42	**21,50**	11,35
	RVL48a	18,00	7,71
	RVL48b	18,50	11,46
	RVL50	17,00	**16,78**
	RVL52	17,50	9,68
	RVL54	14,50	3,40
	RVL55a	18,00	6,60
	RVL55b	20,00	8,45
	RVL58	16,00	4,59
Moyenne ± écart-type		15,32 ± 4,31	6,52 ± 4,71

STD = standard deviation.

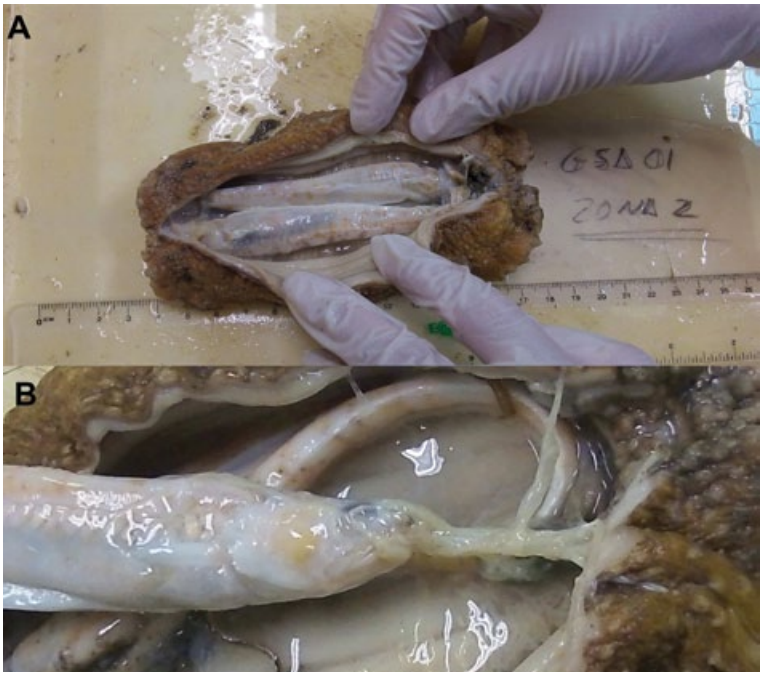

Figure 2. A) *Parastichopus regalis* abritant deux *Carapus acus* ; B) *Carapus acus* fixé à l'arbre respiratoire de l'holothurie.

fisant des gonades. Le comportement de reproduction de la tribu des Carapini n'a jamais été décrit en détail, mais différents éléments donnent à penser qu'un accouplement à l'intérieur de l'hôte serait possible. Les observations dans le milieu naturel ont montré qu'un même hôte peut abriter plusieurs individus, parfois des carapidés adultes du sexe opposé. La présence de couples porte à croire que les holothuries pourraient également servir de milieu de reproduction à leur commensal (Eeckhaut et al. 2004) ; une reproduction siégeant dans l'arbre respiratoire favoriserait considérablement la réunion des gamètes et offrirait aux adultes et à leurs œufs un rempart temporaire contre la prédation au cours de la fécondation (Parmentier et Vandewalle 2005). D'après la littérature, la reproduction de *C. acus* se produit entre juillet et septembre (Trott et Olney 1986). Il se peut donc que les deux couples extraits de *P. regalis* pendant notre étude étaient en phase de reproduction, puisqu'il s'agissait de poissons adultes (d'après les relevés de taille et de poids) prélevés en été, pendant leur saison de reproduction.

Une analyse dimensionnelle a été réalisée afin de comparer le poids des holothuries hôtes et la longueur des poissons (figure 3). Étant donné que les holothuries ont naturellement tendance à se contracter, c'est le poids qui a été retenu pour établir les relations de taille entre les holothuries et les poissons commensaux. La corrélation entre longueur du poisson et poids de l'hôte n'était ni forte, ni significative sur le plan statistique. On peut donc en conclure que les aurins ne choisissent probablement pas leur hôte sur des critères de taille.

Des spécimens de *C. acus* de taille similaire ont été examinés par radiographie afin de dénombrer leurs vertèbres. Seuls des individus de même taille ont été étudiés afin d'éviter tout biais lié aux différents stades de développement du poisson. En général, le processus de calcification est moins prononcé dans la région distale de l'animal, si bien que le comptage des vertèbres était moins précis au niveau de la nageoire caudale. Le dénombrement des vertèbres nous a donné une fourchette de 84 à 92 (figure 4). La courbure du corps des poissons varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais certains attributs non musculaires (comme le nombre de vertèbres) sont réputés influencer la souplesse du squelette axial des individus, en particulier chez les espèces du genre *Carapus* (Schwarz et al. 2012).

En conclusion, *C. acus* n'a été retrouvé que chez des spécimens de *P. regalis*, alors que plus de 1 800 individus appartenant à six espèces distinctes d'holothuries ont été examinés. De nouvelles études faisant appel aux techniques de marquage moléculaire nous permettront de mieux comprendre cette espèce, en particulier sa connectivité génétique et sa diversité, et d'appréhender les facteurs susceptibles de la relier à ses hôtes.

Remerciements

Nous tenons à remercier Elena Barcala-Bellod, Angel Fernández-González, Fernando Ramos, Javier Delgado et Jorge Tornero, chercheurs à l'Institut espagnol d'océanographie, pour les travaux d'échantillonnage de *Parastichopus regalis* réalisés le long du littoral sud-est espagnol durant la campagne MEDITS 2013. Nous remercions également Tomás Vega et Manfredi Di Lorenzo pour leur assistance sur le terrain et l'organisation logistique en Sicile, ainsi que Catarina Antunes, qui nous a transmis les échantillons de *P. regalis* de Quarteira (sud du Portugal). Maria Segovia et Nathalie Marquet nous ont aidés à disséquer les holothuries. Karim Erzini et Jorge Gonçalves de l'équipe ressources marines, biodiversité et conservation du CCMAR nous ont permis d'utiliser leur laboratoire humide pour les dissections. Camané Afonso a partagé avec nous son temps au laboratoire et ses connaissances pointues de la faune marine. Enfin, Paulo Gavia nous a ouvert l'accès à son matériel de radiologie. Cette étude a été réalisée avec le soutien du projet CUMFISH (PTDC/MAR/119363/2010; http://www.ccmar.ualg.pt/cumfish/index.html), financé par la Fundacão para Ciência e Tecnologia (FCT, Portugal). M. González-Wangüemert a bénéficié d'une bourse de recherche postdoctorale FCT (SFRH/BPD/70689/2010), Jose Martínez Garrido et Sara Valente ont obtenu une bourse de recherche pour leurs travaux (CCMAR/BI/0003/2012 et CCMAR/BI/0023/2012 respectivement), et Camilla Maggi a bénéficié d'une bourse de stage Erasmus.

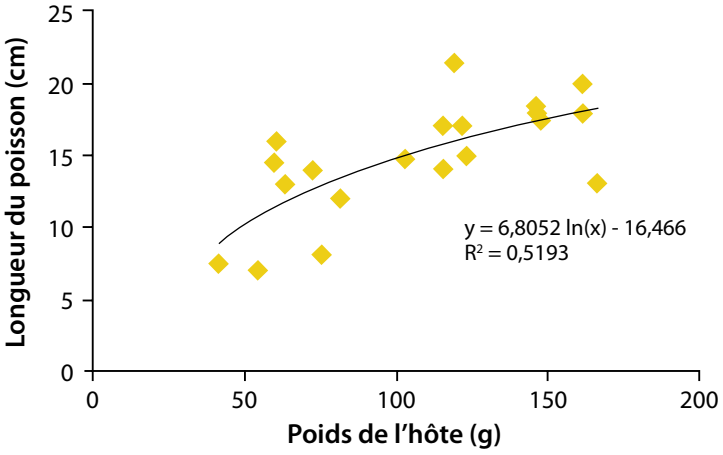

Figure 3. Courbe de régression représentant la relation entre le poids de l'holothurie hôte et la longueur du poisson inquilin.

Figure 4. Radiographie numérisée du squelette de *Carapus acus*.

Bibliographie

Eeckhaut I. 2003. Symbiosis. p. 31–34. In: McDade M.C. (ed). Grzimeck's Animal Life Encyclopedia. Farmington Hills, MI: The Gale Group.

Eeckhaut I., Parmentier E., Becker P., Gomez da Silva S. and Jangoux M. 2004. Parasites and biotic diseases in field and cultivated sea cucumbers. p. 311–325. 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, Italy: Food and Agriculture Organization. 24 p.

González-Wangüemert M., Conand C., Uthicke S., Borrero-Pérez G., Aydin M., Erzini K. et Serrao E. 2013. Holothuries : nouvelle ressource pour une pêche vorace (CUMFISH). Projet PTDC/MAR/119363/2010 [Communications]. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 33:65–66.

Lyskin S.A. and Britaev T.A. 2005. Symbionts of holothurians from South Vietnam: Intra- and interspecific interactions. Doklady Biological Sciences 401:116–119.

Nielsen J.G., Cohen D.M., Markle D.F. and Robins C.R. 1999. Ophidiiform fish of the world (Order Ophidiiformes). An annotated and illustrated catalogue of pearlfish, cusk-eels, brotulas and other ophidiiform fish known to date. FAO Fisheries Sypnosis 125(18). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 178 p.

Parmentier E. and Vandewalle P. 2005. Further insight on carapid-holothuroid relationships. Marine Biology 146(3):455–465.

Parmentier E., Chardon M., Poulicek M., Bussers J.C. and Vandewalle P. 1998. Morphology of the buccal apparatus and related structures in four species of Carapidae. Australian Journal of Zoology 46(4):391–404.

Parmentier E., Castro-Aguirre J.L. and Vandewalle P. 2000. Morphological comparison of the buccal apparatus in two bivalve commensal Teleostei, *Encheliophis dubius* and *Onuxodon fowleri* (Ophidiiformes, Carapidae). Zoomorphology 120(1):29–37.

Schwarz C., Parmentier E., Wiehr S. and Gemballa S. 2012. The locomotory system of pearlfish *Carapus acus*: What morphological features are characteristic for highly flexible fish? Journal of Morphology 273:519–529.

Trott L. 1981. A general review of the pearlfish (Pisces, Carapidae). Bulletin of Marine Science 31(3):623–629.

Trott L.B. and Olney J.E. 1986. Carapidae. p. 1172–1176. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J. and Tortonese E. (eds). Fish of the northeastern Atlantic and the Mediterranean, Vol 3. Paris: UNESCO.

Commerce de la bêche-de-mer : statistiques de Hong Kong pour 2012

Chantal Conand[1,], Stanley Shea[2] et Allen To[3]*

Les holothuries sont actuellement surexploitées, et il est aujourd'hui urgent de prendre des mesures adéquates pour gérer de manière avisée la ressource (Purcell et al. 2013). Quand elles sont disponibles et de qualité, les statistiques relatives aux principaux marchés demandeurs nous offrent un éclairage utile pour mieux comprendre l'évolution des filières d'exploitation et de négoce des holothuries (Conand 1993 ; Jaquemet et Conand 1999). Considéré comme la principale plateforme d'échange de la bêche-de-mer, Hong Kong joue une part importante dans l'importation et la réexportation d'holothuries séchées, appelées bêche-de-mer ou *trepang*. Faisant suite à la récente publication de To et Shea (2012) retraçant l'évolution des tendances et des dynamiques d'échange de la bêche-de-mer à Hong Kong sur plus de 16 années (1996–2011), le présent article expose les dernières données disponibles pour 2012. Ces statistiques sont extraites de la base de données du service du recensement et de la statistique du Gouvernement de Hong Kong (région administrative spéciale). Le tableau 1 présente le code et la description des catégories d'importations et de réexportations (les exportations, très marginales, sont exclues de l'analyse).

Il convient de préciser que les codes utilisés ont été récemment modifiés, mais malheureusement, les données ne sont pas ventilées par espèce. Le tableau 2 nous donne les quantités (en kilogrammes) importées à Hong Kong et les pays d'origine (lorsque le volume déclaré est supérieur à une tonne). Le code 03081990, qui désigne la traditionnelle bêche-de-mer, mérite une attention particulière, les écarts de poids étant fréquents dans les autres catégories. Ce code correspond à l'ancien 03079930, utilisé par To et Shea (2012).

En 2012, les importations et les réexportations ont atteint respectivement 5 121 tonnes (t) et 4 644 t, soit un volume en baisse par rapport aux chiffres des années précédentes. Au total, 59 pays ont exporté des volumes supérieurs à une tonne vers Hong Kong, les plus gros exportateurs étant, par ordre décroissant, le Japon, les Philippines, l'Indonésie, les Fidji, les États-Unis et Madagascar. Le classement de la précédente étude était radicalement différent puisque l'Indonésie figurait en première place, suivie des Philippines, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, des Fidji et du Japon.

Les réexportations concernent surtout le Vietnam, déjà mentionné dans la précédente étude. Il convient toutefois d'étudier plus avant ce poste, qui apparaît dans les statistiques depuis 2002, mais reste incertain. Si l'on se réfère aux autres catégories reprises dans les statistiques, les importations en provenance du Mexique et du Pérou semblent gagner du terrain. Singapour et Taiwan restent des partenaires d'échange de Hong Kong, comme décrit dans les travaux de Conand (1993) et de Jaquemet et Conand (1999). La Chine continentale demeure l'un des principaux importateurs de produits congelés et fumés (code 03081910), mais accuse une baisse de volume au cours de la dernière période considérée.

Tableau 1. Codes des importations (pays d'origine), des réexportations (pays d'expédition) et des exportations de bêche-de-mer à Hong Kong en 2012.

Animaux vivants et produits du règne animal (chapitres 1–5)	
Code SH Hong Kong	Désignation des marchandises (nomenclature par nom commun)
03081110	Bêches-de-mer (*Stichopus japonicus*, Holothurioidea), destinées à l'élevage
03081190	Bêches-de-mer (*Stichopus japonicus*, Holothurioidea), vivantes (non destinées à l'élevage), fraîches ou réfrigérées
03081910	Bêches-de-mer (*Stichopus japonicus*, Holothurioidea), congelées, même fumées
03081990	Bêches-de-mer (*Stichopus japonicus*, Holothurioidea), séchées, salées ou en saumure, même fumées
Produits des industries alimentaires ; boissons, liquides alcooliques et vinaigres ; tabacs (chapitres 16–24)	
Code SH Hong Kong	Désignation des marchandises (nomenclature par nom commun)
16056100	Bêches-de-mer, préparées ou conservées

[1] Laboratoire d'Écologie Marine (Ecomar), La Réunion University. and MNHN, Paris, France.
[2] BLOOM, c/o ADM Capital Foundation, Suite 2406, 9 Queen's Road, Hong Kong
[3] Fonds mondial pour la nature, 15/F, 8 Kwai Cheong Road, Hong Kong
* Auteur à contacter : conand@univ-reunion.fr

Tableau 2. Statistiques relatives aux holothuries (en kilogrammes) à Hong Kong en 2012 (voir tableau 1 pour la description des catégories de produits).

Principaux pays	Catégorie 1190		Catégorie 1910		Catégorie 1990		Catégorie 6100	
	Importations	Réexportations	Importations	Réexportations	Importations	Réexportations	Importations	Réexportations
Total en 2012	125 325	44 883	2 743 383	1 675 963	5 121 071	4 644 853	20 656	174
Australie et Océanie					78 199			
Australie			232 442	232 442	76 185	3 045		
Canada	2 496	173	922 101	3 720	104 504	13 131		
Chili	3 135				2 894			
Chine continentale			254 690	691 670	65 904		14 000	
Croatie					2 894			
Cuba					7 096			
Djibouti					2 748			
République dominicaine					6 209			
Égypte					45 427			
Fidji					390 221			
Gabon					1 115			
Guatemala					1 150			
Grèce					14 367			
Haiti					32 157			
Honduras			33 433					
Islande			104 940					
Inde					4 317			
Indonésie					419 483			
Jamaïque					2 500			
Japon	23 052		430 977		561 481			
Kenya					20 672			
Corée			21 345		154 853	63 988		
Kiribati					76 778			
Macao						7 393		
Madagascar					311 664			
Malaisie			3 327		38 867	3 256		
Maldives					109 478			
Îles Marshall					48 659			
Mauritanie					41 077			
Île Maurice					8 382			
Mexique	13 267		121 736		208 549		6 420	
Micronésie*					26 675			
Maroc					9 697			
Mozambique					15 033			
Pays-Bas			6 400					
Nouvelle-Zélande					2 540			
Nicaragua					6 804			
Pakistan			2 685	4 906				
Panama					20 348			
Pérou					214 942			
Philippines					459 112			
Russie					111 741			
Arabie saoudite					22 160			

Principaux pays	Catégorie 1190		Catégorie 1910		Catégorie 1990		Catégorie 6100	
	Importations	Réexportations	Importations	Réexportations	Importations	Réexportations	Importations	Réexportations
Sénégal					1 940			
Seychelles					100 671			
Sierra Leone					10 270			
Singapour			16 500		104 792	26 103		
Îles Salomon					5 679			
Afrique du Sud					1 099			
Sri Lanka					246 651			
Soudan					5 258			
Taiwan			23 087	125 013	119 253	149 492		
Tanzanie					74 297			
Thaïlande					47 200	6 903		
Tonga					67 677			
Tunisie					2 119			
Turquie			79 915		24 636			
Émirats arabes unis					5 606			
Ukraine					6 613			
Uruguay					1 056			
États-Unis d'Amérique	82 203		464 224	55 683	330 645	15 986		154
Vietnam		44 710		769 480	2 278	4 353 787		
Yémen					228 312			

* Micronésie = États fédérés de Micronésie et Palau.

Quelques clichés ont été pris par Kathleen Ho dans le quartier de Sheung Wan, où l'on trouve la rue Des Voeux Road west, réputée pour ses produits de la mer séchés (figures 1 et 2). Tout au long de l'année, on peut occasionnellement apercevoir des produits en train de sécher dans la rue, sans doute parce que la qualité du produit séché importé n'est pas suffisante ou que le produit a souffert du climat relativement humide de Hong Kong. Les auteurs n'avaient jamais observé autant de produits séchant en plein air, abondance qui s'explique peut-être par les préparatifs du Nouvel an chinois (figure 3).

Figure 1. Bêches-de-mer en train de sécher sur Des Voeux Road west (à gauche) et vendues emballées dans un magasin (à droite). (Photos : Kathleen Ho/BLOOM)

Figure 2. Bêches-de-mer sur les étals, avec quelques étiquettes (en dollars de Hong Kong[4]).
(Photos : Kathleen Ho/BLOOM)

Figure 3. Prospectus annonçant des promotions sur la bêche-de-mer japonaise à l'occasion du Nouvel an chinois.
(Photo : Kathleen Ho/BLOOM)

Bibliographie

Conand C. 1993. Évolution récente du marché de la bêche-de-mer à Hong-Kong et à Singapour. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 5:5–7.

Jaquemet S. et Conand C. 1999. Le commerce des bêches-de-mer en 1995 et 1996 et l'évaluation des échanges réciproques entre les principaux marchés mondiaux. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 12:11–14.

Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Toral-Granda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries 14(1):34–59.

To A.W.L. and Shea S.K.H. 2012. Patterns and dynamics of the beche-de-mer trade in Hong Kong and mainland China: Implications for monitoring and management. TRAFFIC Bulletin 24(2):65–76.

[4] 1 HKD = 0,13 USD (aux taux de mars 2014)

Nouvelles formes de produit, de conditionnement et de commercialisation des holothuries tropicales et de leurs composés dérivés

Steven Purcell[1,], Poh Sze Choo[2], Jun Akamine[3] et Michael Fabinyi[4]*

Résumé

Depuis des siècles, les holothuries s'échangent sous forme de produit séché appelé bêche-de-mer, ou *trepang*. La bêche-de-mer est un produit de très longue conservation : elle peut être transportée sur de longues distances dans des véhicules non frigorifiques et être conservée pendant une année ou plus. L'amélioration des connexions maritimes et du fret aérien a favorisé l'apparition de nouvelles formes de produit sur le marché asiatique. Par ailleurs, le conditionnement des holothuries séchées et semi-transformées s'est largement modernisé pour séduire aussi bien les fins gourmets que les ménagères. Nous présentons ici les versions modernes des produits et emballages proposés sur différents marchés pour les holothuries tropicales du bassin Indo-Pacifique. Le commerce de produits séchés poursuit son expansion, mais les holothuries fraîches, prêtes à cuisiner, trouvent désormais grâce aux yeux de nombreux consommateurs. Ces produits frais sont conditionnés pour plaire aux familles asiatiques et être vendus dans des supermarchés et des épiceries. Les holothuries, surtout celles du genre *Stichopus*, sont également utilisées dans la confection de nombreuses boissons fortifiantes dont les pays de langue malaise sont friands. Emballages attrayants et marketing bien ficelé font partie des caractéristiques essentielles de la plupart des produits, qui doivent vanter les bienfaits pour la santé, les propriétés cosmétiques, la sécurité sanitaire et l'authenticité des produits dérivés des holothuries. Bien que la plupart de ces produits modernes ne soient porteurs d'aucun débouché pour les artisans pêcheurs, ils peuvent être exploités par de grosses structures d'exportation pour accroître leurs bénéfices. Par ailleurs, certaines fermes d'élevage en mer d'holothuries tropicales pourraient se positionner sur ces nouveaux marchés pour atteindre un seuil de rentabilité.

Introduction

La pêche de l'holothurie et l'exportation de sa forme séchée non périssable relèvent d'une tradition déjà bien établie. Le produit séché est appelé bêche-de-mer dans l'océan Pacifique et l'océan Indien, *trepang* en Indonésie et dans le nord de l'Australie, et balat dans plusieurs régions de la Malaisie et des Philippines (Akamine 2013). Dernièrement, plusieurs facteurs ont ouvert la voie à la création de nouveaux produits et de nouvelles formes de commercialisation : 1) amélioration du transport des produits congelés ; 2) émergence au sein de la société chinoise d'une classe moyenne et supérieure aisée, qui a les moyens de consommer plus régulièrement des holothuries ; et 3) basculement des modes de consommation en Chine et dans d'autres sociétés asiatiques, qui fréquentent de plus en plus les supermarchés, capables d'importer et de vendre des produits de la mer périssables.

La bêche-de-mer en vrac (vendue dans des sacs de 40 kg) reste prédominante dans les volumes d'échanges (To et Shea 2012). Il semble qu'une part importante de ce volume soit achetée par les restaurants, peu sensibles aux emballages ergonomiques et au portionnement en paquets familiaux. Si la bêche-de-mer en vrac tiendra encore longtemps le haut du pavé, la montée en flèche de la demande de produits pratiques en portions individuelles fait naître des débouchés qu'il serait bon d'explorer.

Depuis des siècles, les Chinois consomment des holothuries pour leurs supposés bienfaits pour la santé (Fabinyi 2012). Des études scientifiques récentes ont confirmé que plusieurs espèces d'holothuries renfermaient bel et bien des qualités nutritionnelles intéressantes (teneur en protéines et acides aminés par exemple) et des composés bioactifs (voir Bordbar et al. 2011 pour une revue de la littérature). Ces dernières années, les recherches sur les propriétés médicinales de ces composés se sont multipliées dans la littérature scientifique, devançant de loin les études sur les dimensions biologiques et écologiques de la ressource. Ainsi, les atouts santé des holothuries pourraient bien être validés par la science, et le commerce des produits associés pourrait alors faire apparaître des possibilités importantes de valorisation des holothuries pêchées dans les pays tropicaux.

Dans le présent article, nous dressons la liste des « nouvelles » formes de produits observées en divers endroits de la planète et tirées des holothuries tropicales. Nous passons ensuite en revue les débouchés commerciaux

[1] National Marine Science Centre, Southern Cross University, Coffs Harbour, Australia
[2] Asian Fisheries Society, Laboratory of Marine Biotechnology, Institute of Bioscience, University Putra Malaysia, Selangor, Malaysia
[3] Department of Sociology, Hitotsubashi University, Tokyo
[4] ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, James Cook University, Townsville, Australia
* Auteur à contacter : steven.w.purcell@gmail.com

associés et examinons si certains d'entre eux peuvent être exploités par les artisans pêcheurs, les transformateurs et les fermes aquacoles des pays en développement et des États insulaires du bassin Indo-Pacifique.

Coffrets cadeaux

Coffrets cadeaux de 350 g contenant (apparemment) des *Stichopus naso* séchées dans une épicerie du quartier chinois de Sydney (Australie). Prix de détail : 88 dollars australiens (80 USD) par boîte. (Photo : S.W. Purcell)

Holothuries de sable (*Holothuria scabra*) de calibre moyen séchées, conditionnées dans des coffrets cadeaux de 1 kg et vendues dans une épicerie de Haymarket, à Sydney. Prix de détail : 450 dollars australiens (410 USD) par boîte. (Photo : S.W. Purcell)

Produits congelés

Holothuries éviscérées, congelées, en vrac dans un supermarché de Guangzhou (Canton), en Chine. À l'aide d'une petite pelle, le client verse la quantité désirée dans un sachet et paie au poids. (Photo : S.W. Purcell)

Parastichopus californicus éviscérées, congelées, en vrac dans une poissonnerie de Beijing, en Chine. À l'aide d'une petite pelle, le client verse la quantité désirée dans un sachet et paie au poids. (Photo : M. Fabinyi)

Holothuria scabra congelées, de calibre moyen à petit, conditionnées dans des paquets, dans un magasin du quartier chinois de Sydney, en Australie. Ces holothuries de sable ont probablement été pêchées en Australie. Elles ont sans doute été éviscérées et cuites une fois, puis emballées sous vide. Le produit est emballé sous vide dans des sacs ordinaires, avec une simple étiquette. Prix de détail : 25 dollars australiens (23 USD) par paquet de 500 g. (Photo : S.W. Purcell)

Actinopyga spinea congelées et conditionnées dans des sacs, présentées dans le rayon poissonnerie surgelée d'un supermarché de Guangzhou (Canton), en Chine. Les animaux ont probablement été éviscérés et cuits une fois, puis emballés sous vide. Prix de détail : 188 yuans (31 USD) par paquet de 400 g. (Photo : S.W. Purcell)

Au dos du paquet d'*Actinopyga spinea* congelées, on trouve des informations sur le produit et plusieurs propositions de recettes, en chinois (gauche) et en anglais (droite). (Photo : S.W. Purcell)

Paquet de *Stichopus horrens* congelées dans le rayon surgelés d'un supermarché de Corée du Sud. Le produit a probablement été ébouillanté une fois, puis emballé dans des sacs et congelé. Il est étiqueté *hwangoksam* (jade jaune). Les Coréens sont très friands de *S. horrens*, en particulier en provenance des Philippines. Le paquet compte 13 spécimens pour un poids total de 1,6 kg et est vendu 20 000 wons (environ 19 USD). (Photo : J. Akamine)

Produits sous vide

À gauche : *Stichopus herrmanni* sous vide dans une épicerie de Hong Kong. Le produit est semi-transformé (cuit une fois) et non réfrigéré.
À droite : le dos d'un emballage précisant en chinois l'origine du produit (Australie), les conseils de préparation pour la cuisson et des exemples de cuisson et de recettes. (Photo : S.W. Purcell)

Isostichopus fuscus dans une boîte en plastique transparente, dans le rayon poissonnerie surgelée d'un supermarché de Beijing. Chaque spécimen est précuit, emballé sous vide individuellement et n'a plus qu'à être réchauffé. Les 300 g sont vendus 288 yuans (48 USD). L'étiquette annonce un produit « sans conservateur » et « sans produits chimiques », employés pour gonfler artificiellement le ratio de reconstitution du produit. (Photo : M. Fabinyi)

Isostichopus badionotus congelées sous vide et vendues dans un magasin de Beijing. L'emballage précise en japonais que ce sont des holothuries en provenance d'Amérique du Sud. Elles sont vendues 120 yuans (environ 20 USD) les 500 g. L'étiquette indique que le produit n'a plus qu'à être réchauffé, ce qui suppose qu'il a probablement été cuit une première fois avant son conditionnement. (Photo : M. Fabinyi)

Produits dérivés de l'holothurie

Eau de gamat. On lui prête de nombreuses propriétés : cicatrisation des plaies, réduction des œdèmes, stimulation de l'appétit, amélioration de la circulation sanguine et allié santé. Fabriquée à Langkawi, cette eau est obtenue en faisant cuire à feu doux des holothuries entières du genre *Stichopus* pendant trois jours. Lorsque les holothuries entières sont fraîches, elles sont placées à sec dans un récipient chauffé à feu doux pendant trois jours pour produire l'eau de gamat. Ce liquide pur est ensuite dilué dans de l'eau et commercialisé sous le nom d'eau de gamat. D'après les conseils d'utilisation, ce liquide fortifiant doit être consommé deux fois par jour, à raison de 30 ml par prise. Prix : 4 USD les 200 ml. (Photos : P.S. Choo)

Gelée de gamat. Elle est réputée améliorer l'état de santé général. Il est conseillé d'ajouter environ 10 ml de cette gelée à des jus de fruit ou à de l'eau froide ou chaude, deux fois par jour. Ces 10 ml contiennent 3,48 g de *Stichopus herrmanni*. Prix : 18 USD les 350 ml. (Photo : P.S. Choo)

Essence de poisson et d'holothurie. On lui prête des vertus énergisantes et stimulantes pour la santé. Elle est extraite des poissons et des holothuries fraîches. Les adultes et les enfants de plus de 12 ans en boivent une bouteille de 75 ml par jour. Jusqu'à 12 ans, la consommation recommandée est d'une demi-bouteille (35 ml) par jour. Prix : 12,50 USD les 75 ml. (Photo : P.S. Choo)

Émulsion d'holothurie. Ingrédients : extrait d'holothurie (*Stichopus* sp.), miel, acides gras oméga 3, L-arginine, D-alpha-tocophérol, L-glutamine, chlorelle, vitamine B6, vitamine B1, bêta-carotène, collagène. Elle est réputée favoriser la cicatrisation (y compris des lésions gastriques), traiter les hémorroïdes, l'asthme, le diabète et l'hypotension artérielle, améliorer la circulation sanguine, hydrater la peau, soulager les douleurs articulaires et osseuses et stimuler la libido. Elle est utilisée comme fortifiant chez l'adulte, à raison de 1 à 2 cuillères à soupe avant le petit-déjeuner et le dîner. Prix : 33 USD les 500 ml. (Photo : P.S. Choo)

Savon à base d'holothurie (gamat). Dépeinte comme un super héros des mers, l'holothurie *Stichopus herrmanni* est utilisée dans la confection de ce savon raffiné. Prix : 15 ringgits (4,5 USD) pour un pain de 70 g. (Photo : J. Akamine)

Deux pains de savon à base d'holothurie vendus dans un magasin de Kota Kinabalu, à Sabah, en Malaisie orientale. Chaque pain pèse environ 70 g et est vendu 4 dollars des États-Unis. L'étiquette indique que le produit contient des extraits de *Stichopus horrens*. (Photo : J. Akamine)

Discussion

Formes de commercialisation des holothuries entières

En Chine et dans d'autres pays du Sud-Est asiatique, le marché des holothuries s'est ouvert à de nombreuses formes de produit. Les holothuries congelées sont communément vendues dans les supermarchés de Chine et d'autres pays, tels que la Corée et le Vietnam. Il semble que le produit soit précuit avant d'être emballé afin que l'acheteur n'ait plus qu'à le réchauffer pour le consommer. Les espèces bon marché peuvent être exportées et vendues sous forme congelée en vrac. Le client choisit alors la quantité et paie au poids. En revanche, les espèces de valeur moyenne à élevée sont portionnées pour répondre au mieux aux besoins du consommateur et l'emballage peut sensiblement influencer les ventes.

Les coffrets cadeaux sont le plus souvent proposés pour les espèces très cotées, mais on trouve également des colis de gamme moyenne. Dans ce type d'offre, c'est la forme, la couleur et l'apparence du produit qui priment. Les coffrets sont particulièrement prisés pour le Nouvel an chinois ou la fête du Printemps. Les emballages sont le plus souvent de couleur rouge.

Produits fabriqués à partir d'extraits d'holothurie

La confection de remèdes médicinaux à base d'holothuries a beaucoup évolué. Dans les pays de langue malaise, seules les espèces du genre *Stichopus* sont exploitées pour leurs vertus médicinales, et, au sens strict du terme, gamat désigne exclusivement les espèces du genre *Stichopus*. Alors que le gamat transformé était autrefois mis en bouteille dans des flacons de sauce recyclés et vendu sous l'appellation « eau de gamat » ou « huile de gamat », le même produit est aujourd'hui présenté dans des emballages attrayants de formes très variées. L'extrait liquide d'holothurie est vendu en Malaisie sous l'appellation « essence » ou sous forme de gelée. En Malaisie, on trouve également ce produit dans du café soluble ou mélangé à du poisson tête de serpent strié (*Channa striatus*). Un grand nombre de ces produits sont aussi commercialisés sur Internet.

Les produits à base de gamat sont réputés pour leurs vertus curatives. Ils sont préconisés pour soulager un large éventail de maux dans les pays de langue malaise, y compris en Malaisie, en Indonésie et à Brunei. Ces propriétés médicinales sont surtout étayées par des preuves empiriques (bien qu'un nombre croissant d'études scientifiques viennent désormais corroborer ce qu'avance la sagesse populaire ; voir Bordbar et al. 2011). Ces produits favoriseraient ainsi la cicatrisation, le rétablissement après l'accouchement, le traitement de l'épilepsie, de l'herpès et de la tuberculose, et la diminution du taux de cholestérol et de triglycérides dans le sang.

Le savon de gamat a gagné en popularité à l'étranger, notamment au Japon et en Corée du Sud, où il constitue un parfait souvenir de Malaisie. Le savon de gamat est produit aussi bien en Malaisie occidentale (surtout sur l'île de Langkawi) qu'en Malaisie orientale (Kota Kinabalu). D'après les étiquettes, le savon est confectionné à partir d'holothuries du genre Stichopus, mais d'autres espèces sont parfois utilisées. Au Japon, les savons dérivés de *S. chloronotus* et d'*Holothuria atra* à Okinawa sont de plus en plus appréciés des consommateurs soucieux de leur santé et de la nature, lesquels sont prêts à payer environ 35 dollars des États-Unis pour un pain de 90 g. Le marché semble sensible à une large gamme de produits à valeur ajoutée, centrés sur les arguments « beauté » et « santé ».

Confectionner de nouveaux produits dans la région Indo-Pacifique

Si ces produits d'un genre inédit ouvrent de nouveaux débouchés commerciaux, nous doutons que les artisans pêcheurs soient en mesure de s'occuper seuls de leur confection. La congélation et le conditionnement sous vide exigent des machines bien trop chères pour les artisans pêcheurs, tandis que l'étiquetage et la commercialisation des produits requièrent un investissement considérable et des contacts auprès des marchés. Certains de ces débouchés seront donc mis à profit par de grandes entreprises de transformation et d'exportation, qui redistribueront ou non les bénéfices excédentaires aux pêcheurs. Les nouveaux produits et voies de commercialisation pousseront peut-être les consommateurs de certains pays à exiger que les pêcheurs ne prélèvent que certains calibres ou certaines espèces. Les artisans pêcheurs, notamment ceux du bassin Indo-Pacifique, pourraient voir grimper la demande de certaines espèces du genre *Stichopus* si l'on commence à produire des remèdes fortifiants traditionnels ou d'autres formes thérapeutiques. Une telle évolution des paramètres de la pêche devrait alors être surveillée de près et gérée attentivement par les responsables de la ressource.

Notre article a deux implications importantes pour l'aquaculture. Premièrement, les structures aquacoles devraient étudier avec sérieux la possibilité de transformer et de vendre leurs holothuries dans des formats adaptés au consommateur (ex. : paquets d'holothuries congelées ou coffrets cadeaux) pour améliorer leur rentabilité. Ce conseil s'applique particulièrement à des pays tels que la Nouvelle-Calédonie, où les rendements des fermes aquacoles sont faibles en raison de frais d'exploitation élevés (Purcell et al. 2012). C'est justement dans ce cas de figure que les fermes d'élevage peuvent reprendre la main, car elles peuvent prélever les animaux qui ont atteint une taille optimale pour la forme de conditionnement choisie et travailler dans un environnement contrôlé pour viser l'excellence du produit. Deuxièmement, les fermes peuvent se tourner vers certaines espèces appréciées des familles chinoises ou réputées pour leurs propriétés médicinales. À titre d'exemple, des essais ont démarré en Malaisie dans l'espoir de mettre au point une technique d'élevage adaptée à l'espèce Stichopus horrens, en vue de la production de fortifiants, gelées et émulsions à base de gamat.

Un label écoresponsable apposé sur les holothuries d'élevage pourrait peut-être améliorer les ventes, mais nous ne sommes pas certains que les consommateurs chinois et asiatiques en général se laissent séduire par ce type de stratégies marketing. Dans une grande partie de la Chine, on constate que l'intérêt du consommateur pour la durabilité écologique des produits de la mer est faible et l'argument écologique ne constitue sans doute pas un facteur de poids dans ses choix de consommation actuels (Fabinyi et Liu 2014). En revanche, la sécurité sanitaire des produits est regardée de très près, notamment après les nombreux scandales sanitaires qui ont secoué la Chine et qui n'ont pas épargné le secteur des produits de la mer. Le consommateur reste circonspect face au risque de contrefaçon (produits faussement décrits comme ailerons de requin ou holothuries) et d'utilisation d'antibiotiques et d'autres produits chimiques dans le processus de production (Fabinyi et Liu 2014). Les stratégies d'étiquetage mettant l'accent sur la fraîcheur, la sécurité sanitaire et l'authenticité sont en train de se généraliser dans la filière mer et peuvent être reprises à leur compte par les producteurs et commerçants d'holothuries tropicales.

Remerciements

Une partie de cette étude a été financée par le Centre australien pour la recherche agricole internationale, au titre du Projet océanien de recherche agroalimentaire pour le développement.

Bibliographie

Akamine J. 2013. Conserving biodiversity for cultural diversity: A multi-sited ethnography of sea cucumber wars. Hatano: Tokai University Press. 286 p.

Bordbar S., Anwar F. and Saari N. 2011. High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods – A review. Marine Drugs 9:1761–1805.

Fabinyi M. 2012. Historical, cultural and social perspectives on luxury seafood consumption in China. Environmental Conservation 39:83–92.

Fabinyi M. and Liu N. 2014. Seafood banquets in Beijing: Consumer perspectives and implications for environmental sustainability. Conservation and Society 12(2): in press.

Purcell S.W., Hair C.A. and Mills D.J. 2012. Sea cucumber culture, farming and sea ranching in the tropics: Progress, problems and opportunities. Aquaculture 368–369:68–81.

To A.W.L. and Shea S.K.H. 2012. Patterns and dynamics of beche-de-mer trade in Hong Kong and mainland China. TRAFFIC Bulletin 24(2):65–76.

Observation d'un juvénile de *Chiridota* sp. en Polynésie française

Coralie Taquet[1]

Espèce : *Chiridota* sp. (Apodida, Chiridotidae), Östergren, 1898.

Site : pension « Rose des îles », Motu Tiapaa (16°28'22,00"S, 152°14'38,21"O), île de Maupiti, îles Sous-le-Vent, archipel de la Société, Polynésie française. Climat tropical.

Date et heure : 13 août 2013, pendant la journée (10h00–10h30, heure locale).

Phase lunaire : nouvelle lune + 7 (lune croissante).

Observation/prise de photographies : Alizée Taquet et Coralie Taquet (figure 1).

Bathymétrie et marée : environ 40 cm, marée basse (à proximité d'un point amphidromique).

Substrat : fond sablonneux (à quelques mètres du rivage).

Note: morphologie proche de celle de l'adulte (Samyn et al. 2006) : corps vermiforme (cylindrique) translucide, lisse et de couleur rougeâtre, dépourvu de papilles mais présentant des tachetures blanches (spicules), tégument mince, absence de podia, tentacules pelto-digités transparents (une partie de la digitation formant un disque) à troncs courts. Longueur : 3 cm.

Remerciements : à F.W.E. Rowe, F. Michonneau, Y. Samyn et C. Conand pour avoir identifié le spécimen à partir des photographies.

Bibliographie : Samyn Y., VandenSpiegel D. and Massin C. 2006. Taxonomie des holothuries des Comores. Abc Taxa 1. 130 p.

Figure 1. Juvénile de *Chiridota* sp. observé sur un substrat sablonneux, île de Maupiti (Polynésie française).

[1] UMR 241 — Écosystèmes insulaires océaniens, Université de la Polynésie Française, B.P. 6570, 98702 FAA'A Aéroport, Tahiti, Polynésie française. Courriel : coralie.taquet@gmail.com

Ponte en masse de *Holothuria fuscopunctata* en Nouvelle-Calédonie

Emmanuel Tessier et Philippe Letouze

Espèce : *Holothuria fuscopunctata*.

Lieu : Récif Tabou, lagon sud ouest ; point GPS (WGS84) : 22°28'56.35 S, 166°26'43.97 E

Date et heure : le 24 novembre 2013, à 14h00, heure locale.

Phase lunaire : pleine + 7 (gibbeuse descendante).

Observation/prise de photographies : Emmanuel Tessier et Philippe Letouze (figure 1).

Zone d'observation sur le récif Tabou (cadre noir).

Les nuits du 16–17 et du 23–24 novembre, des pontes de coraux massives et des perches de minuit (*Macolor niger*) en regroupement de reproduction ont été observées passe de Boulari et dans le lagon.

Le 24 novembre, lors d'une plongée en bouteille effectuée de jour dans la partie ouest du récif Tabou, une centaine d'individus de *Holoturia fuscopunctata* a été observée en phase d'émission des gamètes. À 13h30, au passage aller, les individus sont en position normale sur le sédiment (sable corallien). À 14h00, au retour, les individus se redressent les uns après les autres et commencent à se balancer. Les individus sont disposés par groupes de 2 à 3, distants les uns des autres de 4 à 5 mètres.

Les produits sont émis par l'orifice de la gonade situé dans la partie antéro-dorsale du corps.

Dans chaque groupe deux types de produits sont émis :

- Des individus émettent des filaments blancs (ressemblant à du blanc d'œuf poché) qui se dissolvent plus ou moins facilement dans l'eau de mer, ce sont vraisemblablement des mâles.
- D'autres individus émettent des nuages de liquide transparent qui trouble l'eau de mer, dans lequel on aperçoit de minuscules points noirs qui semblent indépendants (pas de tissu conjonctif). Interprété comme des ovules émis par les femelles.

Sur les quatre groupes observés plus précisément, l'émission du sperme a systématiquement précédé la première émission des ovules, comme cela est le cas dans la majorité des observations de ponte.

L'observation a duré 10 minutes. À la fin de l'observation les individus étaient toujours redressés et l'émission des gamètes se poursuivait.

Figure 1. *Holothuria fuscopunctata* en position de ponte.

Communications...

Alexandre Ziegler

La Bêche-de-mer : un peu d'histoire

Le bulletin d'information de la CPS *La Bêche-de-mer* est la seule publication consacrée aux échinodermes publiée sous forme de revue périodique (ISSN 1025-742X). Comme son nom l'indique, ce bulletin traite essentiellement des holothuries, bien que son contenu se soit beaucoup diversifié au fil des ans. On y trouve maintenant des articles sur des travaux de recherche originaux, des revues de synthèse de la littérature, des correspondances, des résumés de publications et de documents présentés lors de conférences, des bibliographies, des listes d'adresses, des observations de ponte, des informations commerciales, des annonces de conférences et d'ateliers, ainsi que des informations générales sur la gestion de la ressource dans les pêcheries d'holothuries.

C'est en janvier 1990 que le tout premier numéro de *La Bêche-de-mer* a été publié grâce aux bons soins du Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS, anciennement Commission du Pacifique Sud). La CPS est une organisation internationale à but non lucratif dont le siège se trouve à Nouméa (Nouvelle-Calédonie) qui aide les Océaniens à avancer sur la voie du développement durable. La publication de *La Bêche-de-mer* est financée par la CPS, l'Union européenne, la France, l'Australie, ainsi que d'autres organismes publics. Depuis 1990, la CPS a publié 33 numéros du bulletin, qui peuvent tous être téléchargés gratuitement (http://www.spc.int/coastfish/fr/publications/bulletins/la-beche-de-mer.html). De plus, une base de données permet d'effectuer des recherches dans l'ensemble des publications de la CPS, dont *La bêche-de-mer* (http://www.spc.int/coastfish/fr/publications/bibliotheque-numerique.html).

C'est à la suite d'une série de réunions organisées à la fin des années 80 qu'est prise la décision de lancer le bulletin d'information *La Bêche-de-mer*. Dans de nombreux pays océaniens, où les holothuries constituent un produit d'exportation de première importance, on assiste à l'époque à une forte poussée de la production, associée à une augmentation des importations de la Chine continentale. Cette évolution suscite, chez les spécialistes de la filière halieutique, une certaine inquiétude quant à la capacité des ressources océaniennes à résister à une telle pression de pêche. Un atelier sur les ressources halieutiques côtières, organisé par la CPS à Nouméa en mars 1988, débouche sur la mise en place de plusieurs réseaux de spécialistes s'intéressant aux ressources présentant un intérêt particulier pour les gestionnaires halieutiques océaniens. En août 1988, à l'occasion du 6e Symposium international sur les récifs coralliens tenu à Townsville (Australie), Chantal Conand, coordonnatrice du réseau bêche-de-mer, rencontre plusieurs spécialistes de l'holothurie et représentants de pays membres de la CPS pour évoquer les moyens d'améliorer la circulation des idées et de renforcer la collaboration à l'avenir. Lors d'un déjeuner de travail, la CPS annonce être en mesure de financer une revue œuvrant à la réalisation des objectifs du réseau bêche-de-mer nouvellement créé, le premier à être placé sous l'égide de la CPS. Suite à la Conférence technique régionale sur les pêches organisée par la CPS en août 1989 à Nouméa, un questionnaire est envoyé aux spécialistes de l'holothurie en vue, d'une part, de déterminer leur intérêt pour ce projet, et, d'autre part, de repérer des personnes susceptibles de fournir des informations techniques sur la filière. Une soixantaine de questionnaires sont renvoyés et Chantal Conand, coordonnatrice du réseau bêche-de-mer, devient la première rédactrice en chef du nouveau bulletin d'information de la CPS *La Bêche-de-mer*.

La Bêche-de-mer n'est pas une revue à comité de lecture : tous les articles sont adressés au rédacteur en chef, à qui il revient de décider de leur publication. Chantal Conand a assumé ce rôle pour les 27 premiers numéros, avant de le partager pour la 28e édition avec Igor Eeckhaut, qui a alors pris officiellement le relais. Les aspects techniques et rédactionnels relèvent des agents de la CPS, et notamment d'Aymeric Desurmont, Jean-Paul Gaudechoux ayant également joué un rôle important dans ce domaine par le passé. *La Bêche-de-mer* est une publication bilingue : les textes originaux sont soumis et publiés en anglais (http://www.spc.int/coastfish/en/publications/bulletins/beche-de-mer.html), la traduction en français étant assurée par les services de la CPS.

La Bêche-de-mer a longtemps fait l'objet d'une publication semestrielle (en 1990, 1991, 2001, 2002 et de 2004 à 2008), mais à partir de 2009, des restrictions budgétaires ont contraint la CPS à limiter la parution à un numéro par an. Par le passé, des exemplaires imprimés étaient envoyés gratuitement aux membres du réseau de spécialistes de la bêche-de-mer, mais depuis le numéro 24, cette diffusion a été limitée aux États et Territoires membres de la CPS, pour des raisons budgétaires et de respect de l'environnement. Au fil des ans, le bulletin n'a cessé de s'étoffer, puisqu'on est passé de 14 pages pour le premier numéro à 76 pages pour la 32e édition. Les informations relatives au numéro à venir sont généralement publiées sur le site de la CPS et diffusées par courriel auprès des auteurs d'articles, des institutions intéressées et de tous les membres du réseau de spécialistes de la bêche-de-mer.

Le lectorat de *La bêche-de-mer* s'est considérablement élargi au fil des ans et compte maintenant aussi bien des scientifiques spécialistes des holothuries et des échinodermes, que des gestionnaires des ressources halieutiques et des récifs coralliens, ou des membres d'associations. Au cours des 20 dernières années, de nombreux articles publiés dans *La bêche-de-mer* ont été cités dans des mémoires de recherche de haut niveau, illustrant ainsi toute l'importance des travaux qui sont présentés dans cette publication.

Jean Ruffez[1]

À Madagascar, la récolte des holothuries continue de tuer les plongeurs à l'air

En décembre 2013, l'Association francophone d'entraide et de promotion des sciences de la vie (AFEPS) a réalisé une mission à Madagascar, à la demande de l'association sportive Grand Air rattachée à l'Université de la Réunion : une formation technique (figure 1) a été dispensée à une vingtaine d'étudiants réunionnais, ainsi qu'à des plongeurs à l'air de la baie d'Antsiranana (également appelée Diego Suarez). Au cours de cette formation, l'AFEPS a formé les participants au secourisme adapté à la plongée, et tout particulièrement à la recompression thérapeutique par immersion (RTI), dite également « chambre hyperbare du pauvre ». Cette méthode consiste à immerger la victime d'un accident de plongée le plus rapidement possible à une profondeur de 9 mètres en lui faisant respirer de l'oxygène pur pendant une heure ou, à défaut, de l'air comprimé pendant une période plus longue.

Figure 1. Formation technique : a) Plongeur malgache ; b) embarcation utilisée. (Images : Jean Ruffez)

Figure 2. Baie de Diego et Ramena à Madagascar.

La pêche en plongée a toujours existé à Madagascar. Par le passé, les pêcheurs plongeaient surtout en apnée, mais depuis quelques années des patrons pêcheurs ont équipé leurs bateaux de compresseurs et les jeunes plongeurs qui travaillent pour eux de scaphandres autonomes. Ces hommes ignorent tout des techniques de plongée. Ils sont équipés d'un simple gilet stabilisateur et d'une bouteille de 12 litres d'air, avec pour seuls instruments un détendeur et un manomètre. Chaque plongeur consomme trois à quatre bouteilles par plongée. Les pêcheurs descendent jusqu'à une profondeur de 40 mètres pour ramasser des holothuries, et les accidents, bien sûr, sont fréquents. Or, il n'y a pas de caisson hyperbare dans la zone. Avant notre arrivée sur place, nous avons appris que l'on déplore au moins un mort par semaine parmi les pêcheurs de la baie d'Antsiranana (figure 2).

Le mois de décembre est propice à la récolte des holothuries dans cette région de Madagascar. Les pêcheurs nous expliquent en effet que la baie est à l'abri du vent et que les holothuries ne se sont pas encore enterrées dans la vase, comme les y incitent les tempêtes du mois de janvier. Le jour-même de notre arrivée à Ramena, dans la baie de Diego Suarez, nous apprenons qu'un accident de plongée s'est produit dans la baie des Sakalava (figure 2). Un groupe de dix pêcheurs de Diego Suarez pêchait l'holothurie en plongée. L'un d'entre eux n'est

[1] Coordonnateur du programme Aide aux pêcheurs plongeurs — Association francophone d'entraide et de promotion des sciences de la vie (AFEPS) ; Courriel : jeanruffez@noos.fr

pas remonté et son corps n'a pas été retrouvé. Un autre est resté paralysé des membres inférieurs après sa remontée. Malheureusement, nous ne pouvons le rencontrer. Cruelle ironie, nous disposons d'équipement de RTI que nous aurions pu utiliser pour immerger la victime et lui faire respirer de l'oxygène pur, lui évitant ainsi la paralysie. Son beau-frère n'entre en contact avec nous que quatre jours après l'accident : il n'y a alors plus rien à faire. Nous souhaitons rencontrer la victime pour mieux comprendre la pratique de ces plongeurs et déterminer leur niveau de connaissance de la plongée en bouteille. Malheureusement, ce jeune père de 29 ans refuse de nous voir au motif qu'il a honte de ce qui lui est arrivé. Ce type de comportement n'a rien de surprenant pour les représentants de l'AFEPS et rappelle une situation rencontrée au Vietnam (Ruffez 2008) : les intéressés mettent leur accident sur le compte de la fatalité. Ils ont du mal à comprendre ce qui leur est arrivé. Ces plongeurs pêcheurs ont l'habitude de répéter les mêmes gestes au quotidien, à chaque plongée. Ils ne comprennent pas pourquoi soudain un jour, certains d'entre eux ne remontent pas à la surface ou finissent dans un fauteuil roulant.

Au Vietnam, quand nous organisons des formations de « plongeurs secouristes », les participants se rendent compte que les accidents sont dus à la méconnaissance des techniques de plongée. Dès qu'ils ont compris que les problèmes résultent de l'apparition de bulles dans l'organisme et quelles sont les règles de sécurité élémentaires à respecter (remontée lente et paliers de décompression), plus aucun accident n'est à déplorer. Ils savent que lorsqu'un plongeur victime d'un accident de plongée (bends ou accident médullaire) est rapidement ré-immergé et qu'on lui fait respirer de l'air, ou de préférence de l'oxygène pur, selon le protocole de Clipperton, les douleurs articulaires, la paralysie et les troubles des sphincters constatés initialement disparaissent.

L'association Grand Air entend continuer à former les jeunes plongeurs malgaches du village de Ramena. Ils pratiquent pour la plupart la plongée en apnée et la formation leur permettra de descendre plus profond pour ramasser les holothuries. En dehors de toute considération de santé publique, on aurait tort de conclure que ceci va contribuer à l'appauvrissement des ressources marines. Formés ou non aux techniques de plongée, ces plongeurs sont recrutés par des patrons pêcheurs peu scrupuleux qui les envoie ramasser des holothuries à n'importe quelle profondeur. Grâce à l'équipement RTI et à la formation au secourisme de quelques plongeurs, il est possible de prendre en charge immédiatement les victimes d'accidents et de réduire ainsi fortement le taux de mortalité, ainsi que les séquelles. Depuis trois ans, l'expérience de l'AFEPS au Vietnam en a donné une preuve magistrale avec différents groupes de plongeurs à l'air de la baie de Ninh Va, à proximité de Nha Trang et sur l'île de Ly Son, au centre du pays (Ruffez 2008).

Le protocole RTI de Clipperton, élaboré par le docteur J.E Blatteau de l'Institut de médecine navale du service de santé des armées (IMNSSA) lors d'une expédition sur l'île de Clipperton en 2005, est une technique qui fonctionne. On en a vu la preuve au Vietnam, où de nombreux plongeurs à l'air ont pu être sauvés et échapper à la paralysie grâce à ce protocole. On parle aussi de « chambre de décompression du pauvre ». Il suffit en effet d'une bouteille de 40 à 50 litres d'oxygène industriel, d'un détendeur, d'un flexible de 15 mètres et de long et d'un accessoire spécial conçu par le Dr P. Cavenel pour relier le flexible à un détendeur Nitrox. Ces éléments sont faciles à trouver et peu onéreux dans les pays pauvres.

La ré-immersion doit être réalisée le plus rapidement possible, avant que l'accident de plongée n'entraîne de conséquences pathologiques. Un DVD sur les méthodes de secourisme adaptées à la plongée est remis aux formateurs qui s'en servent pour enseigner les premiers secours aux plongeurs. Ce DVD est disponible en trois langues : anglais, français et vietnamien. Grâce à son expérience de 25 ans, l'AFEPS œuvre modestement mais efficacement au développement de la formation des pêcheurs pauvres, à partir d'innovations techniques issues de la recherche militaire.

Toutefois, au-delà de la problématique de santé publique, se pose également la question de la diminution des ressources marines. Il s'agit de réfléchir à l'incidence écologique et socioéconomique des méthodes de pêche et aux activités de substitution envisageables pour la reconversion des pêcheurs, accidentés ou non. C'est pourquoi l'AFEPS travaille sur un projet qui sera mené en coopération avec des partenaires locaux et étrangers, dans le but de créer un centre de formation/exploitation aquacole pour la production, la transformation et la commercialisation de *Holothuria scabra*.

Grâce au programme Aide aux pêcheurs plongeurs (APP) de la zone intertropicale, l'AFEPS continuera à contribuer à la formation de plongeurs secouristes et de formateurs bénévoles, comme elle l'a fait dans le cadre des projets de reconversion des pêcheurs plongeurs au Vietnam et à Madagascar notamment. Il existe manifestement des besoins importants dans beaucoup d'autres pays en développement et de nouvelles initiatives doivent être lancées pour aider les populations les plus défavorisées résidant dans des zones où les écosystèmes marins sont vulnérables. Toutes les compétences bénévoles sont les bienvenues pour aider l'AFEPS et participer au développement de ces passionnantes missions de solidarité internationale.

Bibliographie

Ruffez J. 2008. La pêche des holothuries en plongée au Vietnam : une catastrophe humaine et écologique. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 28:42–45.

P.A.D. Ajith Kumara[1]

Récent atelier de formation sur la reproduction artificielle et l'élevage de larves de *Holothuria scabra* au Sri Lanka

La filière sri-lankaise de l'holothurie a une longue histoire et dépend de la récolte de 21 espèces d'intérêt commercial, dont la plupart sont surexploitées (Dissanayake et Stefansson 2010[1]). À l'instar de nombreux autres pays, le Sri Lanka a lancé, à la fin 2011, un programme de production de juvéniles d'holothuries. C'est dans ce cadre que les scientifiques du Centre national de recherche et de développement des ressources aquatiques (NARA) (organisme rattaché au ministère des Pêches et du Développement des ressources aquatiques) sont parvenus à induire la reproduction de l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*).

Soucieux de diffuser ces techniques auprès des acteurs locaux intéressés, le NARA a organisé, les 14 et 15 décembre 2013, une formation de deux jours consacrée à la reproduction artificielle et à l'élevage des larves d'holothurie de sable, dans les locaux de son Centre régional de recherche de Kalpitiya. On comptait parmi les participants des représentants du secteur privé, notamment des propriétaires et gestionnaires d'écloseries, ainsi que des fonctionnaires et des membres d'organisations non gouvernementales. Il s'agit de la première formation sur la reproduction et l'élevage de larves d'holothuries (toutes espèces confondues) jamais organisée au Sri Lanka et le NARA entend répéter l'exercice en 2014. L'atelier était encadré par P.A.D. Ajith Kumara, Directeur de recherche de la Division ressources aquatiques et aquaculture du NARA, et A.L.M Rifky, responsable du Centre régional de recherche du NARA de Kalpitiya.

Participants et formateurs (en haut à gauche).
Sélection de géniteurs pour la reproduction artificielle (en haut à droite).
Séance de formation consacrée à la reproduction (en bas à gauche).
Séance de formation consacrée à l'alimentation des géniteurs (en bas à droite).

[1] Centre national de recherche et de développement des ressources aquatiques (NARA), Crow Island, Colombo 15, Sri Lanka ; Courriel : padajithkumara@yahoo.com

Résumés et nouvelles publications...

Notification aux Parties (Genève, 1er mars 2013)

N° 2013/007 ; Concerne : Concombres de mer

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction

1. Lors de sa 26e session (AC26, Genève, 15-20 mars 2012), le Comité pour les animaux a demandé au Secrétariat de préparer une notification aux Parties afin d'attirer leur attention sur des publications relatives aux concombres de mer publiées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

2. Sont indiqués ci-dessous les titres d'ouvrages sur les concombres de mer récemment publiés par la FAO, avec le lien vers leur version en ligne :

   - Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper no. 463. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 425 pp.
     http://www.fao.org/docrep/007/y5501e/y5501e00.htm
   - Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. 2008. Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper no. 516. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 317 p.
     http://www.fao.org/docrep/011/i0375e/i0375e00.htm
   - Food and Agriculture Organization. 2010. Putting into practice an ecosystem approach to managing sea cucumber fisheries. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 81 p.
     http://www.fao.org/docrep/013/i1780e/i1780e00.htm
   - Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes no. 6. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 150 p. + gravures en couleur .
     http://www.fao.org/docrep/017/i1918e/i1918e.pdf
   - Food and Agriculture Organization. 2012. Report on the FAO workshop on sea cucumber fisheries: An ecosystem approach to management in the Pacific (SCEAM Pacific), Nadi, Fiji, 15–18 November 2011. FAO Fisheries and Aquaculture Report no. 1003. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 44 p.
     http://www.fao.org/docrep/015/i2658e/i2658e00.htm
   - Purcell S.W. Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. 2012. Edited/compiled by Lovatelli A., Vasconcellos M. and Yimin Y. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper no. 520. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 157 p.
     Version anglaise : http://www.fao.org/docrep/012/i1384e/i1384e00.htm
     Version espagnole : http://www.fao.org/docrep/013/i1384s/i1384s00.htm

3. Le Comité pour les animaux encourage les États des aires de répartition des concombres de mer à :

   - promouvoir la conservation et la gestion des concombres de mer sous leur juridiction, en s'appuyant sur les informations contenues dans les ouvrages précités et autres documents de la FAO, ainsi que dans les rapports des ateliers CITES de 2003 et 2004 sur les concombres de mer (voir documents AC22 Inf. 1 et CoP14, Doc. 62) et d'autres publications pertinentes.

Au programme des conférences des prochains mois

Conférence nord-américaine sur les échinodermes, 1–6 juin 2014

La Conférence se tiendra à l'Université de Floride-Ouest, à Pensacola (État de Floride, États-Unis). Le site Web de la Conférence peut être consulté à l'adresse : http://uwf.edu/naec2014.

Cette Conférence est organisée en hommage au travail et à la carrière de David Pawson. Dans ce contexte, plusieurs « bourses » ont été créées pour permettre aux étudiants lauréats de financer leurs frais de participation.

La Conférence se déroule en Amérique du Nord, mais est ouverte à toute personne désireuse d'assister aux débats, où qu'elle se trouve dans le monde. Alors, faites passer le message.

Troisième Congrès mondial annuel sur l'aquaculture et la pêche — édition 2014 (WCAF-2014)

Le Congrès aura lieu du 16 au 18 octobre au centre international de conférences de Dalian (Chine).

Pour tout complément d'information, consultez la page http://www.bitcongress.com/wcaf2014/default.asp

Prochaine Conférence européenne sur les échinodermes

La prochaine Conférence européenne sur les échinodermes se déroulera du 20 au 24 juillet 2014 à Portsmouth, en Angleterre. Nous espérons vous y retrouver nombreux. N'hésitez pas à transmettre l'information à toute personne qui pourrait s'intéresser à ces travaux.

Le site Web de la Conférence sera prochainement mis en ligne : vous y trouverez le programme détaillé de la Conférence et les modalités d'inscription. Si vous souhaitez d'ores et déjà planifier votre participation, sachez que l'inscription (tous frais hors dîner de la Conférence et excursions après celle-ci) coûtera environ 110 livres (130 euros) et que vous pourrez vous loger à la cité universitaire (formule bed and breakfast : 44 livres ou 51,30 euros la nuit).

Andrew B. Smith FRS FRSE, a.smith@nhm.ac.uk

Ouvrages sous presse

I. Sea cucumbers in the western Indian Ocean: Improving management of an important but poorly understood resource

N. Muthiga et C. Conand

2014 – WIOMSA Book Series No. 14. viii + 74 (sous presse)

Dans toute la partie ouest de l'océan Indien, la récolte des holothuries est principalement pratiquée par des artisans pêcheurs. Alors que cette ressource fait l'objet d'un commerce séculaire dans la région, très peu d'informations sont disponibles sur les stocks, les méthodes de pêche et les facteurs socioéconomiques régissant la pêcherie. Devant cette méconnaissance et l'affaiblissement des stocks, le programme « Les sciences de la mer au service de la gestion » (MASMA) de l'Association des sciences de la mer de l'océan Indien occidental a décidé de lancer un projet de recherche régional triennal multi-pays afin de consigner et d'évaluer les données disponibles sur les holothuries de la région et de mener des études pour combler les principales lacunes dans cinq pays : le Kenya, Madagascar, La Réunion (France), les Seychelles et la Tanzanie. Ce volume fait la synthèse des principaux résultats de recherche livrés par le projet et des recommandations qui en découlent pour la gestion concrète de la pêcherie d'holothuries de l'océan Indien occidental. L'ouvrage est divisé en plusieurs chapitres centrés autour de thèmes distincts : évaluations écologiques et inventaires des espèces, études de la biologie de la reproduction des principales espèces commercialisées, études sur l'efficacité des aires marines protégées dans la gestion de la ressource en holothuries, et analyse des paramètres socioéconomiques et de la gestion de la pêcherie. Cet ouvrage est destiné aux institutions désireuses de maintenir la productivité et la viabilité à long terme des pêcheries et des ressources naturelles ciblées, aux responsables de la gestion des pêches et des ressources naturelles, aux communautés locales vivant de ces ressources et aux bailleurs de fonds, en particulier ceux travaillant sur les concepts de gestion communautaire côtière des ressources et de diversification des moyens d'existence. Les principales conclusions du projet révèlent que, dans la plupart des pays étudiés, les ressources en holothuries sont toujours sur le déclin du fait de la surexploitation et de difficultés de gouvernance chroniques et systémiques. Parmi les grandes recommandations du rapport, les auteurs préconisent d'améliorer les moyens consacrés à la gestion et la planification, de combler les lacunes dans la connaissance écologique et socioéconomique de la pêcherie, de mettre à l'étude les possibilités de création de nouveaux débouchés économiques et de diversification de l'activité, et de renforcer la participation des parties prenantes et la coordination régionale. Pour obtenir des exemplaires de cet ouvrage, veuillez prendre contact avec le secrétaire exécutif de la WIOMSA (secretary@wiomsa.org).

II. Ouvrages publiés par la FAO

Les deux ouvrages décrits ci-dessous peuvent être consultés en ligne ou au format papier. Il vous suffit de contacter Alessandro Lovatelli et de lui fournir vos coordonnées, une adresse d'expédition, et quelques renseignements sur votre travail dans le domaine des holothuries. Lien : http://www.fao.org/docrep/011/i0375e/i0375e00.htm

Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade.

Toral-Granda V., Lovatelli A. et Vasconcellos M.

FAO. Document technique n° 516 sur les holothuries de la série La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rome, Italie : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2008. 317 p.

Ce document technique passe en revue l'état de santé des stocks d'holothuries, ainsi que leurs modes d'exploitation et de commercialisation de par le monde, à partir d'une analyse des données recueillies dans cinq régions sur les lieux de pêche connus des holothuries : les zones tempérées de l'hémisphère Nord, l'Amérique latine et les Caraïbes, l'Afrique et l'océan Indien, l'Asie, et le Pacifique occidental et central. Dans chaque région, les spécialistes ont conduit une étude de cas d'un pays ou d'une pêcherie « hotspot » afin de mettre en lumière les problèmes critiques qui se posent et les possibilités offertes par la gestion durable des stocks d'holothuries. Ces points chauds sont la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les Philippines, les Seychelles, les Galápagos et la pêcherie de Cucumaria frondosa à Terre-Neuve, au Canada. Ensemble, toutes ces informations nous offrent une évaluation exhaustive et actualisée de la situation mondiale des

populations d'holothuries, des pêcheries associées, de leur commerce et de leur gestion. Il s'agit d'un outil précieux pour les chercheurs, les gestionnaires, les décideurs et les organisations régionales et internationales travaillant dans le secteur de la conservation et de l'exploitation des holothuries.

Commercially important sea cucumbers of the world.

Purcell S.W., Samyn Y. et Conand C.

FAO Species Catalogue for Fishery Purposes no. 6. Rome, Italie : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 150 p. + 30 planches d'illustrations en couleurs. 2012.

Les holothuries sont actuellement récoltées et commercialisées dans plus de 70 pays à travers le monde. Elles sont exploitées dans les pêcheries industrialisées, semi-industrialisées et artisanales des régions polaires, tempérées et tropicales. Dans certaines pêcheries, plus de 20 espèces sont exploitées par les pêcheurs. Les animaux traités sont principalement exportés vers les marchés asiatiques et c'est pourquoi il est nécessaire pour les agents des bureaux commerciaux et des douanes de savoir identifier les espèces. Ce guide a été élaboré pour aider les responsables des pêcheries, les scientifiques, les agents des bureaux commerciaux et les employés du secteur à identifier les espèces exploitées et commercialisées dans le monde. Cet ouvrage fournit des informations permettant d'identifier 58 espèces couramment exploitées à travers le monde. Cette édition n'inclut pas les nombreuses autres espèces dont l'exploitation se limite soit à un petit nombre de régions, soit à des quantités relativement faibles. Lorsque les données étaient trop limitées, les espèces exploitées commercialement dans certaines régions ont également été exclues de l'ouvrage (par exemple, les espèces de la Méditerranée). Les informations d'identification sont extraites de plus de 170 rapports et articles de recherche, et ont été complétées grâce aux observations et aux relectures de taxinomistes et d'agents de terrain. Chaque fiche d'identification, composée de deux pages, contient suffisamment d'informations pour permettre au lecteur de différencier les espèces semblables, qu'elles se présentent sous leur forme vivante ou traitée (séchée). Pour chaque espèce, l'ouvrage précise dans la mesure du possible : la nomenclature, dont les noms FAO, et les noms usuels recensés dans les différents pays et régions ; des illustrations du corps et des ossicules ; des descriptions des ossicules des différentes parties du corps ; des photographies en couleur des spécimens vivants et séchés ; des renseignements sur la taille, l'habitat, la biologie, les méthodes de pêche, les modes de consommation, la valeur marchande et les modes de commercialisation ; et des cartes de la répartition géographique. L'ouvrage contient un index complet, une introduction, un glossaire et une bibliographie spécifique. Pour identifier les espèces, le guide incite ses utilisateurs à s'appuyer à la fois sur les caractéristiques morphologiques, sur des échantillons d'ossicules provenant de différentes parties du corps et sur les informations concernant l'habitat et le lieu de récolte.

III. Manuel de production en écloserie de l'holothurie de sable *Holothuria atra* dans le sultanat d'Oman

Le manuel peut être téléchargé à l'adresse suivante :

http://www.google.co.uk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sarnissa.org%2Fdl679&ei=4q3HUoLSOq-U0QXUuYGIDQ&usg=AFQjCNGS2t22HZ3XGzrZR-rALnzWcMCm_g&sig2=EiKRE08_ncc_2kKBOZ000g&bvm=bv.58187178,d.bGQ

Résumés d'exposés et d'affiches présentés au huitième colloque scientifique de l'Association des sciences de la mer de l'océan Indien occidental (WIOMSA), tenu à Maputo, au Mozambique (28 octobre – 2 novembre 2013), communiqués par C. Conand.

Exposés

Analysis of the incomes generated by community-based sea cucumbers farmers within an NGO–private sector partnership in the Velondriake Locally Managed Area (LMMA) in southwestern Madagascar, case of the village of Tampolove.
Razafimana H., Lanting M., Rougier A. and Harris A.

Lost values of insufficiently managed sea cucumber fishery resources.
Eggertsen M., Eriksson H. and de la Torre-Castro M.

Science to policy and the road ahead for western Indian Ocean sea cucumber fisheries management and research.
Eriksson H., Purcell S., Conand C., Muthiga N. and Lovatelli A.

Effect of the size release of sea cucumber juveniles on their survival and growth during the three first months of rearing in pens (case of Tampolove site).
Lavitra T., Tsiresy G., Rasolofonirina R., Rougier A. and Eeckhaut I.

Poverty eradication through community-led, integrated multi-trophic aquaculture of sea cucumber *Holothuria scabra* and red seaweed *Kappaphycus striatum* in Tanzania.
Mgaya Y., Beltran-Gutierrez M., Ferse S.C.A., Kunzmann A., Msuya F.E., Slater M.J. and Stead S.M.

The hidden part of the iceberg: Fifteen years of malgacho-belgian researches to sustain the development of sea cucumber farming.
Eeckhaut I., Jangoux M., Rabenevanana M.W., Rasolofonirina R. and Lavitra T.

Affiches

Management strategies in sea cucumber fisheries in Tanzania.
Mmbaga T. K.

Abundance and distribution of *Thallamita crenata* crabs (redoubtable predator of sea cucumber *Holothuria scabra*) in Sarodrano and Tampolove (two main sea cucumber farming villages in SouthWestern coast of Madagascar) and identification of the best trap system and bait to catch them.
Lavitra T., Tsiresy G., Rasolofonirina R., Rougier A. and Eeckhaut I.

AMPA / HOLOTHURIE: A new project funded by the Malagasy Government to promote sea cucumber farming in Madagascar.
Lavitra T., Tsiresy G., Rasolofonirina R., Rougier A. and Eeckhaut I.

The use of food compound to rear juveniles of sea cucumber *Holothuria scabra* in the external pond.
Lavitra T., Tsiresy G., Rasolofonirina R., Rougier A. and Eeckhaut I.

The holothurian (Echinodermata) biodiversity of the Scattered Islands (France, Mozambique channel): Glorioso Islands.
Mulochau T., Conand C. and Chabanet P.

Production *Holothuria scabra* seeds for farming: Experience from Tanzania.
Mmbaga T.K. and Mgaya Y.D.

Abundance and composition of sea cucumbers in Bongoyo Island, Dar es Salaam.
Kaiza V.E.

Sea cucumbers recruitment: A poorly understood stage in life history.
Conand C. and Bourjon P.

Sea cucumbers in the shallow lagoons of Mauritius: Abundance, diversity and size distribution.
Lampe K. and Moothien Pillay R.

Rehabilitation of natural stocks of the holothuroid *Holothuria fuscogilva* (Cherbonnier, 1980) at the Gulf of Aqaba, Red Sea.
Hasan M.H.

Mercedes Gonzalez-Wanguemert : mémoires de master réalisés sous sa supervision

Fernanda Rodrigues. 2013. Role of coastal lagoon on genetic diversity: Are they hotspots of biodiversity? Msc thesis (EMBC: International Master of Science in Marine Biodiversity and Conservation). CCMAR, Universidade do Algarve (Portugal). Supervisor: Dr Mercedes Gonzalez-Wanguemert. 40 p.

Andjin Siegenthaler. 2013. Spatial distribution patterns and population structure of *Holothuria mammata* and *Holothuria arguinensis* in the Ria Formosa (Portugal). Master's thesis (EMBC: International Master of Science in Marine Biodiversity and Conservation). CCMAR, Universidade do Algarve (Portugal). Supervisor: Dr Mercedes Gonzalez-Wanguemert. 55 p.

Publications récentes

Caulier G., Flammang P., Gerbaux P. and Eeckhaut I. 2013. When a repellent becomes an attractant: Harmful saponins are kairomones attracting the symbiotic Harlequin crab. Scientific Reports 3, article number: 2639 [DOI:10.1038 / srep02639]

Caulier G., Flammang P., Rakotorisoa P., Gerbaux P., Demeyer M. and Eeckhaut I. 2013. Preservation of the bioactive saponins of *Holothuria scabra* through the processing of *trépang*. Cahiers de Biologie Marine 54:685–690.

Dolmatov I.Y., Khang N.A. and Kamenev Y.O. 2012. Asexual reproduction, evisceration, and regeneration in holothurians (Holothuroidea) from Nha Trang Bay of the South China Sea. Russian Journal of Marine Biology 38(3):243–252.

Eckelbarger K.J. and Riser N.W. 2013. Derived sperm morphology in the interstitial sea cucumber *Rhabdomolgus ruber*, with observations on oogenesis and spawning behavior. Invertebrate Biology 132(3):270–281.

Eriksson H. and Byrne M. 2013. The sea cucumber fishery in Australia's Great Barrier Reef Marine Park follows global patterns of serial exploitation. Fish and Fisheries [DOI: 10.1111 / faf.12059]

Hannah L., Duprey N., Blackburn J., Hand C.M. and Pearce C.M. 2012. Growth rate of the California sea cucumber *Parastichopus californicus*: Measurement accuracy and relationships between size and weight metrics. North American Journal of Fisheries Management 32(1):167–176.

Jupiter S.D., Saladrau W. and Vave R. 2013. Assessment of sea cucumber fisheries through targeted surveys of Lau Province, Fiji. Wildlife Conservation Society/University of the South Pacific/Fiji Department of Fisheries/Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation, Suva, Fiji. 22 p.

Lane D.J.W. and Limbong D. 2013. Catastrophic depletion of reef-associated sea cucumbers: Resource management/reef resilience issues for an Indonesian marine park and the wider Indo-Pacific. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems [DOI: 10.1002/aqc.2421]

Mezali K., Soualili D.L., Neghli L. and Conand C. 2014. Reproductive cycle of the sea cucumber *Holothuria* (*Platyperona*) *sanctori* (Holothuroidea: Echinodermata) in the southwestern Mediterranean Sea: Interpopulation variability. Invertebrate Reproduction and Development [http://dx.doi.org/10.1080/07924259.2014.883337]

Min Qu B., Luan Z., Li X. and Yang Y. 2013. Electrohydrodynamic drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*). LWT – Food Science and Technology 54:570–576.

Mohammadizadeh F., Ehsanpor M., Afkhami M., Mokhlesi A., Khazaali A. and Montazeri S. 2013. Evaluation of antibacterial, antifungal and cytotoxic effects of *Holothuria scabra* from the North Coast of the Persian Gulf. Journal de Mycologie Médicale [http://dx.doi.org/10.1016/j.mycmed.2013.08.002]

Navarro P.G., García-Sanz S., Barrio J.M. and Tuya F. 2013. Feeding and movement patterns of the sea cucumber *Holothuria sanctori*. Marine Biology. Online First. June 2013 [DOI 10.1007/s00227-013-2286-5] [http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00227-013-2286-5]

Nelson E.J., MacDonald B.A. and Robinson S.M.C. 2012. A review of the northern sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Gunnerus, 1767) as a potential aquaculture species. Reviews in Fisheries Science 20(4):212–219.

Pakoa K., Saladrau W., Lalavanua W., Valotu D., Tuinasavusavu I., Sharp M. and Bertram I. 2013. The status of sea cucumber resources and fisheries management in Fiji. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community. 49 p. [http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Reports/Pakoa_13_Fiji_Sea_Cucumbers.pdf]

Pakoa K.M., Ngaluafe P.V., Lotoahea T., Matoto S.V. and Bertram I. 2013. The status of Tonga's sea cucumber fishery, including an update on Vava'u and Tongatapu. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community. 46 p. [http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Reports/Pakoa_13_Tonga_Sea_Cucumbers.pdf]

Pasilio T., Pereira F., Rikim K., Pakoa K. and Bertram I. 2013. The status of reef invertebrate resources and recommendations for management at Tokelau. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community. 32 p. [http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Reports/Pasilio_13_Tokelau_Invertebrate_Resources.pdf]

Plotieau T., Baele J.-M., Vaucher R., Hasler C.-A., Koudad D. and Eeckhaut I. 2013. Analysis of the impact of *Holothuria scabra* intensive farming on sediment. Cahiers de Biologie Marine 54:703–711.

Plotieau T., Lavitra T., Gillan D. and Eeckhaut I. 2013. Bacterial diversity in the digestive tube of *Holothuria scabra* (Holothuroidea; Echinodermata). Marine Biology 160(12):3087–3101.

Price A.R.G., Evans L.E., Rowlands N. and Hawkins J.P. 2013. Negligible recovery in Chagos holothurians (sea cucumbers). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 23(6):811–819.

Purcell S.W., Lovatelli A. and Pakoa K. 2013. Constraints and solutions for managing Pacific Island sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. Marine Policy [http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2013.11.005i]

Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Lovatelli A., Toral-Granda V. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries 14:34–59.

Raumea K., George N., Pakoa K., Bertram I. and Sharp M. 2013. The status of sea cucumber resources at Aitutaki, Mangaia, Palmerston and Rarotonga, Cook Islands: June 2013. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community. 32 p. [http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Reports/Raumea_13_Cooks_Sea_Cucumbers.pdf]

Sapatu M.F. and Pakoa K. 2013. The status of sea cucumber resources and recommendations for management in Samoa. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community. 23 p. [http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Reports/Sapatu_13_Samoa_Sea_Cucumbers.pdf]

Schneider K., Silverman J., Kravitz B., Rivlin T., Schneider-Mor A., Barbosa S., Byrne M. and Caldeira K. 2013. Inorganic carbon turnover caused by digestion of carbonate sands and metabolic activity of holothurians, Estuarine, Coastal and Shelf Science [http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2013.08.029]

Vincent I.V. and Morrison-Saunders A. 2013. Applying sustainability assessment thinking to a community-governed development: A sea cucumber. Impact Assessment and Project Appraisal 31(3):208-213. [DOI:10.1080/14615517.2013.773720]

Yuan X., Yang H., Meng L., Wang L. and Li Y. 2013. Impacts of temperature on the scavenging efficiency by the deposit-feeding holothurian *Apostichopus japonicus* on a simulated organic pollutant in the bivalve-macroalage polyculture from the perspective of nutrient budgets. Aquaculture 406–407:97–104.

© Copyright Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, 2014

Tous droits réservés de reproduction ou de traduction à des fins commerciales/lucratives, sous quelque formeque ce soit. Le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique autorise la reproduction ou la traductionpartielle de ce document à des fins scientifiques ou éducatives ou pour les besoins de la recherche, à conditionqu'il soit fait mention de la CPS et de la source. L'autorisation de la reproduction et/ou de la traduction intégraleou 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 graphismesoriginaux de la CPS sans autorisation préalable.

Texte original : anglais et français

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Section information halieutique
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