

Numéro 31 – Juin 2011

# LA BÊCHE-DE-MER

## bulletin d'information

### Sommaire

- L'élevage des holothuries aux Fidji  
*C. Hair et al.* p. 3
- Surexploitation massive des  
holothuries dans la Région autonome  
de Bougainville  
*R. Hamilton et P. Lokani* p. 12
- Analyse du grossissement d'*Holothuria  
scabra* exploitée en micro fermes  
marines (région Sud-Ouest de  
Madagascar)  
*G. Tsiresy et al.* p. 17
- Pontes massives simultanées d'*Holo-  
thuria scabra* dans des sites de pacage  
en mer des municipalités de Bolinao et  
d'Anda (Philippines)  
*R. D. D. Olavides et al.* p. 23
- Inventaire des holothuries dans les eaux  
peu profondes du Sultanat d'Oman  
*M.R. Claereboudt et K.M. Al-Rashdi* p. 25
- Première observation d'un grand groupe  
d'holothuries juvéniles (*Holothuria  
leucospilota*) dans une nourricerie de  
Manado (Sulawesi nord, Indonésie)  
*C. Taquet et al.* p. 30
- Reproduction et élevage des larves  
de l'holothurie *Holothuria leucospilota*  
Brandt (*Holothuria vegabunda* Selenka)  
dans le nord du golfe persique (Iran)  
*A.-R. Dabbagh et al.* p. 35

### Éditeur

Igor Eeckhaut  
Biologie marine  
6, Av. Champ de Mars  
Université de Mons-Hainaut  
7000 Mons, Belgique  
Courriel: Igor.Eeckhaut@umh.ac.be

### Production

Cellule 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

De nouvelles informations sur la biodiversité, l'écologie et l'aquaculture des holothuries sont présentées dans ce numéro. Plusieurs pays, notamment les Fidji, l'Iran, Oman, Sri Lanka, Madagascar, les Philippines et l'Indonésie, y présentent des rapports sur des travaux de recherche et des projets. Vous y trouverez également diverses considérations sur la phylogénie des holothuries de Méditerranée ainsi qu'un récapitulatif de toutes les saponines connues.

Le premier article, par Cathy Hair et al. (p. 3), présente les résultats d'un mini-projet d'élevage et de pacage en mer d'holothuries de sable, qui est financé par l'ACIAR aux Fidji. Le projet avait pour principal objectif le transfert des techniques d'élevage en éclosérie aux entreprises publiques et privées locales de mariculture, le développement de la production de juvéniles, et la réalisation d'essais de pacage en mer, en collaboration avec une communauté côtière locale.

Hamilton et Lokani (p. 12) ont étudié les populations d'holothuries de la Région autonome de Bougainville. Ils ont comparé les résultats d'études menées dans les mêmes zones en 1992 et en 2008. Les chiffres montrent un déclin très marqué de l'abondance de huit espèces de concombres de mer au cours de cette période de 16 années.

Tsiresy et al. (p. 17) présentent leurs résultats sur la croissance de *Holothuria scabra* dans des micro-exploitations malgaches. Les auteurs ont constaté des différences dans les taux de croissance et de survie relevés dans les trois villages, et considèrent les raisons à l'origine de ces différences.

Les travaux d'Olavides et al. (p. 23) portaient également sur *Holothuria scabra*, mais à Bolinao et à Anda, aux Philippines. Les auteurs font état de pontes massives survenues simultanément dans plusieurs sites de pacage en mer.

Claereboudt et Al-Rashdi (p. 25) ont évalué la diversité et l'abondance des holothuries le long de la côte d'Oman, une première dans cette région. L'un de leurs constats les plus remarquables concerne la forte différence dans la structure des communautés d'holothuries de la mer d'Oman, et celles de la mer d'Arabie.

*Holothuria leucospilota* est également l'objet des travaux de Taquet et al. (p. 35) et de Dabbagh et al. (p.35). Taquet et al. rapportent ici leurs observations sur un important groupe de juvéniles d'*H. leucospilota*, à Manado, dans le nord de Sulawesi (Indonésie). Dabbagh et al. décrivent comment ils sont parvenus à induire la ponte chez des individus de l'espèce *H. leucospilota*, en Iran. Les auteurs ont obtenu des juvéniles après un mois d'élevage, avec un taux de survie avoisinant 5 %.

L'article de Dissanayake et Athukorala (p. 39) porte sur l'abondance, la distribution et certaines caractéristiques biologiques d'*Holothuria edulis*, sur la côte nord-ouest de Sri Lanka. Les conclusions de cette étude pourraient être mises à profit pour élaborer des plans de gestion avisés, en vue de l'exploitation durable de cette ressource.

Abondance, répartition et certaines caractéristiques biologiques du *Holothuria edulis* de la côte nord-ouest du Sri Lanka  
D.C.T. Dissanayake et S. Athukorala p. 39

Aperçu de la phylogénèse des espèces d'holothuries évoluant en eaux peu profondes (Holothuroidea : Aspidochirotida)  
K. Mezali p. 45

Étude sur la diversité des saponines parmi les holothuries de la famille des holothurioides (Holothuriidae)  
G. Caulier et al. p. 48

Observations de juvéniles et de pontes naturelles p. 55

Communications p. 60

Résumés et nouvelles publications p. 66

Mezali (p. 45) présente diverses considérations sur la phylogénie d'espèces d'holothuries vivant en eau peu profonde, en Algérie. Le constat le plus marquant est sans aucun doute le fait que *Holothuria tubulosa*, l'espèce la plus commune et la « mieux connue » de la Méditerranée, forme un clade avec deux autres populations nettement différenciées.

Enfin, Caulier et al. examinent la diversité des saponines chez les holothurides. Les études publiées font état de pas moins de 59 glycosides triterpéniques.

À la fin de ce numéro, nous présentons aussi plusieurs communications intéressantes, dont un rapport de Cathy Hair et al. sur un concentré d'algues qui pourrait être substitué aux aliments habituellement employés dans l'élevage des holothuries (p. 60), ainsi qu'un rapport de Sharon Ng sur un récent atelier organisé sur le thème « Faisabilité de l'élevage des holothuries et des ormeaux comme nouveau moyen de subsistance à Semporna (État de Sabah) ».

Comme à l'accoutumée, ce numéro se conclut par diverses informations concernant des observations de la ponte chez les holothuries, quelques résumés de récentes publications sur les holothuries, et un bref récapitulatif des symposiums et conférences à venir.

**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 géo-scientifiques appliquées (SOPAC) et le Programme régional océanien de l'environnement (PROE). Ce bulletin est produit par la CPS dans le cadre de ses engagements envers le SIRMIP. Ce projet vise



Système d'information sur les ressources marines des îles du Pacifique

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

## L'élevage des holothuries aux Fidji

Cathy Hair,<sup>1</sup> Tim Pickering,<sup>2</sup> Semisi Meo,<sup>3</sup> Tavenisa Vereivalu,<sup>4</sup> Justin Hunter,<sup>5</sup> Laisiasa Cavakiala<sup>6</sup>

### Introduction

Dans le monde entier, les rapports attestant l'épuisement des stocks d'holothuries tropicales de valeur sont des plus familiers. Dans le Pacifique comme ailleurs, le même scénario se répète, avec des récits de recul des populations, de diminution de la taille des individus et d'exploitation croissante d'espèces de moindre valeur. La gestion a globalement échoué, pour des raisons multiples, certains États et Territoires insulaires océaniques optant désormais pour une mesure extrême, l'instauration de moratoires sur la pêche, afin de favoriser la reconstitution des stocks (Kinch et al. 2008 ; Nash and Ramofafia 2006 ; Purcell 2010).

L'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) est une espèce tropicale de forte valeur marchande, considérée comme menacée par la surpêche en raison de son habitat côtier, principalement en eau peu profonde. L'élevage de cette espèce en éclosérie s'est implanté dans plusieurs pays de la région Asie-Pacifique, dont les Îles Salomon, la Nouvelle-Calédonie, le Vietnam et les Philippines, suite à des recherches financées par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) et le World-Fish Center. L'induction de la ponte et l'élevage des larves d'holothuries de sable jusqu'au stade de petits juvéniles (>3 g) sont aujourd'hui considérés comme relativement simples. En revanche, les bénéfices commerciaux escomptés de la récolte des adultes sont tout sauf acquis. La production en éclosérie revient cher. En outre, il faut disposer de vastes superficies pour héberger une production croissante de juvéniles, ainsi que de bassins de grossissement ou d'un accès à la mer pour produire des individus de taille commercialisable. L'ACIAR poursuit ses recherches sur le grossissement. Au Vietnam, des essais sont en cours pour élever des juvéniles d'holothuries de sable en bassins, jusqu'à ce qu'ils atteignent une taille commercialisable (Pitt and Duy 2004 ; Bell et al. 2007), tandis que des essais de pacage en mer ont été engagés aux Philippines. Au-delà de la région, les élevages en enclos marin livrent des résultats prometteurs à Madagascar (Eeckhaut et al. 2008 ; Robinson and Pascal 2009) ; enfin, une collaboration établie entre des entreprises privées et les autorités de l'État du Territoire du Nord australien permettra la réalisation d'essais de pacage en mer.

Dans le Pacifique, de récentes recherches ont été consacrées au potentiel de pacage en mer aux Fidji, en mettant à profit les zones de pêche sous gestion locale appelées *qoliqoli*. Dans ce pays, l'holothurie de sable, appelée *dairo*, est un aliment traditionnel (figure 1), ce qui n'est pas le cas dans la majorité des pays océaniques qui exportent des holothuries, mais n'en consomment pas. Certaines régions de Polynésie font exception, car on y consomme parfois les organes internes de l'animal, qui est toutefois préservé afin de pouvoir se régénérer (Kinch et al. 2008). Bien que la consommation locale d'holothuries de sable soit interdite par la législation sur la pêche des Fidji, l'espèce a fait l'objet de multiples exportations, surtout depuis la fin des années 80. Les préoccupations liées au recul de l'abondance et des tailles ont conduit à des initiatives visant à promouvoir le pacage en mer, pour générer de nouveaux moyens de subsistance, et contribuer au renouvellement des stocks naturels. Par « pacage en mer », nous désignons trois phases d'exploitation – réensemencement, grossissement et prélèvement – ce qui signifie que les propriétaires fidjiens pourront récolter des holothuries produites en éclosérie, puis élevées dans leurs *qoliqoli* (Bell et al. 2008a). Fort heureusement, l'holothurie de sable reste localement abondante dans certaines zones, même s'il est difficile d'y trouver des animaux matures de grande taille.

Cet article présente les résultats d'un mini-projet de culture et de pacage d'holothuries en mer, financé par



Figure 1. Holothurie de sable (*dairo*) préparée à la mode fidjienne.

<sup>1</sup> Université James Cook, Townsville (Australie). Courriel : cathy.hair@jcu.edu.au

<sup>2</sup> Secrétariat de la Communauté du Pacifique, Suva (République des Fidji). Courriel : TimP@spc.int

<sup>3</sup> Réseau fidjien des aires marines gérées à l'échelon local (FLMMA) (République des Fidji)

<sup>4</sup> Département des pêches, Suva (République des Fidji)

<sup>5</sup> J. Hunter Pearls, Savusavu (République des Fidji)

<sup>6</sup> Université du Pacifique sud, Suva (République des Fidji)



l'ACIAR (voir l'encadré). L'étude s'est déroulée sur deux ans, de mai 2008 à avril 2010, sur Vanua Levu, la deuxième île du pays par sa taille (Pickering et Hair 2008). Le projet avait pour principaux objectifs le transfert des techniques d'élevage en éclosérie à des entreprises locales, publiques et privées, le développement de la production de juvéniles, et la réalisation d'essais de pacage en mer, en collaboration avec une communauté côtière locale. Au nombre des partenaires locaux figuraient le Ministère fidjien des industries primaires (Département des pêches), J. Hunter Pearls, Fiji, le Réseau fidjien des aires marines gérées à l'échelon local (FLMMA), l'Université du Pacifique Sud et la communauté de Natuvu, sur Vanua Levu.

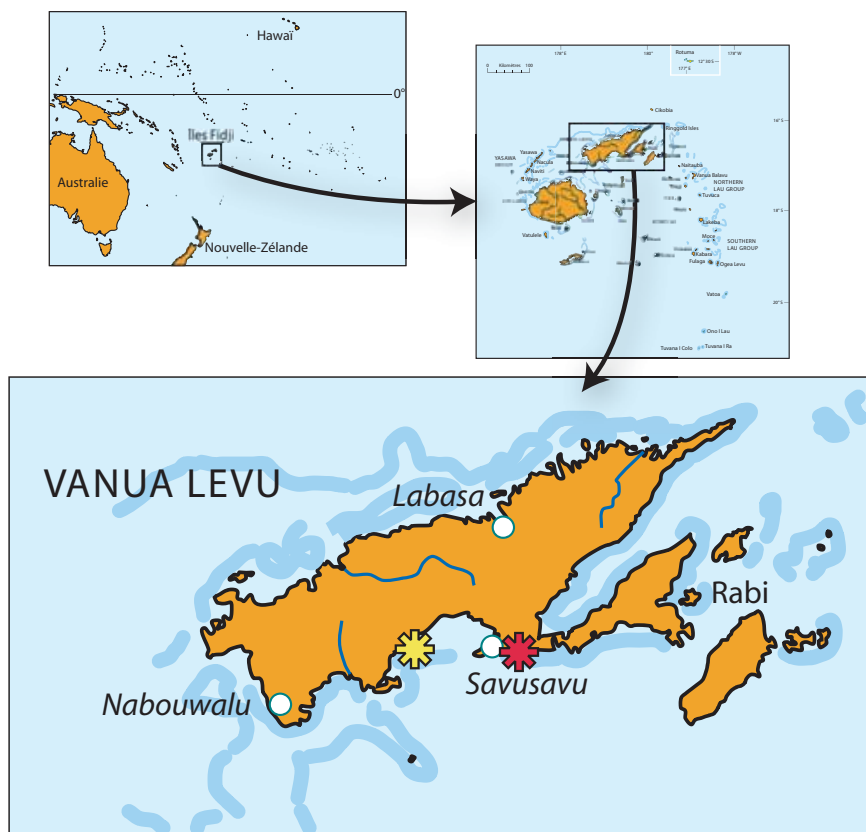
Le projet du Centre australien pour la recherche agricole internationale, intitulé « Développement des moyens de subsistance fondés sur l'aquaculture dans la région des Îles du Pacifique et les tropiques australiens », est administré par l'Université James Cook de Townsville (Australie), en partenariat avec le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, WorldFish Center et l'Université du Pacifique sud. Plusieurs « mini-projets » portant sur différents produits ont été lancés dans ce cadre dans l'ensemble du Pacifique insulaire. Les mini-projets consistent en recherche ciblées, de portée réduite, qui visent à remédier aux obstacles rencontrés pour établir une aquaculture durable.

**Site du projet**

Avant le démarrage du projet, plusieurs sites susceptibles de se prêter à la mariculture ont été étudiés sur la côte sud de Vanua Levu (Province de Caukodrove). Les critères de sélection étaient notamment la correspondance entre les caractéristiques physiques du site et celles préconisées par Purcell (2004), outre les facteurs humains, tels que l'intérêt des populations, la capacité à assurer la sécurité des juvéniles installés dans le milieu marin, et l'accord des communautés pour que les animaux fournis dans le cadre de l'étude atteignent une taille commercialisable avant d'être prélevés. Il fallait aussi que le site soit situé à seulement quelques heures de distance de l'éclosérie, afin de réduire au minimum le stress du transport subi par les juvéniles, avant leur lâcher.

Le village de Natuvu (environ 250 habitants), dans le District de Wailevu, satisfaisait à l'ensemble des exigences (figure 2). Leur *qoliqoli* abritait un grand herbier marin, situé juste derrière le village. Cet habitat, d'environ 750 m de long du littoral, sur 500 m de large, présentait tous les critères attendus d'un micro-habitat propice à des lâchers (Purcell et Simutoga 2008 ; Purcell 2004). L'herbier était principalement constitué de *Syringodium isoetifolium* et, plus près du littoral, de *Halodule uninervis* et *Halophila ovalis*, en moindre quantité. Le sédiment était relativement meuble, et présentait une abondante faune d'invertébrés (par exemple d'autres espèces d'holothuries, des oursins, des éponges), ainsi que de nombreuses holothuries de sable, de taille petite à moyenne (figure 3). Aucun cours d'eau d'importance ne se déversait à proximité du site de lâcher, malgré les récits des anciens du village

selon lesquels, à l'occasion de fortes tempêtes (comme celles associées aux cyclones), des masses d'eau douce s'étaient parfois accumulées sur les herbiers, provoquant une mortalité massive chez les holothuries. Nous avons estimé que ce risque potentiel se présenterait aussi sur tout autre site, et avons donc considéré celui-ci comme « satisfaisant » à « très satisfaisant », en dépit du risque d'inondation. L'adhésion de la population de Natuvu était authentique, chacun affichant un intérêt marqué pour le projet, et les prélèvements d'holothuries de sable ont été



**Figure 2.** Emplacement de la localité de Savusavu, de l'éclosérie de J. Hunter Pearls (étoile rouge) et du village de Natuvu (étoile jaune).



**Figure 3.** Microhabitat du site de lâcher, avec quelques holothuries de sable résidentes.

volontairement interrompus avant le démarrage du projet, à la mi-2008. Le village était accessible par la route ou par mer, depuis l'écloserie.

### Géniteurs, écloserie et élevage des larves

Les géniteurs adultes d'holothuries de sable ont été prélevés dans la Baie de Savusavu, afin de traiter les questions génétiques avec les précautions voulues (à savoir que les juvéniles produits en écloserie provenaient de stocks natifs de la zone de lâcher) (Purcell 2004). D'une tentative de ponte à l'autre, les géniteurs étaient conservés dans un petit bassin situé à Savusavu (figure 4). Conserver des groupes d'adultes dans des bassins de terre remplis d'eau de mer, préalablement à la ponte, permet de conditionner les holothuries. Une fois conditionnés, la ponte survient plus aisément chez les géniteurs. Il arrive aussi qu'elle soit plus précoce (avec un développement des gonades au stade de maturité correspondant), et présente une meilleure synchronie (Agudo 2006 ; Duy 2010). Ce système fonctionne bien dans les vieux bassins à crevettes ou à poissons où les holothuries de sable peuvent s'enfouir, et s'alimenter dans le substrat. Ce bassin de 0,2 hectare avait toutefois été aménagé en vue de la construction d'une marina, et n'avait jamais été utilisé pour l'aquaculture.



**Figure 4.** Bassin de réserve des géniteurs.

Le fond était très pierreux, et contenait peu de sédiments riches en nutriments. En outre, le niveau de l'eau fluctuait avec la marée, car un clapet à marée endommagé n'offrait qu'un contrôle limité des flux entrants et sortants. Les importants flux tidaux durant le jour avaient ceci de positif qu'ils empêchaient une stratification des eaux douces pendant la saison des pluies. En revanche, ils réduisaient la productivité du bassin en faisant obstacle à la prolifération d'algues. Les géniteurs ont survécu dans le bassin, sans se développer ou afficher le conditionnement attendu. Il faut ajouter à cela une sécurité aléatoire qui a conduit à abandonner le bassin au bout d'un an.

La production larvaire a été réalisée par l'entreprise J. Hunter Pearls, qui exploite une écloserie d'huîtres perlières à lèvres noires (figure 5), à environ 15 km à l'est de la ville de Savusavu (voir la figure 2). L'induction de la ponte et les procédures d'élevage des larves ont été fondées sur les méthodes élaborées en Nouvelle-Calédonie par le WorldFish Center (Agudo 2006). Des modifications y ont été apportées tout au long du projet, pour tenir compte des conditions



**Figure 5.** L'écloserie d'huîtres perlières à lèvres noires de J. Hunter (en haut). On notera le tuyau de prise d'eau de mer, à proximité des arbres, sur la gauche de la photo, ainsi que les bacs blancs utilisés pour l'élevage des *daïro*, d'une capacité d'une tonne, sous le toit blanc. Le responsable de l'écloserie, Sachin Deo (en bas).



et des installations locales, et pour y intégrer des avancées techniques mises au point dans des écloseries du Viet Nam et des Philippines. L'écloserie d'huîtres perlières à lèvres noires présentait toutes les caractéristiques requises pour la culture des holothuries de sable. Les microalgues utilisées comme aliment étaient déjà en production, l'eau était d'excellente qualité, et seules quelques adaptations mineures ont dû y être apportées pour entrer en production.

Après sélection du site de lâcher, et une fois l'écloserie prête à entrer en production, une première formation a été organisée à la fin de 2008 en vue du transfert des technologies. Des techniciens des secteurs privé et public ont été formés à tous les aspects de l'élevage des holothuries de sable, notamment la collecte des géniteurs, la ponte, l'élevage des larves et leur transfert dans les zones de grossissement des juvéniles (figure 6).



**Figure 6.** Un coordonnateur aquacole du Département fidjien des pêches en train de préparer les géniteurs en vue de leur transport jusqu'à l'écloserie.

Cinq tentatives de production de juvéniles d'holothuries de sable se sont succédé au cours des deux années du projet (de mai 2008 à avril 2010) : deux pendant la saison chaude de 2008/2009, et trois pendant celle de 2009/2010. Chacune d'elle donna lieu à de multiples inductions de ponte, et des larves ont été produites à chaque occasion. Toutefois, en raison d'un suivi variable, seules les larves issues d'une ponte induite à la fin de 2008 ont été élevées jusqu'au stade de juvénile. Sur l'ensemble, environ 1500 juvéniles de petite taille ont été transférés dans des raceways à diatomées, et 500 d'entre eux ont survécu jusqu'à une taille de 1–10 g, adéquate pour les essais de pacage en mer. L'échec de la production dans les essais ultérieurs tenait à une combinaison d'erreurs humaines, de conditions environnementales défavorables, et de dégâts provoqués par deux cyclones tropicaux.

### Essai de pacage en mer en milieu communautaire

Compte tenu du petit nombre de juvéniles disponibles, l'essai a été mené à échelle expérimentale afin de générer des informations susceptibles d'améliorer la réussite des lâchers futurs. Un étudiant de second cycle de l'Université du Pacifique Sud a été chargé du suivi de l'essai qui couvrait quatre enclos de 100 m<sup>2</sup> installés dans les herbiers de Natuvu. Les enclos avaient été établis suffisamment loin de la côte pour ne pas être asséchés à marée basse, mais néanmoins assez proches pour être aisément accessibles à pied. Deux des enclos ont été peuplés de « grands » juvéniles (3–10 g) ainsi que de « petits » juvéniles (entre 1 g et 3 g). Cette configuration a principalement été choisie en raison du faible nombre de juvéniles de plus de 3 g, la taille minimale recommandée par Purcell et Simutoga (2008) pour assurer la survie des juvéniles après leur lâcher. Par ailleurs, les juvéniles étaient installés dans des habitats très différents de ceux des autres études, ce qui était l'occasion de tester ce résultat dans les conditions prévalant aux Fidji.

Les villageois se sont fortement impliqués, ce qui a transformé la construction et la pose des enclos en une entreprise communautaire (figure 7). Le lâcher des juvéniles a suscité beaucoup d'intérêt localement, et a fourni le prétexte d'une fête à laquelle ont participé de nombreux notables de l'endroit (figure 8). Le lâcher des juvéniles sur l'herbier de Natuvu a été réalisé conformément aux méthodes préconisées par le WorldFish Center, d'après les études réalisées en Nouvelle-Calédonie (Purcell et Eeckhaut 2005 ; Purcell et Simutoga 2008 ; Purcell et al. 2006). La veille, les juvéniles avaient été acheminés jusqu'au site, et conservés dans des filets pendant la nuit afin qu'ils s'acclimatent aux conditions locales, et qu'ils se remettent du stress dû au transport. En mai 2009, 496 juvéniles ont été relâchés : 105 ont été installés dans chacun des deux grands enclos (enclos A et C), et 143 dans chacun des deux petits enclos (enclos B et D). Ils ont été extraits des filets où ils avaient passé la nuit (figure 9), puis « plantés » dans les enclos où ils furent délicatement déposés dans de petits sillons tracés du doigt dans le sédiment.



**Figure 7.** Construction des enclos dans les herbiers en face du village de Natuvu.



**Figure 8.** Le personnel du projet, les villageois et les notables, à l'occasion du lâcher des juvéniles.



**Figure 9.** Préparation des juvéniles élevés en éclosérie en vue de leur lâcher en mer, à Natuvu, en mai 2009.

Le suivi a débuté un mois après le lâcher, en juin 2009, et a été répété à intervalles d'environ un à deux mois, jusqu'à la conclusion de l'étude, en avril 2010. Le personnel du projet était responsable du suivi, et a été assisté par quatre villageois de Natuvu qui avaient été formés en tant que « gardiens du *dairo* ». Ces derniers ont prêté main forte à l'équipe scientifique pour assurer le suivi des juvéniles après leur lâcher, et ont régulièrement contrôlé l'intégrité des enclos (figure 10). Ils disposaient en outre de connaissances précieuses sur les conditions locales ainsi que sur l'environnement et la faune de leur *qoliqoli*. À chacune des opérations de suivi, on dénombrait les animaux présents dans chaque enclos, et on en mesurait la longueur et la largeur. Les données de longueur et de largeur ont ensuite permis de calculer le poids des animaux en appliquant une formule élaborée par Purcell et Simutoga (2008). À deux reprises, les poids ont été vérifiés au moyen d'une balance électronique, ce qui a permis de confirmer que les poids calculés à partir des mesures étaient globalement corrects.

**Figure 10.**  
Un agent des pêches en train de prélever des *dairo* (en haut à gauche) ;  
les gardiens de Natuvu en train de mesurer les *dairo* 3 mois après leur lâcher (en haut à droite) ;  
la même opération 11 mois après le lâcher des *dairo* (en bas à gauche) ;  
le chef du village en train d'inspecter des *dairo* 11 mois après leur lâcher (en bas à droite).





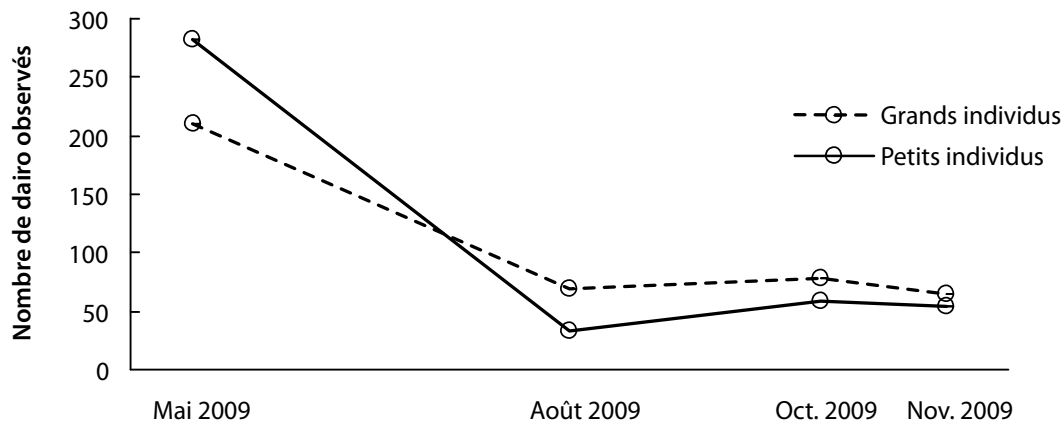


Figure 11. Survie des holothuries après six mois dans les quatre enclos.

Après six mois, le taux de survie s'établissait globalement à environ 28% (23% pour les petits individus et 33% pour les plus grands) (figure 11). Sur l'ensemble, le plus fort taux de survie était de 41%, dans un enclos abritant des individus de grande taille. La mortalité (ou la perte) a atteint son maximum au cours des trois premiers mois, pour ensuite se stabiliser. Compte tenu des dégâts subis par les enclos au cours du second semestre de 2009, une moyenne sur six mois a été utilisée en tant qu'estimation de la survie pour cet essai. Dans leurs études, Purcell et Simutoga (2008) ont également constaté un pic de mortalité durant les premiers mois après le lâcher.

La croissance des holothuries produites en éclosérie a été globalement positive sur l'ensemble de l'essai, en dépit d'une période de faible croissance entre novembre 2009 et janvier 2010 (figure 12). Les mesures sont jugées les plus fiables sur une période de neuf mois après le lâcher (février 2010), avant la survenue du cyclone Tomas, en mars 2010. À cette époque, les animaux mesuraient en moyenne  $165 \pm 5$  g pour les plus petits, et  $167 \pm 6$  g pour

les plus grands. Les holothuries ont été mesurées après cette époque (voir les points de données d'avril 2010 à la figure 12). Il est toutefois possible que certaines des holothuries cultivées se soient échappées, et que des spécimens sauvages se soient introduits dans les enclos endommagés ; les résultats ne sont donc pas fiables. Un enregistreur de données placé dans la zone des enclos a enregistré les températures de l'eau de juin 2010 (un mois après le lâcher) à janvier 2011.

#### Faisabilité dans le Pacifique

Les résultats obtenus à ce jour sont prometteurs ; toutefois, étant donné le petit nombre d'animaux lâchés, ils ne permettent probablement pas de prédire précisément les résultats d'un lâcher à grande échelle (Purcell et Simutoga 2008 ; Bell et al. 2008a). La fructueuse collaboration établie entre une entreprise privée, le service national des pêches, une organisation non-gouvernementale (ONG), un établissement d'enseignement et une communauté villageoise a été essentielle à la réussite de ce projet.

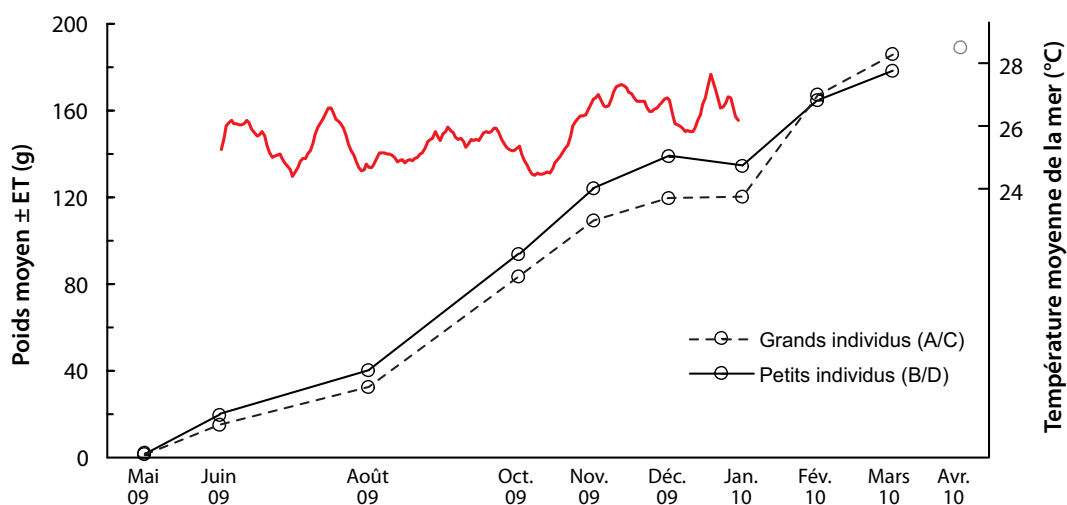


Figure 12. Données de croissance sur 11 mois pour les holothuries produites en éclosérie et élevées en mer à Natuvu (combinaison des grands individus des enclos A et C, et combinaison des petites holothuries des enclos B et D). Les données pour mars et avril 2010 sont des sous-échantillons des holothuries dénombrées après le cyclone Tomas, et doivent être considérées avec circonspection. La ligne rouge illustre la température moyenne de la mer dans les enclos entre juin 2009 et janvier 2010.



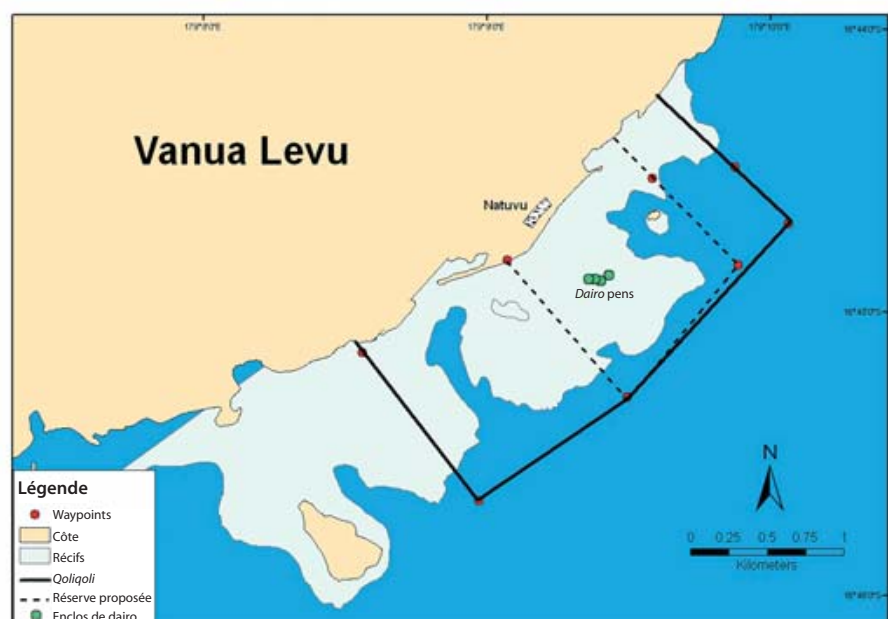
L'expérience et les leçons acquises seront mises à profit dans les travaux ultérieurs afin de produire un plus grand nombre de juvéniles, et de procéder à un lâcher à grande échelle. Nous espérons être en mesure de développer ces résultats afin de générer des chiffres réalistes quant à la faisabilité de cette activité aux Fidji et dans les autres États et Territoires insulaires océaniques.

Dans le même temps, la plupart des pays océaniques font état de l'inquiétude que suscite la surexploitation (Kinch et al. 2008), et les écloséries sont considérées comme le moyen d'améliorer la situation. Bell et al. (2008a) précisent et examinent comment les juvéniles d'holothuries produites en éclosérie pourraient, à différents titres, contribuer à la restauration des pêcheries : le terme « réensemencement » renvoie au lâcher d'holothuries dans une réserve de pêche où elles sont protégées afin de constituer une population future de géniteurs ; la « reconstitution des stocks » est une procédure qui consiste à lâcher des juvéniles d'élevage au sein de populations naturelles dans le but d'accroître l'apport naturel en juvéniles, et d'optimiser les récoltes ; « le pacage en mer » vise au lâcher de juvéniles d'élevage dans une zone marine non clôturée afin de les prélever à maturité, dans le cadre d'opérations dites d'implantation, de grossissement et de prélèvement (en d'autres termes, les animaux ne sont pas lâchés dans le but d'enrichir la future biomasse de reproducteurs). Les retombées escomptées de l'élevage en mer sont compromises en l'absence d'une gestion efficace de la ressource, auquel cas le retour sur investissement ne couvre pas les coûts de production supportés par les investisseurs (par exemple la communauté). Pour l'heure, nous ne connaissons pas le seuil de rentabilité financière de la production d'holothuries de sable en éclosérie dans les pays océaniques. Toutefois, comme l'a noté la CPS (2009), le recours aux écloséries n'est pas l'unique moyen de restaurer les stocks appauvris, ou de produire davantage d'holothuries (Bell et al 2008b ; Friedman et al. 2008). Il convient de conduire les investigations voulues pour déterminer les solutions les meilleures et les plus rentables dans chacun des pays océaniques. Dans l'idéal, les lâchers de juvéniles d'élevage devraient être porteurs

d'une valeur ajoutée pour les autres formes de gestion (Bell et al. 2008a ; Purcell 2010).

En tout état de cause, le réensemencement et le pacage en mer sont des options jouables pour les pays océaniques, et peut-être que l'une de leurs meilleures applications consisterait à lâcher des juvéniles dans des zones protégées. Plusieurs pays ont déjà procédé à des réensemencements, lors desquels des bénitiers ont été établis dans des aires marines protégées (quel que soit le nom donné à ces zones, par exemple les zones de gestion spéciale aux Tonga, les *tabu* ou réserves de pêche intégrales aux Fidji). Dans ces zones, la reconstitution des populations surexploitées connaît des succès mitigés (voir l'examen de cette question dans Tisdell 1992 ; Gillett 2009). Les services des pêches et les ONG (par exemple la FLMMA) ont encouragé les communautés à créer des réserves intégrales afin de réduire la pression de pêche, et de préserver les ressources marines. Ces réserves ont prouvé leur acceptabilité dans la région en tant que mesure de gestion. Les avantages qu'en retirent les populations concernées tiennent peut-être au fait que les animaux des réserves intégrales gagnent les zones adjacentes où la pêche est libre, ainsi qu'à un apport accru de larves provenant du stock reproducteur protégé. Ce deuxième facteur joue probablement un rôle non négligeable dans le cas des holothuries de sable, dans la mesure où la zone protégée offre un refuge à ces animaux essentiellement sédentaires, contribuant ainsi au maintien d'une biomasse de reproducteurs importante (donc plus efficace) qui permet d'accroître le recrutement à l'extérieur de l'aire marine protégée. Cette approche a donné de bons résultats avec une espèce d'oursins des Philippines (Junio-Meñez et al. 2008), et il a été recommandé de constituer un réseau d'aires marines protégées pour favoriser les échanges larvaires. Par ailleurs, l'élevage en mer est une solution populaire, compte tenu de la nécessité de créer des activités rémunératrices au plus vite, notamment dans les endroits où la surexploitation des stocks a atteint un tel degré qu'elle a conduit à la perte d'un moyen de subsistance vital.

**Figure 13.**  
Le village de Natuvu, avec la surface couverte par leur *qoliqoli* (ligne pleine) et l'aire marine protégée à l'intérieur (ligne brisée). Les points verts dans la zone protégée indiquent l'emplacement des enclos à holothuries.



Avant le démarrage de cette étude, le chef et les villageois de Natuvu ont décrété une interdiction temporaire de l'exploitation des holothuries de sable sur la totalité de leur *qoliqoli*. Une partie du *qoliqoli* a ensuite été officiellement transformée en réserve intégrale de pêche (figure 13), décision appuyée et ratifiée par le Département national des pêches. Il est intéressant de noter que l'on a constaté une augmentation du poids moyen des géniteurs d'holothuries prélevés dans le *qoliqoli* de Natuvu dans la période du projet, la moyenne passant de 320 g en novembre 2008, à 450 g en mars 2010, peut-être par suite de l'interdiction de pêche. D'après le chef du village, les holothuries de sable et les autres espèces d'holothuries présentes dans l'aire marine protégée étaient à la fois plus nombreuses et plus grandes (figure 14). Une ponte a également été observée en novembre 2009 et en mars 2010 chez les animaux produits en écloserie (figure 14), ce qui laisse à penser que les holothuries élevées en mer pourraient contribuer à enrichir la biomasse future, bien que l'on n'ait pas encore la preuve de la réussite de la fécondation et de la dispersion des larves. Les villageois rapportent une augmentation, en nombre et en taille, des autres espèces d'holothuries d'importance commerciale à l'intérieur de l'aire marine protégée (figure 14).

Les moyens d'application des lois sont limités dans nombre de pays océaniques, mais le droit coutumier sur les aires marines permet aux communautés d'exercer un certain degré de contrôle et une gestion durable dans les zones placées sous leur autorité. La propriété locale peut promouvoir la bonne gestion des pêcheries ; la surveillance assurée par les communautés peut réduire le braconnage et la surpêche, permettant ainsi aux holothuries de se développer jusqu'à une taille de classe A avant d'être prélevées, et de faire respecter les réserves de pêche intégrales.

Enfin, si leur pacage en mer donne lieu à des investissements, il deviendra capital d'améliorer le traitement et la commercialisation afin de retirer un revenu optimal du produit fini, à savoir la bêche-de-mer traitée (Ram et al. 2010 ; Purcell 2010). Cela permettra aux propriétaires locaux de retirer un avantage maximal de leurs ressources, et de compenser les coûts de production des juvéniles. La fiabilité de ce projet dépend de la capacité à récompenser les propriétaires des ressources des efforts engagés pour assurer la police de leur *qoliqoli*, maintenir des réserves intégrales, ou retarder la pêche jusqu'à ce que les animaux aient atteint une taille suffisante. La satisfaction de ces conditions serait de bon augure pour l'avenir de l'élevage des holothuries dans le Pacifique.



**Figure 14.** Signes d'un écosystème en santé dans la zone marine protégée de Natuvu : ponte d'une holothurie produite en écloserie dans un enclos marin, en mars 2010 (en haut à gauche), fourchette des tailles des holothuries (en bas à gauche), et trois spécimens de *Stichopus herrmanni* de taille commercialisable (à droite).

## Remerciements

Les auteurs souhaitent exprimer leur gratitude à Sachin Deo (J. Hunter Pearls Ltd), au personnel du Département des pêches en poste à Savusavu, ainsi qu'à la communauté de Natuvu pour leur précieuse assistance.

## Bibliographie

- Agudo N.N.S. 2007. Manuel d'écloserie d'holothuries de sable. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community, v, 44 p.
- Bell J., Agudo N., Purcell S., Blazer P., Simutoga M., Phamb D. and Della Patron L. 2007. Grow-out of sandfish *Holothuria scabra* in ponds shows that co-culture with shrimp *Litopenaeus stylirostris* is not viable. *Aquaculture* 273:509–519.
- Bell J.D., Leber K.M., Blankenship H.L., Loneragan N.R. and Masuda R. 2008a. A new era for restocking, stock enhancement and sea ranching of coastal fisheries resources. *Reviews in Fisheries Science* 16:1–9.
- Bell J., Purcell S. and Nash J. 2008b. Restoring small-scale fisheries for tropical sea cucumbers. *Ocean and Coastal Management* 51:589–593.
- Duy, N.D.Q. 2010. Seed production of sandfish (*Holothuria scabra*) in Vietnam. SEAFDEC Aquaculture Extension Manual No. 48.
- Eeckhaut I., Lavitra T., Rasolofonirina R., Rabenevanana M.W., Gildas P. et Jangoux M. 2008. 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.
- Friedman K., Purcell S., Bell J. and Hair C. 2008. Sea cucumber fisheries: A manager's toolbox. Australian Centre for International Agricultural Research Monograph No. 135. 32 p.
- Gillett M.N. 2009. Success of special management areas in Tonga. *SPC Fisheries Newsletter* 130:27–30.
- Juinio-Meñez M.A., Bangi H.G., Malay M.C. and Pastor D. 2008. Enhancing the recovery of depleted *Tripneustes gratilla* stocks through grow-out culture and restocking. *Reviews in Fisheries Science* 16:35–43.
- Kinch J., Purcell S., Uthicke S. and Friedman K. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Western and Central Pacific. p 7–55. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No 516. Rome, FAO.
- Nash W. et Ramofafia C. 2006. L'évolution récente de la pêche d'holothuries aux Îles Salomon. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 23:3–4.
- Pickering T. and Hair C. 2008. Production en écloserie d'holothuries de sable et reconstitution du stock dans des zones réglementées gérées par des communautés (qoliqoli) aux Îles Fidji. *Lettre d'information sur les pêches de la CPS* 125:22–23.
- Pitt R. and Duy N.D.Q. 2004. Sandfish breeding and rearing in Vietnam. p. 333–346. In Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. Rome, FAO.
- Purcell S.W. 2004. Criteria for release strategies and evaluating the restocking of sea cucumbers. p. 181–191. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper No. 463. Rome, FAO.
- Purcell S.W. 2010. Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. Edited and compiled by Lovatelli A., Vasconcellos M. and Yimin Y. *FAO Fisheries and Technical Paper*. No. 520. Rome, FAO. 157 p.
- Purcell S.W. et Eeckhaut I. 2005. Un examen sanitaire externe des holothuries produites en écloserie. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 22:34–38.
- Purcell S.W. and Simutoga M. 2008. Spatio-temporal and size-dependent variation in the success of releasing cultured sea cucumbers in the wild. *Reviews in Fisheries Science* 16:204–214.
- Purcell S.W., Blockmans B.F. and Agudo N.S. 2006. Transportation methods for restocking of juvenile sea cucumber *Holothuria scabra*. *Aquaculture* 251:238–244.
- 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 bêtes-de-mer produites aux Îles Fidji ? *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 30:38–43.
- Robinson G. et Pascal B. 2009. De l'écloserie au village – Premier programme communautaire d'holothuriculture à Madagascar. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 29:38–43.
- SPC (Secretariat of the Pacific Community). 2009. Use of hatcheries to increase production of sea cucumbers. Background paper 4, Sixth SPC Heads of Fisheries meeting, SPC and the WorldFish Center 4 p.
- Tisdell C. 1992. Giant clams in the sustainable development of the South Pacific: Socioeconomic issues in mariculture and conservation. *ACIAR Monograph* No. 18. Canberra, Australia. 283 p.



## Surexploitation massive des holothuries dans la Région autonome de Bougainville

Richard Hamilton<sup>1</sup> et Paul Lokani<sup>2</sup>

### Résumé

Dans cet article, nous comparons les modifications observées chez des populations d'holothuries qui avaient été étudiées sur les plateaux récifaux de l'île de Buka, dans la Région autonome de Bougainville, en 1992 et en 2008. Durant cette période de 16 ans, l'abondance de huit espèces d'holothuries a enregistré une chute spectaculaire. En 2008, six des huit espèces repérées en 1992 et en 2008 — *Actinopyga echinites*, *A. miliaris*, *Bohadschia similis*, *Holothuria atra*, *H. coluber* et *H. scabra* — étaient tombées entre 1 % et 5 % de leur niveau d'abondance de 1992, apportant ainsi la preuve quantitative que les pêcheries d'holothuries de Bougainville ont été gravement surexploitées. En 1992, *H. scabra*, *H. atra* et *B. similis* représentaient 92 % des holothuries observées sur les platiers récifaux. Ces trois espèces étaient également les plus abondantes dans le recensement de 2008, et représentaient 62 % de l'ensemble des holothuries repérées. Une assez forte abondance a également été notée en 2008 chez *Actinopyga mauritiana* et *Bohadschia vitiensis*, deux espèces qui n'avaient pas été rencontrées dans le recensement de 1992. Nos constats viennent appuyer le moratoire instauré en 2009 par le gouvernement de la Papouasie-Nouvelle-Guinée (PNG) sur l'ensemble des pêcheries d'holothuries du pays, et nous pensons qu'il faudra plusieurs années d'interdiction totale de la pêche pour que les stocks reviennent à leur niveau de 1992 dans la Région autonome de Bougainville.

### Introduction

Les holothuries fraîches ou séchées (bêches-de-mer) sont destinées à la consommation ou à des usages médicaux, et elles sont très prisées depuis des siècles en Asie (Toral-Granda et al. 2008). Dans le Pacifique, la plupart des holothuries d'intérêt commercial vivent en eau claire et peu profonde, ce qui facilite quelque peu la pêche de ces animaux sessiles et souvent aisément repérables. Sous l'effet conjugué de leur forte valeur et de la facilité de leur prélèvement, de nombreux stocks d'holothuries sont désormais gravement surexploités dans le monde (Toral-Granda et al. 2008 ; Friedman et al. 2010). En Mélanésie, les holothuries sont une source de revenus majeure pour les communautés côtières des zones rurales, étant donné qu'elles constituent l'un des rares produits qui peut être capturé et traité localement, puis conservé pendant longtemps (Kinch et al. 2008a).

Dans les habitats peu profonds, les holothuries sont généralement ramassées à marée basse sur les platiers et la crête récifale ; en eau plus profonde, elles sont prélevées par les pêcheurs qui plongent en apnée, avec masque, palmes et tuba. À plus grande profondeur (généralement moins de 20 m de fond), les plongeurs utilisent souvent des « bombes » — petits harpons ou engins composés d'hameçons redressés et fichés dans un plomb — pour harponner les holothuries hors de leur portée. En Mélanésie, les pêcheries d'holothuries comptent de multiples espèces. En PNG par exemple, pas moins de 26 espèces d'holothuries sont pêchées (Kinch et al. 2008b). Comme dans d'autres régions du Pacifique occidental, les pêcheries d'holothuries de Mélanésie ont connu une alternance de phases d'expansion et de raréfaction. Dans un

premier temps, les pêcheurs ciblent seulement une ou deux espèces de forte valeur, pour se tourner vers des espèces moins prisées dès que les premiers stocks affichent des signes de surpêche (voir par exemple Lokani 1990 ; Lokani et al. 1996). Les stocks d'espèces de forte valeur sont souvent vite épuisés, comme l'atteste une étude de cas réalisée dans les Îles Carteret, au nord-est de Bougainville. En 1982, les pêcheurs ciblant les holothuries à mamelles, noires et blanches (*Holothuria fuscogilva* et *H. whitmaei*) ont prélevé environ 10 tonnes d'holothuries autour de ces îles ; en 1983, la production totale était toutefois tombée à un peu plus de 2000 kg, et on ne trouvait quasiment plus d'animaux de taille et de calibre importants dans la pêcherie (Dalzell 1990).

En dépit des cycles d'expansion et d'épuisement caractéristiques des pêcheries d'holothuries, la forte valeur de ces animaux, l'absence d'activités rémunératrices autres, l'importance des réseaux d'achat de bêche-de-mer, et la facilité de traitement et de stockage du trévang se conjuguent pour maintenir des pressions considérables sur ces pêcheries, bien au-delà du moment où la surpêche est établie (Friedman et al. 2010). Plusieurs études récemment menées en Mélanésie ont montré que les stocks d'holothuries font l'objet d'une surexploitation généralisée (voir par exemple Friedman et al. 2008 ; Autorité nationale des pêches de PNG, 2007 ; Ramofafia 2004 ; Ramohia 2006).

Dans nombre d'endroits toutefois, l'absence de données scientifiques historiques (Friedman et al. 2010), associée à un syndrome de fluctuation des données de référence — les modifications à long terme, généralement négatives, n'étant pas immédiatement ou facilement repérées par les nouvelles générations de pêcheurs ou de chercheurs intervenant dans les zones caractérisées par une pénurie

<sup>1</sup> The Nature Conservancy, Indo-Pacific Resource Centre, 51 Edmondstone Street, South Brisbane, QLD 4101, Australie.  
Courriel: rhamilton@tnc.org

<sup>2</sup> The Nature Conservancy, Papua New Guinea Office, Suite 7, Monian Haus, Nita Street, Tabari Place, Boroko.  
Courriel: plokani@tnc.org

de données (Pauly 1995) — fait que les gestionnaires ont souvent du mal à se représenter l'échelle des changements qui sont intervenus dans les pêcheries d'holothuries au cours des dernières décennies.

Dans cet article, nous présentons des données sur l'abondance des holothuries sur les platiers récifaux entourant l'île de Buka, dans la Région autonome de Bougainville, en 1992 et 2008. Le déclin des stocks y est spectaculaire, et illustre de manière quantitative l'ampleur des changements à l'œuvre dans cette pêche artisanale pendant cette période de 16 ans. Nous espérons que ces informations viendront appuyer le moratoire instauré par le gouvernement de PNG sur l'ensemble des pêcheries d'holothuries du pays, et qu'elles fourniront aux gestionnaires des pêches de la Région autonome de Bougainville des indications sur les objectifs à atteindre (par exemple les niveaux de 1992) afin de reconstituer leurs pêcheries d'holothuries.

## Méthodes

En 1992, l'un des auteurs de cet article (PL) a étudié l'abondance des holothuries sur trois platiers récifaux situés sur les récifs extérieurs de la côte ouest de l'île de Buka (Lokani, données non publiées, 1992). En 2008, nous avons réexaminé l'abondance des holothuries sur neuf platiers récifaux de la même région (figure 1). Ces neuf sites ont de nouveau été étudiés dans le cadre d'une vaste évaluation du milieu marin visant à établir la situation des holothuries, des poissons récifaux et de la couverture corallienne dans le nord de la Région autonome de Bougainville (Hamilton et al. 2010). En 1992, quatre transects de 600 m<sup>2</sup> ont été échantillonnés sur chaque site. En

2008, dix transects de 400 m<sup>2</sup> ont été échantillonnés sur chacun des sites. Dans les deux cas, les dénombrements étaient effectués à pied, et la longueur des transects avait été mesurée avant le début des travaux, au moyen d'un mètre ruban de 50 m tiré en travers du platier. La largeur des transects avait été mesurée avec une corde de 8 m de long, tendue entre deux observateurs qui en maintenaient le centre sur le mètre ruban. À chaque passage sur un transect, le nombre d'holothuries repérées pour chaque espèce était enregistré sur des fiches d'enregistrements sous-marins. Les estimations d'abondance par transect ont été converties en nombre d'individus à l'hectare (ind. ha<sup>-1</sup>), et l'abondance moyenne par espèce et par année a été reportée sur un graphique au moyen du logiciel SigmaPlot. Comme les données ne satisfaisaient pas à l'hypothèse de normalité, on a dû recourir à des tests de la somme des rangs (test de Mann-Whitney) pour comparer les différences de l'abondance moyenne constatée en 1992 et en 2008.

## Résultats

### Composition par espèce

En 1992, 3 109 holothuries appartenant à huit espèces d'intérêt commercial (*Actinopyga echinites*, *A. miliaris*, *Bohadschia argus*, *B. similis*, *Holothuria atra*, *H. coluber*, *H. scabra*, et *Stichopus hermanni*) ont été dénombrées sur 12 transects. En 2008, 740 holothuries représentant 11 espèces d'intérêt commercial (*A. echinites*, *A. mauritiana*, *A. miliaris*, *B. argus*, *B. similis*, *B. vitiensis*, *H.*, *H. coluber*, *H. whitmaei*, *H. scabra*, et *S. hermanni*) ont été repérées sur 90 transects. L'abondance relative de chaque espèce sur les platiers récifaux en 1992 et en 2008 est illustrée au tableau 1. Dans

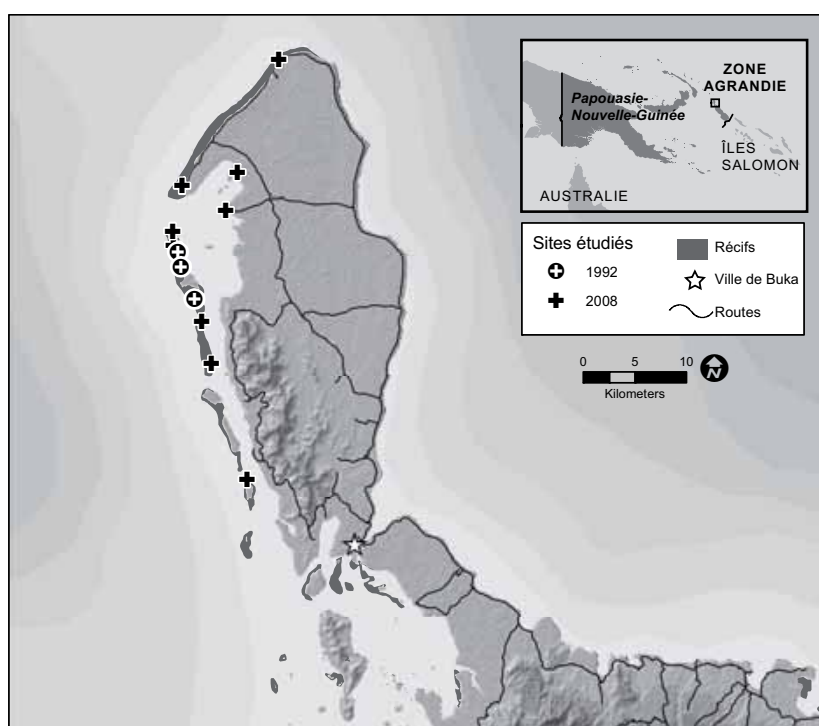


Figure 1. Emplacement des platiers récifaux étudiés en 1992 et 2008, sur la côte ouest de l'île de Buka, Région autonome de Bougainville.

**Tableau 1.** Abondance relative des différentes espèces d'holothuries repérées sur les platiers récifaux en 1992 et en 2008.  
 Note : Les noms communs sont ceux utilisés par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (2008).

Nom scientifique	Nom commun	Abondance relative en 1992	Abondance relative en 2008
<i>Holothuria scabra</i>	Holothurie de sable	39,96%	21,08%
<i>Bohadschia similis</i>	Holothurie à taches brunes	32,28%	21,08%
<i>Holothuria atra</i>	Lolly	20,35%	19,46%
<i>Actinopyga echinites</i>	Holothurie brune profonde	5,24%	0,95%
<i>Actinopyga miliaris</i>	Holothurie noire	1,02%	1,08%
<i>Holothuria coluber</i>	Holothurie serpent	0,96%	0,54%
<i>Stichopus herrmanni</i>	Holothurie serpent	0,16%	0,68%
<i>Bohadschia argus</i>	Holothurie léopard	0,03%	0,27%
<i>Actinopyga mauritiana</i>	Holothurie brune des brisants	0	18,38%
<i>Bohadschia vitiensis</i>	Holothurie brune	0	13,24%
<i>Holothuria whitmaei</i>	Holothurie noire à mamelles	0	3,24%
<b>Total:</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>

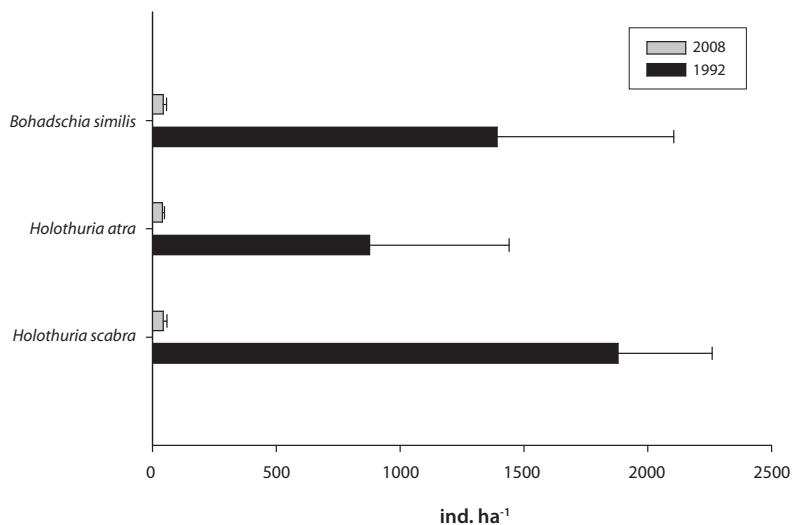
**Tableau 2.** Abondance moyenne des espèces d'holothuries observées sur les platiers récifaux en 1992 et en 2008. La proportion de chaque espèce encore présente sur ces sites en 2008 est également indiquée.

Espèce	1992 (ind. ha <sup>-1</sup> )	2008 (ind. ha <sup>-1</sup> )	Pourcentage restant depuis 1992	Écart significatif ?
<i>Holothuria scabra</i>	1879,51	48,33	3%	Oui (P < 0,001)
<i>Bohadschia similis</i>	1392,36	43,83	3%	Oui (P < 0,001)
<i>Holothuria atra</i>	877,78	40,00	5%	Oui (P = 0,004)
<i>Actinopyga echinites</i>	226,00	1,95	1%	Oui (P < 0,001)
<i>Actinopyga miliaris</i>	44,10	2,22	5%	Non (P = 0,069)
<i>Holothuria coluber</i>	41,32	1,11	3%	Oui (P < 0,001)
<i>Stichopus herrmanni</i>	6,94	1,39	20%	Oui (P = 0,002)
<i>Bohadschia argus</i>	1,39	0,55	40%	Non (P = 0,220)

les deux enquêtes, les espèces les plus abondantes étaient *H. atra*, *H. scabra*, et *B. similis*. En 1992, ces trois espèces représentaient 92% de l'ensemble des holothuries observées, tandis qu'en 2008, elles constituaient 62% du total des animaux dénombrés. En 2008, *A. mauritiana* et *B. vitiensis* représentaient 31% des holothuries repérées, mais ces espèces n'avaient pas été observées lors de l'enquête de 1992.

**Abondance**

En 2008, les densités des trois espèces d'holothuries les plus fréquemment observées (*H. atra*, *H. scabra*, *B. similis*) ne représentaient plus qu'une fraction de celles enregistrées en 1992 (figure 2).



**Figure 2.** Abondance moyenne (ind. ha<sup>-1</sup>) des trois espèces d'holothuries les plus communément observées sur le platier récifal en 1992 (n = 12) and 2008 (n = 90).



Nous avons constaté un recul de 1 à 40 % de l'abondance des huit espèces recensées sur les platiers récifaux, en 1992 comme en 2008, par rapport à leur niveau antérieur. En 2008, l'abondance de six des huit espèces observées dans les deux enquêtes affichait une chute de 95% à 99% par rapport aux niveaux de 1992. Pour la plupart d'entre elles, cet effondrement était statistiquement significatif (tableau 2).

## Discussion

La comparaison des données de 1992 et de 2008 apporte la preuve quantitative et indéniable que les pêcheries d'holothuries aux abords de l'île de Buka ont été gravement surexploitées. Toutes les espèces enregistrées sur les platiers récifaux lors des enquêtes réalisées durant ces deux années accusent une chute massive de l'abondance durant cette période de 16 ans. Pour la plupart des espèces, la dégradation est extrême, six des huit espèces recensées s'étant effondrées à des niveaux situés entre 1% et 5% de ceux de 1992. Certes, les données historiques disponibles ne concernent qu'une petite superficie, mais il est hautement probable que l'effondrement constaté sur les platiers récifaux de la zone de Buka soit révélateur de l'état de pêcheries d'holothuries dans l'ensemble de la Région autonome de Bougainville. Durant l'enquête bien plus approfondie de 2008, nous avons échantillonné 80 sites dans cinq habitats différents (platiers récifaux, crête récifale, pente récifale de faible profondeur, pente récifale profonde et lagons) dans le nord de Bougainville et, sur la quasi-totalité d'entre eux, l'abondance des holothuries était faible à très faible (Hamilton et al. 2010). Quelques décennies auparavant, tous ces habitats du nord de Bougainville abritaient des populations très abondantes d'holothuries (Paul Lokani, observations personnelles). Il se pourrait que le déclin soit encore plus radical dans les autres habitats que sur les platiers récifaux. Une comparaison entre des données de 1992 et de 2006, pour la Province de Nouvelle Irlande, a montré que les densités d'holothuries sur les platiers récifaux diminuaient dans une mesure moindre que dans les autres habitats, comme les lagons (Autorité nationale des pêches de PNG, 2007).

Durant l'enquête de 2008, seul un site présentait une forte abondance d'holothuries : il s'agissait d'une crête récifale, dans la région de Tinputs, où de fortes densités d'*H. atra* ont été enregistrées. La communauté y avait interdit la pêche pendant plusieurs années. Les densités d'*H. atra*, très supérieures à la moyenne notée sur ce site, témoignent de l'effet bénéfique de la protection sur cette espèce (Hamilton et al. 2010). Lors d'une récente enquête conduite en Nouvelle-Irlande (PNG), les densités d'holothuries sur deux sites protégés placés sous contrôle coutumier ont été comparées avec celles relevées sur 40 autres sites de la même province où la pêche restait autorisée. Comme dans notre étude, l'enquête réalisée en Nouvelle-Irlande a montré que sur l'un des deux sites « contrôlés », l'abondance d'*H. atra* (à l'exclusion de toute autre espèce) était bien plus forte dans les habitats intertidaux que dans les sites voisins ouverts à la pêche (Autorité nationale des pêches de PNG, 2007).

De nombreuses régions de Bougainville avaient pour tradition de décréter des tabous sur les récifs pour laisser les stocks se reconstituer (Lokani 1995). Le rétablissement de ces pratiques permettrait d'introduire une gestion

communautaire des holothuries. Le moratoire instauré en 2009 sur les pêcheries d'holothuries du pays devrait donner aux populations l'occasion de se reconstituer. La prudence est cependant de mise, car les résultats obtenus à cet égard dans le Pacifique occidental n'ont pas toujours été concluants, même avec des clôtures prolongées de la pêche (Friedman et al. 2010). Dès lors, il est éminemment souhaitable de maintenir le moratoire actuel, et de réaliser des enquêtes de suivi dans les années à venir, avant toute décision de rouvrir la pêche des holothuries dans la Région autonome de Bougainville.

Pendant l'enquête de 2008, nous avons enregistré trois espèces d'holothuries (*A. mauritiana*, *B. vitiensis* et *H. whitmaei*) qui n'avaient pas été repérées pendant celle de 1992. *A. mauritiana* et *B. vitiensis* prédominaient, et représentaient 31% de l'ensemble des holothuries dénombrées. On ne s'attend guère à observer une forte diversité spécifique sur les récifs surexploités. Dans le cas d'espèce, elle semble partiellement s'expliquer par la répartition irrégulière de ces espèces, et par le fait que l'enquête de 2008 couvrait une zone plus vaste que la précédente. Un examen attentif des données de 2008 montre que la quasi-totalité des spécimens d'*A. mauritiana* dénombrés ont été repérés sur deux sites, juste au nord de ceux étudiés en 1992. Ces deux sites se situent sur un étroit platier récifal sur lequel des transects avaient été tirés en travers de la zone de déferlement. En revanche, les trois sites de l'enquête de 1992 s'étendaient sur des platiers récifaux plus larges. Cela explique la prédominance relative d'*A. mauritiana* dans l'enquête de 2008, étant donné que cette espèce privilégie la zone de déferlement. La forte abondance de *B. vitiensis* est plus difficile à expliquer, puisque cette espèce occupe un habitat semblable à celui de *B. similis*, l'espèce dominante dans les enquêtes de 1992 et de 2008. Il se pourrait que la tendance générale se soit inversée chez *B. vitiensis*, attestant un accroissement réel de l'abondance au cours de cette période de 16 ans.

## Remerciements

L'enquête sur les ressources marines du nord de la Région autonome de Bougainville a pu être réalisée en 2008 grâce au soutien des communautés, du Gouvernement autonome de Bougainville, de l'Autorité nationale des pêches de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, et de The Nature Conservancy. Nous remercions Barbara Makise et Jinro Boisen de l'aide qu'ils nous ont apportée, en nous mettant en rapport avec les communautés avant le démarrage de cette enquête. Nous remercions également les autres membres de l'équipe d'étude : Tapas Potuku, Freda Paiva, Joseph Aitsi, Catherine Siota, Francis Taniveke, Michael Giningele, Litau Pomat, Kilangis Komet, Miriam Giru, Kevin Anana et Ian Laviko. Nos remerciements vont aussi à Nate Peterson, du bureau de TNC à Brisbane, qui a produit la figure 1. Enfin, merci à Kim Friedman qui a apporté des améliorations à une précédente mouture de cet article.

## Bibliographie

Dalzell P. 1990. Beche-de-mer production from three Papua New Guinean atolls between 1982 and 1983. SPC Beche-de-mer Information Bulletin: 1:6-7.

- Friedman K., Kronen M., Pinca S., Magron F., Boblin P., Pakoa K., Awira R. and Chapman L. 2008. Papua New Guinea country report: Profiles and results from survey work at Andra, Tsoilaunung, Sideia and Panapompom (June to November 2006). Pacific Regional Oceanic and Coastal Fisheries Development Programme (PROCFish/C/CoFish). Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community (SPC). 471 p.
- Friedman K., Eriksson H., Tardy E. and Pakoa K. 2010. Management of sea cucumber stocks: Patterns of vulnerability and recovery of sea cucumber stocks impacted by fishing. *Fish and Fisheries*. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2010.00384.x
- Hamilton R., Paiva F., Aitsi J., Potuku P., Siota C. and Lokani P. 2010. Northern Bougainville Marine Resource Assessment, Autonomous Region of Bougainville. Technical report of survey conducted from the 1<sup>st</sup>- 25<sup>th</sup> November 2008. A report by the Marine Program of the Asia Pacific Conservation Region, The Nature Conservancy. 2/10.
- Kinch J., Purcell S., Uthicke S. and Friedman K. 2008a. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Western Central Pacific. p. 7–55. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, FAO.
- Kinch J., Purcell S., Uthicke S. and Friedman K. 2008b. Papua New Guinea: A hotspot of sea cucumber fisheries in the western Central Pacific. p. 57–77. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, FAO.
- Lokani P. 1990. Beche-de-mer research and development in Papua New Guinea. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 2:8–11.
- Lokani P. 1995. An oral account of overfishing and habitat destruction at Pororan Island, Papua New Guinea. Joint FFA/SPC workshop on the management of South Pacific inshore fisheries, Noumea, New Caledonia, 26 June – 7 July 1995. 12 p.
- Lokani P., Polon P. and Lari R. 1996. Gestion de la ressource en holothuries dans la province occidentale de Papouasie-Nouvelle-Guinée. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 8:7–11.
- Pauly D. 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology and Evolution* 10(10):430.
- PNG National Fisheries Authority 2007. Sea cucumber survey, New Ireland Province. Kaveing, National Fisheries Authority and the Coastal Fisheries Management and Development Project.
- Ramofafia C. 2004. The sea cucumber fisheries in Solomon Islands: Benefits and importance to coastal communities. WorldFish Center, Nusa Tupe Field Station.
- Ramohia P. 2006. Fisheries resources: Commercially important macroinvertebrates. In: Green A., Lokani P., Atu W., Ramohia P., Thomas P. and Almany J. (eds). 2006. Solomon Islands Marine Assessment: Technical report of survey conducted May 13 to June 17, 2004. TNC Pacific Island Countries Report No 1/06.
- Secretariat of the Pacific Community 2003. Papua New Guinea sea cucumber and beche-de-mer identification cards. Noumea, SPC.
- Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. 2008. Overview. p. 1–4. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, FAO.

## Analyse du grossissement d'*Holothuria scabra* exploitée en micro fermes marines (région Sud-Ouest de Madagascar)

Gaëtan Tsiresy,<sup>1</sup> Benjamin Pasca<sup>2</sup> et Thomas Plotieau<sup>3</sup>

### Résumé

Dans cet article sont présentés et comparés les résultats des premiers cycles d'élevage *Holothuria scabra* dans trois villages de la côte sud-ouest de Madagascar. Les vitesses de croissance et les taux de survie sont différents entre ces trois sites pilotes. Les taux de survie sont très faibles dans deux des trois villages alors que la croissance des holothuries y est très rapide. Dans le dernier village, c'est l'inverse : le taux de survie est plus élevé mais la croissance au démarrage est très lente. Différentes expériences *in situ* et des analyses de sédiment ont permis d'identifier plusieurs paramètres qui conditionnent la production. Il s'agit principalement de la présence de crabes qui affecte la survie des juvéniles et de la structure du sédiment qui affecte la vitesse de croissance. Suite à ces observations, certaines améliorations des techniques de production ont pu être validées, telles que le labourage ou les dispositifs de lutte anti-crabes. L'objectif de cet article est de faire un état des connaissances concernant l'élevage à petite échelle en milieu naturel.

### Introduction

Dans la région de Toliara (sud-ouest de Madagascar), la pêche des holothuries reste une activité traditionnelle très pratiquée (Rasolofonirina et Conand 1998) par les communautés des zones côtières. A partir des années 1990, la surexploitation a été caractérisée par la baisse de qualité et la diminution de la taille des produits commercialisés (Conand et al. 1998). Face aux dangers écologiques et socio-économiques que représente la surexploitation des holothuries, des projets d'écloserie et d'élevage se développent de part le monde. C'est dans cette optique que sur les littoraux sud-ouest malgaches, les travaux pionniers de l'Aqua-Lab sur la reproduction et le grossissement d'*Holothuria scabra* en captivité ont permis de déboucher sur une deuxième phase appliquée au développement rural : la mise en place de micro-fermes d'élevage gérées par des familles de pêcheurs traditionnels. Ces nouveaux aquaculteurs sont à l'heure actuelle appuyés par deux ONGs : Trans-Mad Développement (TMD) et Blue Ventures (BV) (Robinson et Pascal 2009).

Un an après le lancement du projet DéFi Zanga, l'équipe d'encadrement technique de TMD et les équipes d'aquaculteurs qu'elle appuie dans trois villages côtiers dressent dans cet article un premier bilan des problèmes qu'ils rencontrent. Il se trouve notamment que les seules informations disponibles afin de sélectionner les sites favorables à l'élevage d'*Holothuria scabra* sont peu précises et les méthodes d'identification restent encore à définir. Des sites proches des mangroves, aux fonds sablo-vaseux parsemés d'algues, sont considérés comme favorables à cet élevage. Toutefois, de nombreux éléments issus de

l'expérience montrent que les critères d'identification des sites favorables et la connaissance des facteurs correspondants devraient être affinés.

### Matériel et méthodes

Le bilan d'expérience présenté concerne 17 exploitations de 900 m<sup>2</sup> ayant chacune reçu 450 juvéniles lors du premier cycle d'élevage. Les exploitations sont réparties comme suit dans 3 villages côtiers : 5 exploitations à Sarodrano, 7 à Andrevo et 5 à Fiherenamasay.

La méthodologie d'étude des processus de grossissement relève de l'application concrète des techniques de culture par les aquaculteurs et les agents du projet et des résultats obtenus lors des suivis de production. Le protocole d'étude découle donc des différentes techniques et étapes de mise en œuvre de l'aquaculture villageoise et des méthodes de suivis employées par les techniciens.

### Approvisionnement en juvéniles

Les juvéniles sont fournis par MH.SA S.A., une société implantée à Toliara et à Belaza (25 km au Sud de Toliara) (Eeckhaut et al. 2008). Le transport des juvéniles d'*H. scabra* sur les lieux de culture (villages d'Andrevo, de Fiherenamasay et de Sarodrano) a jusqu'alors été réalisé par voie de mer. Pour Andrevo et Fiherenamasay, le transport est fait en vedette dans des caisses en plastique et prend entre 4 et 10h. Pour Sarodrano, situé à moins de 5 km de la ferme de pré-grossissement de Belaza, les juvéniles sont transportés en pirogue par les aquaculteurs eux-mêmes et n'excède pas 45 minutes, le tout à l'abri de la houle sans quitter le lagon.

<sup>1</sup> Étudiant 3<sup>e</sup> cycle de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines (Université de Toliara - Madagascar) ; Responsable suivi scientifique « projet holothuriculture » (Trans'Mad Développement). Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM), Université de Tuléar, 601 Tuléar Madagascar. Courriel: benjmada@yahoo.fr

<sup>2</sup> Docteur en Géographie ; Coordinateur du programme « aquaculture » (Trans'Mad Développement) ; Chercheur associé UMR208 (IRD/MNHN). Trans'Mad-Développement, Besakoa, Antsirasa 601, Toliara, Madagascar

<sup>3</sup> Laboratoire de Biologie marine, Université de Mons, 7000 Mons, Belgique



Le temps de transport et l'agitation de l'embarcation étant bien supérieure pour les livraisons effectuées vers le Nord, on considère que le stress lié au transport est supérieur pour les juvéniles livrés à Andrevo et Fiherenamasay que pour ceux livrés à Sarodrano.

#### **Analyse granulométrique et détermination du taux de matière organique**

Une analyse granulométrique a été effectuée afin de caractériser la structure des différents sédiments exploités dans les sites d'holothuriculture. Des échantillons de sédiment de chaque site ont été collectés et séchés pendant 72 heures dans une étuve à 60°C. Un échantillon de sédiment séché a été tamisé, chaque fraction récoltée a été pesée afin d'établir un pourcentage de l'échantillon de départ.

Afin de déterminer le taux de matière organique du sédiment des différents sites d'élevage, des échantillons de sédiment ont été prélevés et séchés pendant 72 heures dans une étuve à 60°C, le sédiment a ensuite été carbonisé pendant 4 heures à 500°C.

#### **Suivi de production des élevages**

Pour suivre l'évolution de la production dans chacun des sites, les holothuries sont dénombrées la nuit à marée basse et ensuite pesées. En fonction des conditions météorologiques, les résultats de ces suivis peuvent souffrir de certains biais. En effet, différents facteurs peuvent affecter le comportement des holothuries (enfouissement) et des conditions de détection des animaux (visibilité dans l'eau, niveau de marée basse, intensité lumineuse en fonction de la lune et des éclairages disponibles). A chaque suivi, au minimum un quart du nombre d'individus initialement livrés a été pesé en vue d'évaluer la croissance pondérale du cheptel (soit au moins 113 individus pesés à chaque suivi pour 450 qui ont été livrés initialement).

La mesure des paramètres physico-chimiques connus pour affecter la croissance et la survie des holothuries a été réalisée une fois par mois à l'occasion des suivis de production. Les températures et les taux de salinité de l'eau de mer ont ainsi été enregistrés mensuellement (alternance d'une marée de vives eaux), pendant le jour et la nuit. Ces deux paramètres n'ont pas significativement variés d'un site à l'autre durant le premier cycle d'élevage. Leur influence ne sera donc pas considérée dans l'interprétation des résultats présentée dans cet article. La salinité de l'eau est restée stable à 35‰ sur l'ensemble du cycle de grossissement dans les trois sites. Par ailleurs, les variations de température n'ont pas significativement différenciées entre les trois cycles de grossissement considérés dans cette étude.

#### **Expérimentations ciblées et recherche d'amélioration des techniques d'élevage**

##### **Maîtrise de la prédation**

Au cours de l'élevage nous avons observé une disparition importante des holothuries qui semble principalement due à la prédation par des crabes (Fig. 1). Pour lutter contre cette prédation, des nasses à crabes (sous forme de parallélépipèdes grillagés munis d'un trou d'entrée) et des pièges simples (seaux en plastique sur les diamètres desquels est fixé un monofilament de nylon muni d'un appât en son centre) ont été installés. Une chasse aux crabes est aussi régulièrement menée par les éleveurs.



**Figure 1.** Attaque d'une holothurie par un crabe  
(Photo: G. Tsiresy, TMD, 2009)

Compte tenu de la présence permanente de crabes dans les enclos, des solutions pour empêcher physiquement les crabes d'approcher les juvéniles les plus vulnérables ont été recherchées. Dès lors, des pouponnières (minis enclos couverts totalement clos, Fig. 2) de 25 m<sup>2</sup> dans lesquelles les juvéniles nouvellement livrés sont laissés en croissance durant les premières semaines avant de rejoindre le grand enclos ont été installées.



**Figure 2.** Pouponnière à Belaza, 20 km au sud de Toliara, Madagascar  
(Photo: B. Pascal, TMD, 2009).

### Amélioration des techniques d'élevage

Faisant face à une vitesse de croissance très faible à Fiherenamasay (0,23 g j<sup>-1</sup> de croissance), nous avons réalisé quelques expériences en vue d'améliorer le taux de croissance pondérale des holothuries élevées sur ce site. Six parcelles expérimentales de 4 m<sup>2</sup> ont été mises en place au sein des enclos, chacune accueillant 50 holothuries de petit calibre (moins de 40 g) :

- 2 parcelles ont fait l'objet d'un labourage du sédiment,
- 2 parcelles ont fait l'objet d'un raclage de la couche superficielle du sédiment (5 cm),
- 2 parcelles n'ont pas été modifiées afin de servir de témoins.

Après avoir constaté un effet sur la croissance, le système de labourage a été étendu à l'ensemble de la surface des quatre enclos de Fiherenamasay.

### Analyse des données

Les analyses paramétriques ANOVA (à deux facteurs) ont été utilisées pour comparer les moyennes observées. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant le logiciel SYSTAT version 6.0.1, SPSS INC

### Résultats et discussions

#### Des sites aux potentialités aquacoles très différentes

Après cinq mois de grossissement, on observe des différences majeures entre les trois sites. Ces différences sont marquées dès le premier mois, comme le montre la figure 3. En termes de survie aussi, les différences sont importantes (Fig. 4) puisqu'avec les mêmes modes de culture, un site présente un taux de mortalité proche de 40% (Fiherenamasay) alors que les autres dépassent les 70% (Sarodrano et Andrevo).

Les résultats des suivis de grossissement montrent que les taux de croissance varient dans un rapport de 1 à 8 selon les sites : de 0,23 g j<sup>-1</sup> à Fiherenamasay où les holothuries grossissent le moins vite à 1,8 g j<sup>-1</sup> à Andrevo, le meilleur des sites en terme de grossissement. Au cinquième mois après l'ensemencement, le poids des juvéniles diffère significativement selon le site d'élevage entre Sarodrano et Fiherenamasay (ANOVA à 2 facteurs ; p = 0,001), et entre Andrevo et Fierenamasay (p < 0,001). Par contre, on ne relève pas de différence significative entre Sarodrano et Andrevo (p = 0,870).

Notons que l'inflexion de la courbe observée à partir des 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> mois pour le site de Fiherenamasay est due à une intervention technique qui a consisté à labourer le site, d'abord à petite échelle par les techniciens et ensuite, à plus grande échelle par les aquaculteurs. Grâce à ces améliorations, la vitesse de croissance est passée de 0,23 g j<sup>-1</sup> à presque 1 g j<sup>-1</sup>. La structure du sédiment semble donc avoir eu un effet majeur sur la vitesse de croissance.

Indépendamment de ces modifications, il apparaît dans les trois sites que les vitesses de croissance sont constantes tout au long du grossissement dans la mesure où la biomasse seuil n'est pas atteinte, ce qui semble être le cas pour l'heure. Les différences observées concernent donc bien les vitesses de croissance, indépendantes de la biomasse critique propre à chaque site. En effet, l'allure de la courbe montre que la capacité seuil du milieu n'est pas atteinte dans les trois sites (45 g m<sup>-2</sup> de biomasse d'élevage) compte tenu des faibles densités d'holothuries dans les enclos et de leur faible masse. Si cette biomasse seuil était atteinte (biomasse estimé à 692 g m<sup>-2</sup> dans les sites favorables de la région – Lavitra 2008), les courbes auraient une allure asymptotique, présentant un plateau qui signifierait que les holothuries auraient cessé leur croissance ; or il n'en est rien et les courbes restent linéaires.

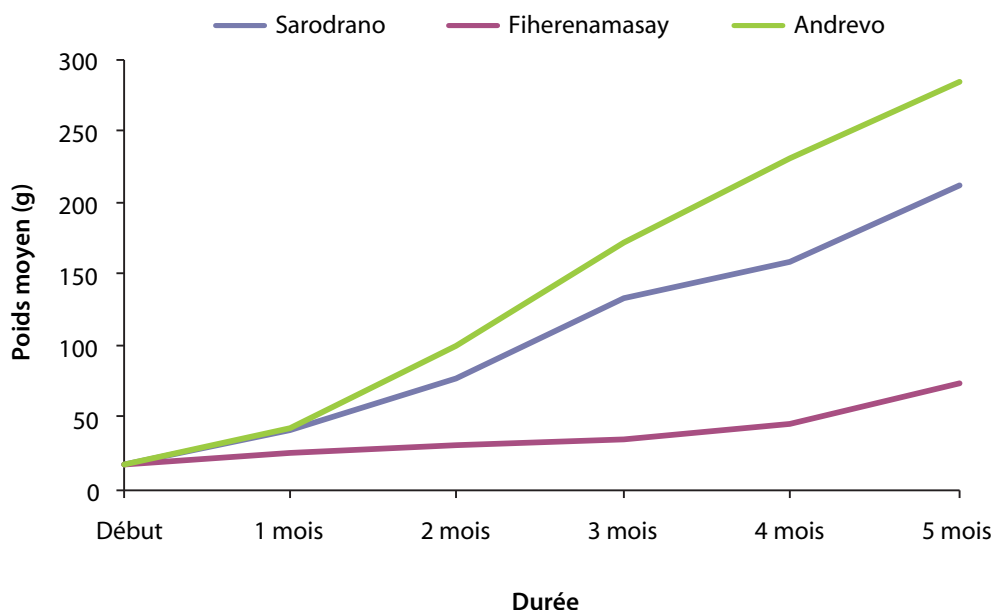


Figure 3. Taux de croissance observés par site.

Tableau 1. Caractéristiques des sédiments.\*

Taille des particules (µm)	Fraction de sédiment	Village de Sarodrano		Village d'Andrevo		Village de Fiherenamasay	
		Gran T0	Gran T4	Gran T0	Gran T4	Gran T0	Gran T4
> 1000	Sable très grossier	13,93%	12,78%	17,40%	14,65%	24,27%	32,10%
500 to 1000	Sable grossier	11,92%	13,83%	34,55%	35,82%	36,39%	25,15%
250 to 500	Sable moyen	48,07%	36,26%	21,67%	22,16%	25,96%	20,13%
< 250	Sable fin	26,08%	37,12%	26,38%	27,37%	13,70%	22,61%
État de la couche superficielle du sédiment		Meuble		Meuble		Compact	
Taux de matière organique T0		Min 1,44% Max 1,90%		Min 1,41% Max 1,80%		Min 2,74% Max 2,93%	
Taux de matière organique T4		Min 2,32% Max 2,68%		Min 1,83% Max 2,18%		Min 2,88% Max 3,11%	
Taux de croissance		1,3 g j <sup>-1</sup>		1,8 g j <sup>-1</sup>		0,23 g j <sup>-1</sup>	

\* Granulométrie et taux de matière organique des sédiments dans les trois sites.  
Gran = granulométrie ; MO = matière organique ; T0 = début de l'élevage ; T4 = après 4 mois d'élevage.

### Une subtile combinaison de facteurs présidant aux mécanismes de croissance

La première interprétation qui se dégage de ces résultats est que la quantité de matière organique présente dans le sédiment est un critère insuffisant pour expliquer les différences des vitesses de croissance. Si Fiherenamasay présente un taux de matière organique supérieur à ceux de Sarodrano et d'Andrevo, les vitesses de croissances y sont en revanche au minimum 5 fois plus lentes.

Ces caractéristiques laissent apparaître deux types de milieux différents sur ces trois sites. Andrevo et Sarodrano sont des sites à sédiment très meuble et à fort taux de croissance. Fiherenamasay est un site à sédiment compact (pour ce qui est de la couche superficielle), à taux de matière organique relativement élevé et à croissance faible.

Des expériences sur l'alimentation d'*H. scabra* ont montré que lors de l'ingestion du sédiment, cette espèce ne faisait pas de sélection entre particules sédimentaires inférieures à 2000 µm (Lavitra, 2008). Toutefois, les ressemblances entre les sites de Sarodrano et d'Andrevo en termes de structures sédimentaires (faible proportion de particules de taille supérieure à 1 mm) et de vitesses de croissance et leurs différences avec le site de Fiherenamasay laissent à penser que la structure granulométrique du sédiment et sa compacité jouent un rôle dans les vitesses de croissance.

On peut donc émettre comme hypothèse qu'en termes de vitesses de grossissement (et non de biomasse critique) un milieu couplant taux de matière organique élevé avec granulométrie dominée par des particules grossières (même inférieure à 2000 µm) s'avère moins favorable qu'un milieu à granulométrie plus fine mais à faible taux de MO. La granulométrie pourrait s'avérer être un facteur clé pour comprendre les vitesses de grossissement.

Pour consolider cette hypothèse, il faudrait connaître la composition de la matière organique et l'abondance des

microorganismes vivants faisant partie de celle-ci et qui, potentiellement, diffèrent d'un site à l'autre ; la matière organique d'Andrevo et de Sarodrano répondant peut être mieux aux besoins nutritionnels de *H. scabra*. Toutefois, l'expérience conduite à Fiherenamasay appuie notre hypothèse puisque le labourage du sédiment accélère la vitesse de croissance des holothuries d'élevage. Le remaniement de la structure du sédiment a ainsi permis d'obtenir des vitesses de croissance quasi semblables à celles des deux autres sites. Tel qu'il a été mené, ce labourage du sédiment conduit à obtenir un sédiment plus meuble contenant une proportion plus importante de particules de grosse (32,10%) et de très petite (22,61%) taille au détriment des particules de taille intermédiaire. L'élimination de la couche superficielle laisse apparaître un sédiment plus vaseux et pulvérulent. On peut donc penser que le facteur réellement discriminant est bien la structure du sédiment (granulométrie et compaction) en agissant probablement de manière indirecte sur la matière organique associée.

Si l'on peut émettre l'hypothèse que la quantité de matière organique présente dans le sédiment est un facteur déterminant pour expliquer la biomasse seuil, il semble que ce soit la structure du sédiment qui en régule l'accessibilité et préside donc aux vitesses de croissance. La typologie de la matière organique mériterait aussi d'être prise en compte. Vitesse de croissance et biomasse seuil peuvent donc être parfaitement indépendante l'une de l'autre.

### Une mortalité précoce

Ces premiers résultats montrent que pour l'élevage d'*H. scabra* les sites d'Andrevo et de Sarodrano présentent un gros avantage sur celui de Fiherenamasay en terme de croissance. Les cycles de cultures peuvent y être plus courts. Cependant, dans la perspective d'un développement aquacole, ces deux sites présentent une même faiblesse : une mortalité précoce des holothuries élevées (Fig. 4).



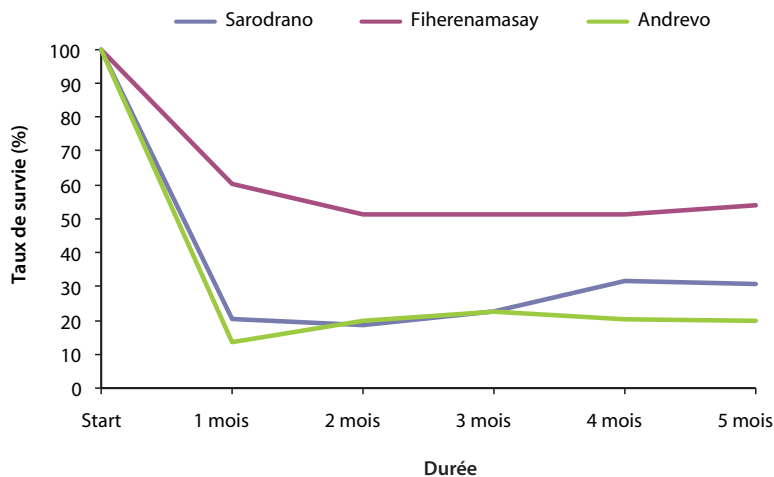


Figure 4. Taux de survie par site (estimé sur la base des comptages nocturnes).

Les 3 courbes de la figure 4 montrent les taux de survie des élevages. Le premier élément caractéristique est que seulement 30 jours après l'ensemencement, une importante disparition des juvéniles est constatée. En effet, l'allure de la courbe (Fig. 4) ne laisse pas de doute sur le fait que les pertes surviennent durant les premières semaines d'élevage.

On note que les taux de survie tombent rapidement entre 10 et 30% dans les villages de Sarodrano et d'Andrevo contre 60% pour Fiherenamasay. Au cinquième mois d'élevage, les taux de survie obtenus dans les trois villages sont respectivement : 30,71% ; 53,82% et 20% pour Sarodrano, Fiherenamasay et Andrevo. Les cheptels ne semblent donc plus subir de pertes significatives après le premier mois.

### Une hypothèse forte : la prédation

Afin d'expliquer ces phénomènes, on peut alors évoquer trois principales hypothèses : la prédation, la disparition par échappement (effet du courant ou fuite par-dessous les clôtures) et le vol.

L'hypothèse du vol peut rapidement être écartée. D'abord, les holothuries élevées n'acquiescent de valeur commerciale qu'au-delà d'une centaine de grammes, soit pas avant le troisième mois de culture. Si les pertes en fin de cycle peuvent être dues à des vols, les pertes du premier mois ne peuvent pas être le fait de voleurs qui chercheraient à vendre des juvéniles sur le marché local. Ensuite, si ces juvéniles étaient volés par d'autres aquaculteurs pour être cultivés, nos suivis auraient permis de montrer une augmentation suspecte du cheptel dans les enclos des voleurs ; ce qui n'a pas été le cas.

Quoique probable, l'explication de la disparition des holothuries par échappement, notamment à cause des courants marins, n'apparaît pour l'heure qu'insuffisamment convaincante. Il est vrai que les courants de marées peuvent parfois être assez importants dans les zones de culture. Les aquaculteurs disent avoir observé de jeunes holothuries flotter et être emportées par le courant. Cependant, les suivis rapprochés que nous avons

effectués après les livraisons ont toujours confirmé que les holothuries ne s'éloignaient que peu de leur zone initiale d'installation dans l'enclos. Jamais un éparpillement des juvéniles dans le sens du courant jusqu'à la clôture n'a été observé, ni même la présence de juvéniles en dehors des enclos lors de fouilles de vérification.

La disparition des juvéniles en raison d'un niveau de prédation élevé apparaît alors comme l'hypothèse la plus probable. En milieu naturel, les juvéniles nouvellement ensemencés sont fréquemment attaqués et mangés par différentes espèces de poissons (Hamel et al. 2001 ; Pitt et Duy 2004) et de crabes (Pitt et Duy 2004 ; Lavitra 2008). Lors des premières livraisons effectuées de

nuit, nous avons observés après moins d'une dizaine de minutes des crabes attaquant des juvéniles (Figs 5a et 5b). D'autres individus ont parfois été retrouvés avec des blessures du tégument, de plus, certaines dépouilles ont parfois pu être retrouvées lors des suivis (Fig. 5b). Le plus surprenant dans cette hypothèse est le niveau extraordinairement élevé de la prédation, certains enclos ayant vu l'ensemble de leur cheptel d'holothuries (450 juvéniles) disparaître en deux semaines.



Figure 5. a: Jeune holothurie victime d'une prédation; b: Restes d'holothuries trouvés dans les enclos (Photos: G. Tsirey, TMD, 2009).

### Effet « pouponnière »

Dès le deuxième cycle de culture dans les villages de Sarodrano et d'Andrevo, les plus touchés par les disparitions précoces des juvéniles, l'installation de pouponnières (enclos recouverts de filets où sont placés les juvéniles) a permis de limiter significativement les pertes lors du premier mois. L'idée ayant conduit à la mise en place de ces pouponnières était d'empêcher physiquement les crabes d'approcher les juvéniles pendant les premières semaines de grossissement en mer.

Avec ce nouveau système, 15 jours après l'ensemencement, les taux de survie observés étaient de 79% pour Sarodrano et 70% pour Andrevo. Par rapport aux résultats obtenus lors du premier cycle d'élevage, l'utilisation des pouponnières montre donc une amélioration de la survie. Malheureusement, ces bons résultats ont conduit

les aquaculteurs à délaisser la chasse aux crabes, tant dans les pouponnières que dans le reste des enclos, et les pertes au-delà des premiers jours furent massives. Près de 35 jours après la livraison, le taux de survie n'étaient plus que de 33% à Andrevo ; soit une perte de 37% du cheptel en 20 jours par rapport au premier comptage. Après 70 jours, le taux de survie étaient retombés à 51% à Sarodrano alors qu'ils étaient encore de 79% après 15 jours en mer et de 76% après 35 jours en mer.

Ce nouveau système ne semble affecter en rien la croissance des juvéniles tant que la densité d'individus est adaptée à la biomasse spécifique de chaque site.

### Conclusion

Ces premiers résultats laissent clairement apparaître l'importance de certains facteurs dans les dynamiques de production. La mortalité trop élevée sur certains sites nuit de terrible façon à la viabilité économique des exploitations aquacoles. Sans parade efficace, les sites où les crabes abondent ne pourront probablement pas accueillir d'élevages rentables. En fonction des problématiques, des solutions techniques comme les pouponnières ou le labourage du sédiment peuvent être apportées et donner des résultats intéressants mais elles resteront toujours insuffisantes sans une présence et une vigilance effective des aquaculteurs vis-à-vis de leur cheptel.

C'est sur les mécanismes de croissance que nos résultats sont les plus intéressants à exploiter. Ils conduisent à penser que la structure du sédiment est largement aussi importante pour la croissance qu'un fort taux de matière organique. Afin d'affiner la portée de ces résultats, des tests de croissance sur différents sédiments devraient être conduits pour valider l'effet de la granulométrie et le rôle de la matière organique sur les mécanismes de croissance. La composition de cette matière organique devrait elle aussi être prise en compte pour améliorer notre connaissance des mécanismes de croissance d'*H. scabra*. Une question reste d'ailleurs essentielle pour envisager sereinement la suite de l'élevage : la consommation de matière organique au cours des cycles successifs d'élevage nuit-elle à la capacité de résilience du milieu ? Si tel était le cas, cela signifierait que le seuil de biomasse critique se réduirait en cours d'élevage et que des systèmes de jachère auraient probablement à être mis en place afin d'éviter un épuisement des sols sédimentaires.

Ces quelques résultats montrent que la sélection des sites et la caractérisation de leurs particularités permettent d'adapter les techniques de culture et de prévenir les échecs. Un site à croissance rapide n'aura pas nécessairement une biomasse critique (capacité de charge) élevée, et inversement, un milieu à croissance lente peut potentiellement offrir une capacité de charge élevée. Cet

aspect implique que selon les sites, les modèles de production vont différer en termes de techniques (labourage, construction de pouponnières...) mais aussi en termes de densité d'élevage et de fréquence de livraisons des juvéniles. En ce sens, une typologie des sites d'élevage mériterait d'être élaborée. A chaque type de milieu devrait correspondre un protocole technique pour conduire ces élevages aquacoles de façon optimale. La réalisation de ce travail devrait nettement faciliter l'action des opérateurs d'appui sur le terrain et permettre la promotion de l'élevage d'holothuries avec d'autant plus de succès.

### Bibliographie

- Conand C., De San M., Refeno G., Razafintseho G., Mara E. et Andriajatovo S. 1998. Gestion durable de la filière holothuries à Madagascar. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 10:7-9.
- Eeckhaut I., Lavitra T., Rasolofonirina R., Rabenevanana MW, Gildas P., Jangoux M. 2008. Madagascar Holothurie SA : la première entreprise commerciale axée sur l'aquaculture des holothuries à Madagascar. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 28:22-23.
- Hamel J.F., Conand C., Pawson D. and Mercier A. 2001. The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): Its biology and exploitation as beche-de-mer. *Advances in Marine Biology* 41:129-223.
- Lavitra T. 2008. Caractérisation, contrôle et optimisation des processus impliqués dans le développement postmétamorphique de l'holothurie comestible *Holothuria scabra* [dissertation]. Mons, Belgium : University of Mons-Hainaut. 166 p.
- Pitt R. and Duy N.D.Q. 2004. Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Viet Nam. p. 333-346. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uyhicke S., Hamel J. F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management Fisheries Technical Paper No. 463*. FAO, Rome.
- Rasolofonirina R. 2007. Sea cucumbers in Madagascar. p. 31-40. In: Conand C. and Muthiga N. (eds). *Commercial sea cucumbers: A review for the western Indian Ocean*. WIOMSA, Nairobi: Kul Graphics Ltd.
- Rasolofonirina R. et Conand C. 1998. L'exploitation des holothuries dans le sud-ouest de Madagascar, région de Toliara. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 10:10-15.
- Robinson G. et Pascal B. 2009. De l'écloserie au village : Premier programme communautaire d'holothuriculture à Madagascar. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 29 : 37-41.

## Pontes massives simultanées d'*Holothuria scabra* dans des sites de pacage en mer des municipalités de Bolinao et d'Anda (Philippines)

Ronald Dionnie D. Olavides,<sup>1</sup> Bryan Dave R. Rodriguez, Marie Antonette Juinio-Meñez

Le système récifal de Bolinao-Anda, à Pangasinan, dans le nord-ouest de Luzon, est l'une des nombreuses régions des Philippines où les holothuries et les invertébrés pullulaient dans les années 70 et 80. Toutefois, ces pêcheries se sont effondrées au cours des deux dernières décennies du fait de leur surpêche. Tirant parti des améliorations des techniques de production d'holothuries de sable (*Holothuria scabra*) en éclosérie, l'Institut des sciences de la mer de l'Université des Philippines a créé des sites de pacage en mer, sur une superficie de 5 hectares, dans les municipalités de Bolinao et d'Anda (figure 1). Un premier lot de juvéniles a été lâché à Bolinao et à Anda, en décembre 2007 et en décembre 2008 respectivement. Nous étudions la possibilité d'aménager des sites de pacage en mer, exploités avec l'aide des communautés, dans le but d'apporter un revenu supplémentaire à ces petits pêcheurs, ainsi que la capacité de ces sites de contribuer à la reconstitution des stocks épuisés. À ce jour, nous avons lâché 16 711 individus à Bolinao, et 20 549 à Anda.

Durant les derniers mois, nous avons été informés, par les exploitants chargés de la garde et de la cogestion du site,

de la présence de géniteurs isolés dans le périmètre d'exploitation. Pour la première fois, nous avons pu constater une ponte spontanée des holothuries de sable dans l'élevage, et avons pu également documenter une ponte massive survenue simultanément à Bolinao et à Anda, le 23 février 2010, entre 11h00 et 15h00 (le jour suivant le premier quartier de lune et à marée montante), à l'occasion de nos visites de routine. Nous avons effectué une enquête rapide sur les deux sites pour estimer le nombre et la densité des géniteurs.

À Anda, nous avons d'abord observé cinq géniteurs mâles, aux environs de 11 :00. Une heure plus tard, un individu femelle a émis des gamètes en deux décharges successives, suivi par quatre géniteurs mâles. À Bolinao, nous avons premièrement observé un géniteur aux alentours de 12 :45 (figure 2). Là encore, environ une heure plus tard, nous avons constaté que 15 individus avaient pondu à une distance de 1 à 5 mètres les uns des autres, dans un enclos de 100 m<sup>2</sup>, tandis que 23 autres géniteurs se reproduisaient dans la « nourricerie » et la « zone tampon » du site. Nous avons observé 60 géniteurs (fourchette

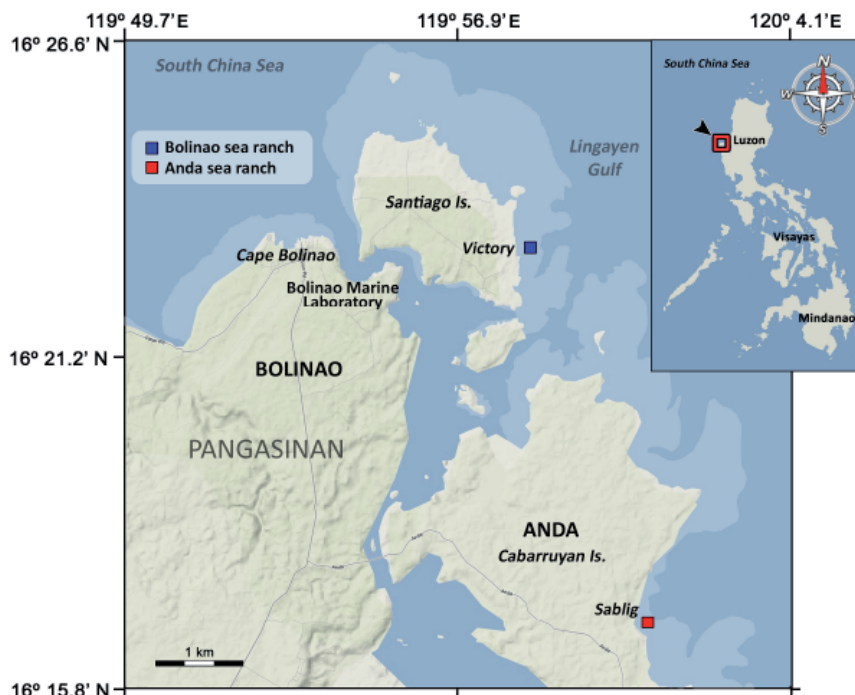


Figure 1. Emplacement des sites de pacage en mer de Bolinao et d'Anda, au large de l'île de Luzon (Philippines).





Figure 2. Des spécimens d'*Holothuria scabra* en pleine ponte à l'élevage marin d'Anda.

Tableau 1. Résumé des données d'observation de la ponte massive d'holothuries de sable dans deux sites de pacage en mer (23 février 2010).

Site	Effort de recherche	Ratio de géniteurs	Densité de géniteurs
Bolinao	~700 m <sup>2</sup> (45 min)	19,7% (38 sur 181)	0,0543 ind m <sup>-2</sup> (estimation 543 ind ha <sup>-1</sup> )
Anda	1600 m <sup>2</sup> (1 h)	34% (60 sur 175)	0,0375 ind m <sup>-2</sup> (estimation 375 ind ha <sup>-1</sup> )

de poids = 250–750 g, poids moyen = 402 ±76 g) à Anda, et en avons repéré 38 (fourchette de poids = 150–400 g) à l'élevage de Bolinao. Selon nos estimations, le rapport était de cinq mâles par femelle dans les deux sites.

La fécondation aurait davantage de chances d'aboutir en cas d'émissions synchrones de gamètes, de fortes densités de géniteurs en eau libre et de populations importantes (Levitan and Sewell 1998). Bien que l'on ne connaisse pas encore la densité minimale nécessaire au succès de la ponte chez les holothuries, des densités théoriques de l'ordre de 10–50 ind ha<sup>-1</sup> permettraient peut-être d'éviter une dépensation chez la plupart des espèces tropicales d'holothuries, à condition que des groupes de plus de 10 individus soient présents à une distance de 5–10 m les uns des autres (Bell et al. 2008). Les densités de reproduction sur les deux sites sont supérieures à celles avancées par Bell et al. (2008), et la synchronie de la ponte contribue certainement au succès de la fécondation. L'observation naturelle d'une ponte massive ainsi que la forte proportion d'adultes sur les sites de Bolinao et d'Anda, suggérée par des données empiriques sur les paramètres démographiques (Juinio-Meñez et al. données non publiées), portent à croire que les sites de pacage en mer sont susceptibles de tenir lieu de réserves de reproduction, offrant des sources de larves et de recrues nécessaires à la reconstitution des stocks.

## Bibliographie

- Bell J.D., Purcell S.W. and Nash W.J. 2008. Restoring small-scale fisheries for tropical sea cucumbers. *Ocean and Coastal Management* 51:589–593.
- Levitan D.R. and Sewell M.A. 1998. Fertilization success in free-spawning marine invertebrates: review of the evidence and fisheries implications. p 159–164. In: Jamieson G.S. and Campbell A. (eds). *Proceedings of the North Pacific symposium on invertebrate stock assessment and management*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 125.

## Remerciements

Ce projet de recherche est financé par le Centre australien pour la recherche agricole internationale et par le Conseil pour la recherche-développement aquatique et marine du Département de science et de technologie des Philippines.

## Inventaire des holothuries dans les eaux peu profondes du Sultanat d'Oman

Michel R. Claereboudt<sup>1</sup> et Khalfan M. Al-Rashdi<sup>2</sup>

### Résumé

La côte du Sultanat d'Oman s'étend sur 3 500 km et borde trois plans d'eau contigus : le golfe Persique (ou golfe Arabique), la mer d'Oman et la mer d'Arabie. Cette étude de deux ans (2007-2009) avait pour but d'évaluer la diversité et l'abondance des holothuries le long de cette côte. Dans les 11 emplacements répertoriés, nous avons relevé la présence de 17 espèces d'Aspidochirotida, de 2 espèces d'Apoda et de 2 espèces de Dendrochirotida. La grande différence observée dans la structure des communautés d'holothuries entre la mer d'Oman et la mer d'Arabie constitue la découverte la plus remarquable de cette étude.

### Introduction

Les études portant sur les échinodermes et les holothuroïdes se multiplient dans le monde, mais la mer d'Arabie n'a pas attiré beaucoup d'attention jusqu'à présent. Quelques études ont été publiées sur les échinodermes de la région (p. ex., Campbell, 1988 ; Price, 1982, 1983), mais exception faite des études récentes sur la pêche et l'évaluation des stocks du *Holothuria scabra* (Al-Rashdi *et al.*, 2007a ; Al-Rashdi *et al.*, 2007b), les holothuries du Sultanat d'Oman n'ont fait l'objet jusqu'à présent (à notre connaissance) d'aucune étude directe.

La côte du Sultanat d'Oman s'étend sur 3 500 km et borde trois plans d'eau contigus : le golfe Persique (ou golfe Arabique), la mer d'Oman et la mer d'Arabie. Le pays dépend depuis toujours des ressources de la mer, mais ces ressources subissent les pressions de plus en plus fortes de la pêche, du développement des infrastructures, du tourisme et de l'industrie. L'évolution que l'on observe à l'échelon mondial — et qui s'est manifestée par le passage dans la mer d'Oman des deux premiers cyclones tropicaux de l'histoire récente (Fritz *et al.*, 2010) et par un épisode dévastateur de prolifération du dinoflagellé toxique *Cochlodinium polycrioides* en 2008–2009 (Richlen *et al.*, 2010) — a également eu des répercussions sur les écosystèmes marins.

Les conditions climatiques marines qui caractérisent les trois plans d'eau sont très différentes. Les écosystèmes côtiers de la mer d'Arabie sont directement exposés aux remontées saisonnières d'eau côtières pendant la mousson d'été (juin à septembre), période au cours de laquelle la température de la surface de la mer tombe souvent en dessous de 20°C. Ces remontées d'eau froide s'accompagnent d'un apport constant de nutriments propices à la croissance de vastes herbiers d'algues benthiques (Barratt 1984) parsemés de riches communautés coralliennes. Dans le golfe Persique et la mer d'Oman, la température de la surface de la mer pendant la même période estivale dépasse souvent 32°C, pour redescendre ensuite pendant l'hiver au-dessous de 22°C. Malgré ces conditions extrêmes, les communautés

coralliennes sont florissantes le long des côtes à substrat dur (Sheppard et Sheppard, 1991), et accueillent une riche faune d'échinodermes.

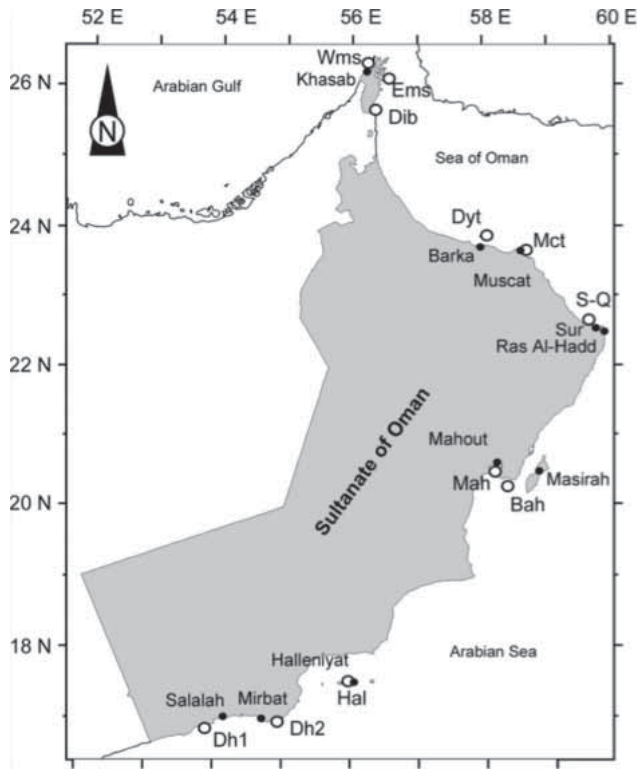
Il n'existe dans la mer d'Oman qu'une seule aire marine protégée (la réserve naturelle de Daimaniyat). Cette réserve naturelle a une superficie d'environ 20 km<sup>2</sup>, et elle contient un chapelet de neuf petites îles (figure 1). Notre étude avait pour but d'évaluer la diversité et l'abondance des holothuroïdes du Sultanat d'Oman afin de pouvoir assurer, plus tard, le contrôle et la gestion de cette ressource importante, mais fragile.

### Méthodes

Cette étude a été réalisée sur deux ans (de 2007 à 2009) dans 11 emplacements de la côte du Sultanat d'Oman (figure 1). À chacun de ces emplacements, plusieurs sites (minimum de trois) ont été examinés en plongée autonome jusqu'à une profondeur maximale de 20 mètres. Toutes les holothuries observées ont été identifiées à l'espèce à partir de leurs caractéristiques morphologiques, de leur habitat et de leur posture. Les espèces ont été photographiées, et certains spécimens ont été prélevés pour la collection de l'université de Sultan Qaboos. Le travail d'identification des espèces s'appuyait sur les descriptions fournies par Clark et Rowe (1971) et sur des études plus récentes réalisées sur les Holothuroïdes de l'océan Indien (Price, 1983 ; Samyn, 2003 ; Samyn *et al.*, 2006).

À chaque emplacement, à la conclusion d'une série d'au moins trois sorties en plongée sur des sites différents, l'abondance des diverses espèces observées a été notée sur une échelle semi-quantitative (Braun-Blanquet, 1932) allant de 0 à 5 : 0 = pas d'observation ; 1 = rare (une ou deux observations, mais pas à toutes les sorties) ; 2 = présente (observée à presque toutes les sorties à cet endroit) ; 3 = commune (observée plusieurs fois à toutes les sorties à cet endroit) ; 4 = abondante (observée plusieurs fois à chaque sortie) ; 5 = dominante (une des espèces observées en grands nombres à toutes les sorties). Les schémas de répartition ont été définis à l'aide de l'analyse typologique et de la gradation multidimensionnelle non métrique sur

1. Université de Sultan Qaboos. Collège d'agriculture et de sciences marines, B.P. 34, Al-Khod 123, Sultanat d'Oman. Courriel : mclaereboudt@mac.com  
2. Centre d'aquaculture. Ministère des ressources halieutiques, B.P. 247, PC 100, Muscat, Sultanat d'Oman. Courriel : omanaba@yahoo.com



**Figure 1.** Répartition des 11 emplacements d'échantillonnage d'holothuries sur la côte du Sultanat d'Oman. Les cercles pleins représentent les villes et villages ; les cercles vides représentent les sites d'échantillonnage : Dh1 = Dhofar Rakhyut, Dh2 = Dhofar Mirbat, Hal = Halleniyat, Mah = Mahout, Bah = Masirah-Bar Al-Hikman, S-Q = Sur-Qalhat, Mct = Muscat, Dyt = Daimanyat, Dib = Dibab, Ems = Musandam est, Wms = Musandam ouest.

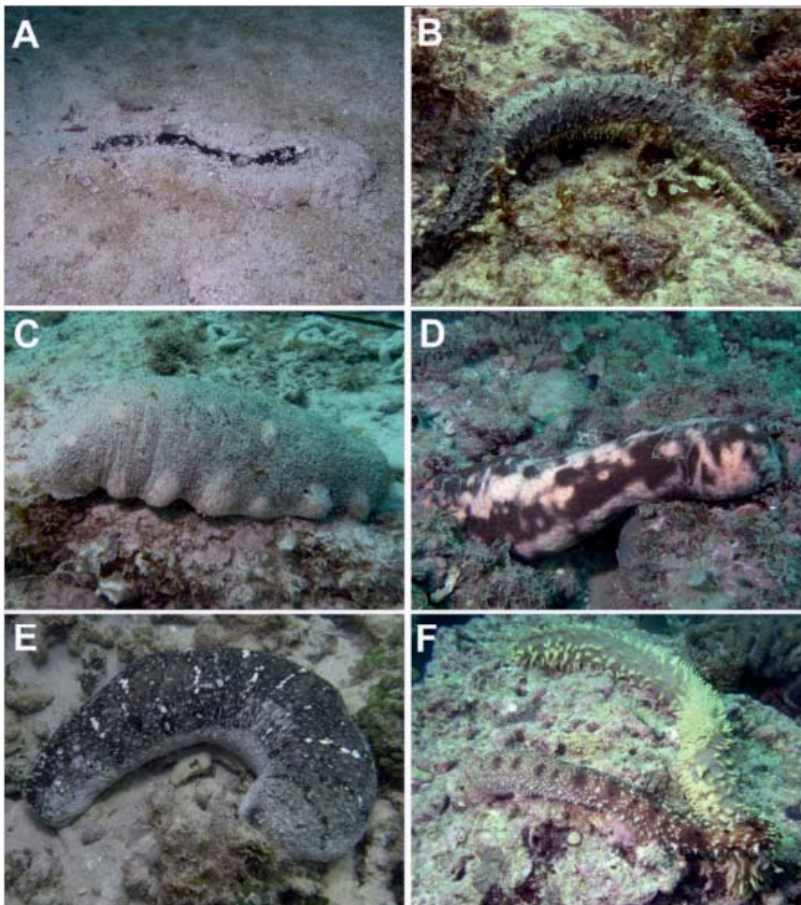
matrice de similarité de Bray-Curtis avec le logiciel Primer (Clarke et Gorley, 2006).

**Résultats**

Au total, 17 espèces d'Aspidochirotida, 2 espèces d'Apoda et 2 espèces de Dendrochirotida ont été recensées pendant l'étude (tableau 1). D'autres espèces de Dendrochirotida ont été observées au sud d'Oman, mais elles n'ont pas été prélevées ni identifiées, et devront faire l'objet de plus amples travaux sur le terrain.

Huit espèces se trouvaient à tous les emplacements explorés ou presque, mais plusieurs autres n'ont été observées que dans quatre emplacements ou moins. Par exemple, le *Holothuria scabra* (figure 2E) n'a été observé que dans deux emplacements de la mer d'Arabie, près de l'île de Masirah, et le *Holothuria arenacava* n'a été observé que dans quelques échancrures ensablées de la côte, près de Muscat (deux sites à un emplacement) (figure 2A). Le nombre total d'espèces relevées diminuait de la mer d'Arabie (19) à la mer d'Oman (13) et au golfe Persique (8). Plusieurs des espèces observées constituaient une première mention pour la région : *Holothuria arenacava* (figure 2A) ; *H. nobilis* (figure 2C) ; une espèce commune non encore identifiée du genre *Holothuria* (figure 2B) ; *H. cinerescens*, et un *Actinopyga* rose tacheté (figure 2D) — les trois dernières espèces provenant du Dhofar (sud d'Oman). On a également relevé la présence du *Holothuria hilla* et du *Holothuria impatiens* (figure 2F).

L'analyse par gradation multi-dimensionnelle non métrique et l'analyse typologique ont toutes deux laissé constater un clivage majeur de la structure des communautés d'holothuries entre la mer d'Arabie et la mer d'Oman. Cette première subdivision est principalement due



**Figure 2.**

Certaines des holothuries observées dans les eaux peu profondes d'Oman :

- A: *Holothuria arenacava*, spécimen presque complètement enfoui ;
- B: spécimen non identifié d'*Holothuria*;
- C: *Holothuria nobilis*;
- D: spécimen non identifié d'*Actinopyga*.
- E: *Holothuria scabra*;
- F: *Holothuria hilla* (spécimen le plus gros) et *Holothuria impatiens*.



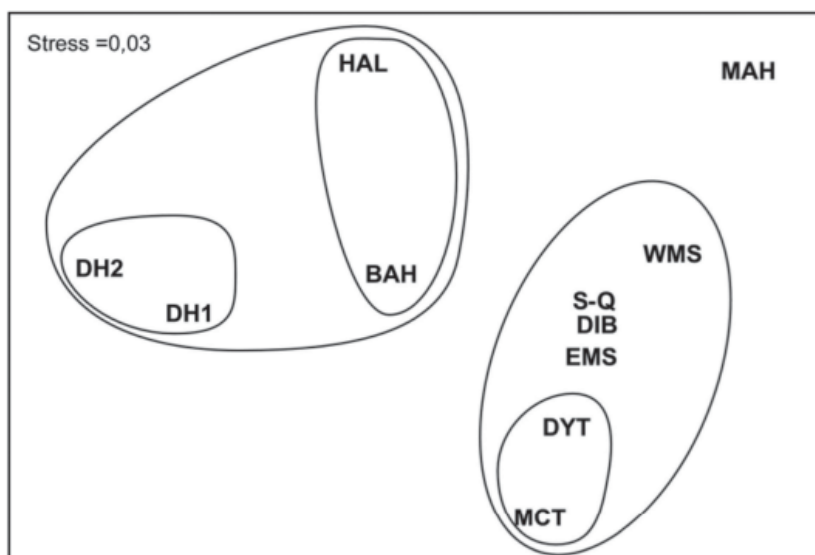
**Tableau 1.** Faune des Holothuroïdés des eaux peu profondes du nord-est de l’océan Indien, d’après Price (1982,1983), et abondance relative des espèces d’holothuries observées pendant l’inventaire réalisé dans les eaux peu profondes du Sultanat d’Oman.

	Golfe Persique <sup>a</sup>	Mer d’Arabie <sup>a</sup>	Mer d’Arabie <sup>b</sup>					Mer d’Oman <sup>b</sup>					
			Dh1	Dh2	Hal	Mah	Bah	S-Q	Mct	Dyt	Dib	EMs	WMs
<b>Holothuroidea</b>													
<i>Stichopus variegatus</i>	+	+	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	3
<i>Labidodemas semperianum</i>	+												
<i>Holothuria atra</i>	+	+	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
<i>Holothuria edulis</i>	+	+	3	1	2	2	2	3	4	3	3	3	3
<i>Holothuria rigida</i>	+												
<i>Holothuria leucospilota</i>	+	+	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3
<i>Holothuria arenicola</i>	+	+	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Holothuria hilla</i>	+	+	1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	2
<i>Holothuria impatiens</i>	+	+	2	2	0	0	1	0	2	1	0	1	1
<i>Holothuria scabra</i>		+	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0
<i>Holothuria arenacava</i>			0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Holothuria pardalis</i>	+												
<i>Holothuria nobilis</i>		+	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Holothuria difficilis</i>		+	2	2	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Holothuria cinerescens</i>		+	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Holothuria pervicax</i>		+	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Actinopyga milliaris</i>		+	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Actinopyga mauritiana</i>		+	2	2	1	2	3	2	3	4	3	3	2
<i>Actinopyga sp.</i>			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Holothuria sp.</i>			4	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Thyone dura</i>	+	+	2	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Oshimimella ehrenbergi</i>	+	+	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Euapta goddefroyi</i>		+	0	0	0	1	1	1	2	2	1	1	0
<i>Leptosynapta chela</i>	+												

Les chiffres correspondent à l’échelle d’abondance semi-quantitative (0-5 ; Braun-Blanquet, 1932). Golfe Pers. = Golfe Persique ; Mah = Mahout ; Bah = Masirah-Bar Al-Hikman ; S-Q = Sur-Qalhat ; Mct = Muscat ; Dyt = Damanyat ; Dib = Dibab ; Ems = Musandam est ; Wms = Musandam ouest. \* Données sur le golfe Persique et la mer d’Arabie tirées de Price (1982, 1983).

<sup>a</sup> Données de la présente étude.

**Figure 3.**  
Graphique de la gradation multidimensionnelle non métrique des 11 emplacements étudiés définissant la structure des communautés d’holothuries. L’indice de similarité de Bray-Curtis a servi à calculer les similarités entre les divers emplacements à partir des données semi-quantitatives de l’abondance. La faible valeur de stress (0,03) laisse conclure à une bonne représentation bidimensionnelle des données multidimensionnelles. Les noms complets des sites d’échantillonnage sont indiqués dans la légende de la figure 1.



à six espèces qui ne se rencontrent que sur la côte de la mer d'Arabie : *Holothuria scabra*, *H. nobilis*, *Actinopyga miliaris*, *Actinopyga* sp., *H. cinerescens* et *Holothuria* sp. Les subdivisions secondaires des communautés établissent une distinction entre la portion nord de la côte de la mer d'Arabie et sa portion la plus méridionale (Dhofar). Dans la mer d'Oman, les communautés d'holothuries de la portion centrale du golfe (Muscat) se distinguent de celles des régions du nord et du sud (figure 3). La communauté d'holothuries qui se trouve près de l'île de Mahout paraît relativement distincte de celles de la mer d'Arabie et de la mer d'Oman.

## Discussion

La faune des holothuries d'Oman est un sous-ensemble quelque peu appauvri de la faune tropicale de l'océan Indien (Rowe et Richmond, 2004 ; Samyn, 2003). La plupart des genres (et sous-genres) d'Aspidochirotida sont représentés, à l'exception des genres *Bohadschia* et *Thelenota*. On a également relevé la présence de certaines espèces inhabituelles comme le *Holothuria arenacava* « fousseur » (Samyn *et al.*, 2001), observé jusqu'à présent uniquement dans les communautés coralliennes d'Afrique orientale. Les habitudes d'enfouissement de cette espèce et sa ressemblance superficielle avec le *H. leucospilota*, une espèce abondante, compliquent considérablement son identification sur le terrain et conduisent probablement à une forte sous-estimation des nombres signalés ailleurs dans l'ouest de l'océan Indien. Par ailleurs, seul le *H. scabra* et, dans une moindre mesure, le *H. atra* (dans la même région, et en remplacement du *H. scabra*) font l'objet d'une exploitation dans le pays (Al-Rashdi *et al.*, 2007a). Le *H. scabra* est malheureusement presque disparu de son aire de répartition très limitée après seulement quelques années d'exploitation anarchique (Al-Rashdi et Claereboudt, 2010), mettant ainsi en lumière la nécessité d'adopter des méthodes de gestion plus rigoureuses de la pêche des holothuries.

La découverte la plus remarquable de la présente étude est celle de la différence importante qui existe entre la mer d'Oman et la mer d'Arabie en ce qui a trait à la structure des communautés d'holothuries (figure 4). Cette différence n'est pas surprenante étant donné l'effet saisonnier important de la mousson sur les habitats côtiers de la mer d'Arabie (Barratt, 1984).

Des observations semblables ont été faites concernant d'autres groupes d'organismes marins. Les communautés de coraux scléactiniaires, par exemple, sont moins riches dans la mer d'Oman et le golfe Persique que dans la mer d'Arabie (Sheppard, 1998), et les algues macroscopiques laissent constater un écart très semblable dans leur répartition géographique entre la mer d'Arabie et la mer d'Oman à Ras-Al-Hadd (Schils et Wilson, 2006). Deux des espèces d'holothuries photographiées et prélevées dans le cadre de notre étude ne correspondaient pas à des espèces connues des eaux peu profondes de l'océan Indien occidental (figures 2B et 2D) ; il pourrait s'agir de nouvelles espèces (des études taxonomiques et génétiques sont en cours). Malgré sa très petite superficie (seulement 600 km de côte) et le caractère limité des inventaires dont elle a fait l'objet, la région du sud d'Oman s'est montrée riche en espèces endémiques — par exemple, des étoiles de mer comme le *Ferdina sadhensis* et le *Patiriella paradoxa*, le poisson-clown *Amphiprion omanensis* (Randall, 1995), l'ormeau *Haliotis mariae* (Bosch *et al.*, 1995), le poisson-perroquet *Scarus zhoifar* (Randall, 1995) et le corail *Porites decasepta* (Claereboudt, 2006). Malgré leur caractère endémique, ces espèces sont presque toutes relativement communes dans leur aire de répartition limitée.

La communauté isolée de l'île de Mahout (figure 1 ; Mah) résulte vraisemblablement de l'effet, sur l'évolution de la faune, des vastes herbiers de faible profondeur et du récif corallien peu étendu qui caractérisent cette zone. C'est le seul endroit de toute la région inventoriée où on a trouvé des *Holothuria scabra*, et il renferme également

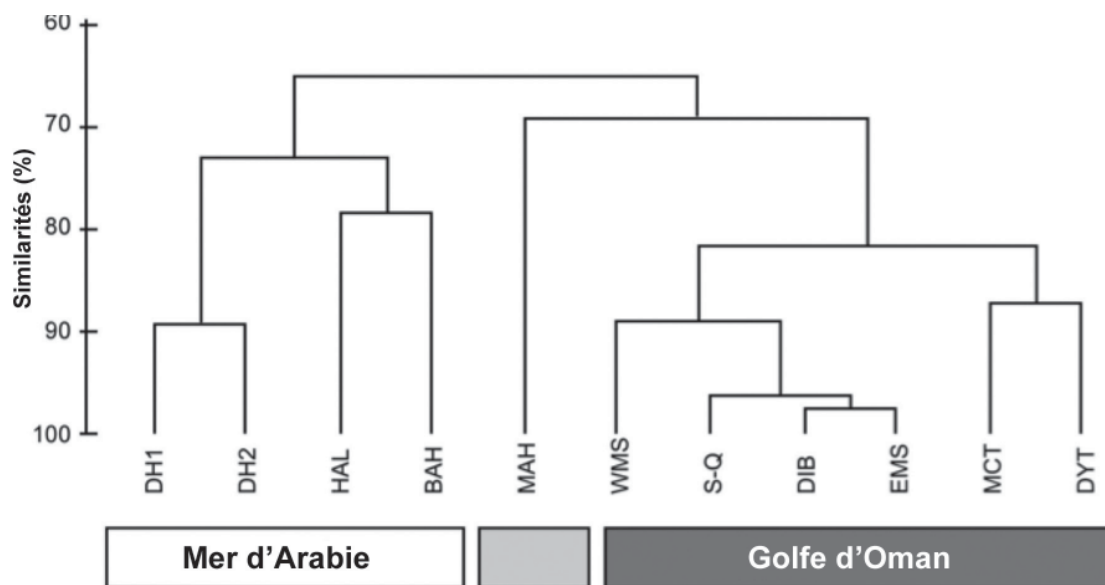


Figure 4. Dendrogramme de l'analyse typologique des communautés d'holothuries de la côte d'Oman. Les similarités ont été mesurées à l'aide de l'indice de Bray-Curtis.

la seule population d'holothuries d'Oman faisant l'objet d'une pêche artisanale. D'autres espèces présentant une valeur commerciale élevée (*H. nobilis*) ou moyenne (*Stichopus variegatus*) ont été repérées, mais elles ne semblent pas faire l'objet d'une pêche. Le *H. nobilis* est si rare qu'il ne saurait se prêter à la moindre exploitation, tandis que le *S. variegatus* est relativement commun tant dans la mer d'Oman que dans la mer d'Arabie et pourrait faire l'objet d'une pêche, sous des conditions de gestion très rigoureuses.

### Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet intitulé « Diversity, Stocks and Feasibility of Sea Cucumber Aquaculture in Oman » financé par le Fonds de recherche halieutique du Sultanat d'Oman. Nous remercions les agents du Ministère des ressources halieutiques de la région du Dhofar pour l'aide qu'ils nous ont prodiguée pendant le travail de terrain.

### Bibliographie

- Al-Rashdi K.M. and Claereboudt M.R. 2010. Signes d'une surpêche aiguë des ressources en holothuries dans le Sultanat d'Oman. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 30:10–13.
- Al-Rashdi K.M., Al-Busaidi S.S. and Al-Rassadi I.H. 2007a. État de la ressource en holothuries dans le Sultanat d'Oman. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 25:17–21.
- Al-Rashdi K.M., Claereboudt M.R. and Al-Busaidi S.S. 2007b. Density and size distribution of the sea cucumber, *Holothuria scabra* (Jaeger, 1935), at six exploited sites in Mahout Bay, Sultanate of Oman. *Agricultural and Marine Sciences* 12:43–51.
- Barratt L. 1984. Ecological study of rocky shores on the south coast of Oman. *Kowait Action Plan*. 127 p.
- Bosch D.T., Dance S.P., Moolenbeek R.G. and Oliver P.G. 1995. *Seashells of eastern Arabia*. Motivate Publishing, Dubai.
- Braun-Blanquet J. 1932. *Plant sociology: The study of plant communities*. McGraw-Hill Book Company, New York. 439 p.
- Campbell A.C. 1988. The echinoderm fauna of Dhofar (southern Oman) excluding Holothuroidea. p. 369–378. In: Burke R.D., Mladenov P.V. and Lambert P. (eds). *Sixth International Echinoderm Conference*. Balkema, Victoria, Canada.
- Claereboudt M.R. 2006. *Porites decasepta* Nov. Sp. a new species of corals (Scleractinia, Poritidae) from the Arabian Sea coast of Oman. *Zootaxa* 1188:55–62.
- Clark A.M. and Rowe F.W.E. 1971. *Monograph of shallow-water Indo-West Pacific echinoderms*. Trustees of the British Museum (Natural History), London, 238+XXXI plates p.
- Clarke K.R. and Gorley R.N. 2006. *Primer V6: User Manual/Tutorial*. Primer-E, Plymouth.
- Fritz H.M., Blount C.D., Albusaidi F.B. and Al-Harthy A.H.M. 2010. Cyclone Gonu storm surge in Oman. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86:102–106.
- Price A.R.G. 1982. Echinoderms of Saudi Arabia. Comparison between Echinoderm faunas of Arabian Gulf, SE Arabia, Red Sea and Gulfs of Aqaba and Suez. *Fauna of Saudi Arabia* 4:3–21.
- Price A.R.G. 1983. Echinoderms of Saudi Arabia. Echinoderm of the Arabian Gulf coast of Saudi Arabia. *Fauna of Saudi Arabia* 5:28–108.
- Randall J.E. 1995. *Coastal fishes of Oman*. Crawford House Publishing, Bathurst, Australia. 440 p.
- Richlen M.L., Morton S.L., Jamali E.A., Rajan A. and Anderson D.M. 2010. The catastrophic 2008–2009 red tide in the Arabian Gulf region, with observation on the identification and phylogeny of the fish-killing dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides*. *Harmful Algae* 9:163–172.
- 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* 38:3273–3314.
- Samyn Y. 2003. Shallow-water Holothuroidea (Echinodermata) from Kenya and Pemba Island (Tanzania). *Studies in Afrotropical Zoology* 29:1–158.
- Samyn Y., Massin C. and Muthiga N.A. 2001. A new species of *Holothuria* (Aspidochirotida, Holothuriidae) from Kenya. *Annales du Museum Royal d'Afrique Centrale* 285:101–110.
- Samyn Y., Vandenspiegel D. and Massin C. 2006. Taxonomie des holothuries des Comores. *Abc Taxa* 1:1–130.
- Schils T. and Wilson S.C. 2006. Temperature threshold as a biogeographic barrier in northern Indian Ocean macroalgae. *Journal of Phycology* 42:749–756.
- Sheppard C.R.C. 1998. Biodiversity patterns in Indian Ocean corals and effects of taxonomic error in data. *Biodiversity and Conservation* 7:847–868.
- Sheppard C.R.C. and Sheppard A.L.S. 1991. Corals and coral communities of Arabia. *Fauna of Saudi Arabia* 12:1–171.



## Première observation d'un grand groupe d'holothuries juvéniles (*Holothuria leucospilota*) dans une nourricerie de Manado (Sulawesi nord, Indonésie)

Coralie Taquet,<sup>1\*</sup> Fakhrizal Setiawan,<sup>2</sup> Nina Yasuda,<sup>3</sup> Suharsono<sup>4</sup> et Kazuo Nadaoka<sup>1</sup>

### Introduction

L'holothurie noire, *Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota*, est une holothurie tropicale largement répandue dans les zones récifales peu profondes (p. ex., platiers récifaux, lagons côtiers peu profonds, herbiers marins) tropicales et subtropicales de la région Indo-Pacifique, y compris dans la mer Rouge (Conand, 1998 ; Samyn *et al.*, 2006 ; Conand, 2008). Comme les coquilles d'ormeaux et les ailerons de requin, les holothuries constituent à la fois un produit traditionnel et une ressource commerciale qui pourrait présenter une valeur importante pour les populations côtières. Outre leur valeur commerciale pour l'alimentation, les holothuries pourraient également présenter un intérêt à cause de leurs propriétés biotechnologiques (Xing et Chia 2000 ; Tamori *et al.*, 2006 ; Han *et al.*, 2007 ; Lawrence *et al.*, 2010).

La surpêche du *H. leucospilota* suscite des préoccupations à l'échelle mondiale. Cette espèce fait partie des quelque 60 espèces d'holothuries (des zones tempérées et tropicales) qui constituent l'essentiel des pêcheries d'holothuries du monde (Lovatelli *et al.*, 2004 ; Purcell *et al.*, 2010 ; Uthicke *et al.*, 2010). Il est essentiel, à cet égard, d'assurer la préservation de ces échinodermes. Le *H. leucospilota* partage avec d'autres aspidochirotidés deux modes de reproduction distincts — 1) reproduction sexuée, dioïque, fécondation externe, et stade larvaire planctonique (Purwati et Luong-van, 2003 ; Drumm et Loneragan, 2005 ; Gaudron *et al.*, 2008 ; Kohler *et al.*, 2009) ; 2) reproduction asexuée par scission transversale (Conand *et al.*, 1997 ; Purwati, 2004 ; Purwati et Dwiono, 2005) — dont l'utilité pour l'aquaculture et le réensemencement a fait l'objet de diverses études (Purwati et Dwiono 2005).

La diversité des écosystèmes de récifs coralliens en Asie du Sud-Est et dans le Pacifique occidental (SEA-WP) suscite un énorme intérêt tant du point de vue de la préservation de la biodiversité mondiale que de celui du développement des collectivités (humaines) locales. Or, ces écosystèmes sont aujourd'hui gravement menacés par divers facteurs, y compris les incidences des activités humaines sur l'environnement et le changement climatique à l'échelle mondiale. Les récifs coralliens d'îles distinctes sont parfois considérés comme des entités indépendantes en raison, surtout, des possibilités limitées de

déplacement des organismes marins adultes. Toutefois, le cycle biologique de plusieurs de ces espèces — par exemple, les holothuries — comporte une phase larvaire pélagique, et il existe donc une possibilité d'échanges d'organismes et d'espèces entre les divers écosystèmes insulaires. Un plan de gestion global reste donc nécessaire même dans le cas d'une région parsemée d'îles. Toutefois, la mise en œuvre d'un tel plan à l'intérieur de la région SEA-WP nécessite une coordination internationale.

Le projet de connectivité SEA-WP dirigé par Kazuo Nadaoka (Taquet *et al.*, 2009) vise à fournir des informations utiles sur les tendances de dispersion des larves et sur la connectivité des récifs qui serviront à délimiter les zones qui pourraient devenir des aires marines protégées (AMP). Dans la présente étude, nous avons retenu à cette fin deux démarches expérimentales : simulation numérique de la dispersion des larves et étude de la génétique des populations. La seconde de ces démarches demande un vaste travail de collecte d'échantillons de tissus afin d'établir correctement la connectivité génétique des organismes dans la région SEA-WP. Nous avons réalisé une campagne d'échantillonnage dans plusieurs sites indonésiens qui nous a permis de formuler d'autres observations. Nous décrivons dans le présent article un important rassemblement de juvéniles du *H. leucospilota*, et formulons certaines hypothèses à cet égard.

### Résultats et discussion

Nous avons exploré les environs de Manado (Sulawesi nord) en mai 2010, et visité Pantai Kalinaun (figure 1), du côté est de la péninsule de Manado, au nord de Bitung. Nous avons observé à cette occasion un grand nombre de petites holothuries noires dans un herbier marin (espèce principale : *Thalassia* sp.) sur substrat de sable et de débris coralliens (figures 2B et D). Sauf pour la taille, ces holothuries présentaient une morphologie correspondant exactement à celle du *Holothuria leucospilota* (Conand, 1998 ; Samyn *et al.*, 2006 ; Conand, 2008) : corps long et noir, légèrement piriforme lorsque contracté ; tégument très fin et lisse, et éjection de tubes de Cuvier. Elles présentaient en outre certaines caractéristiques (p. ex., réaction et texture au toucher) que l'on observe d'ordinaire chez les *H. leucospilota* adultes à d'autres sites (figure 3). Ces observations nous ont portés à conclure

<sup>1</sup> Département de mécanique et d'informatique environnementale, École supérieure des sciences et du génie de l'information, Institut de technologie de Tokyo. Courriel : coralie.taquet@gmail.com.

<sup>2</sup> Wildlife Conservation Society (WCS), Programme indonésien des ressources marines, Jl. Toar No. 20 Kec. Wenang, Kel. Bumi Beringin, Kota Manado 95113, Sulawesi Utara, Indonésie.

<sup>3</sup> Institut national de recherche sur les pêches et l'environnement de la mer intérieure, Maruishi 2-17-5, Hatsukaichi, Hiroshima 739-0452, Japon.

<sup>4</sup> Centre de recherche en océanographie, Institut indonésien des sciences (LIPI), Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta 11048, Indonésie.

\* Auteur correspondant: C. Taquet; Tél: (+81)3-5734-2949 Fax: (+81)3-5734-2650; Courriel: coralie.taquet@gmail.com



**Figure 1.** Pantai Kalinaun (1°38'0.04"N, 125° 9'2.62"E), région de Manado, Sulawesi nord, Indonésie (source: ©Google Earth).

que nous étions en présence de juvéniles du *H. leucospilota* (figures 2A et C). Nous savons en effet que les adultes de cette espèce atteignent une longueur moyenne d'environ 35 cm (Conand, 1998 ; Kohler *et al.*, 2009), alors que les spécimens observés à Pantai Kalinaun avaient un corps incurvé d'une longueur variant entre 1,5 et 3,5 cm (longueur moyenne de 2,37 cm, calculée à partir d'un échantillon de 35 spécimens capturés dans l'herbier — voir figure 4). Ces valeurs de la longueur sont conformes à celles obtenues antérieurement sur des *H. leucospilota*

juvéniles (Shiell, 2004). De plus, le ratio de la longueur sur le diamètre était semblable à celui des adultes, et l'absence d'une « cicatrice » de scission à l'une ou l'autre des extrémités du corps donnait à conclure que ces holothuries étaient issues d'une reproduction sexuée, plutôt qu'asexuée.

Contrairement à la plupart des cas d'observation d'holothuries juvéniles signalés dans la documentation scientifique (Shiell, 2004), aucun adulte n'a été observé dans



**Figure 2.** Juvéniles du *Holothuria leucospilota* observés à Pantai Kalinaun, région de Manado, Sulawesi nord, Indonésie (photographies de Coralie Taquet).



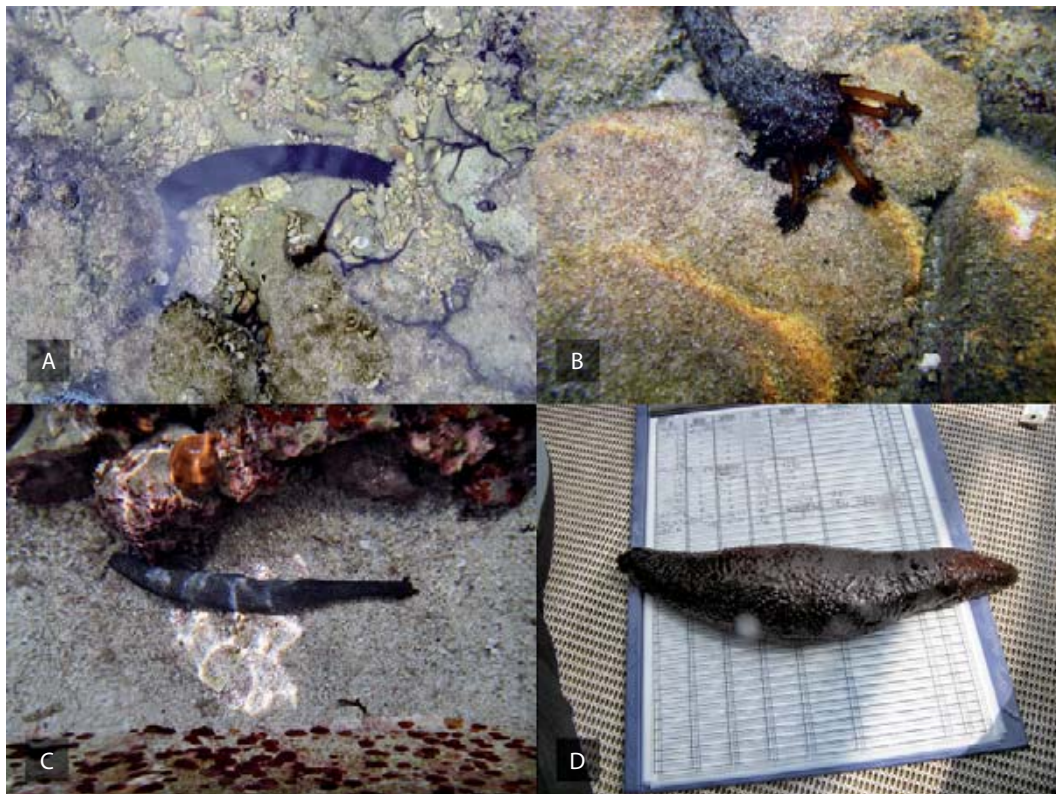


Figure 3. Adultes du *Holothuria leucospilota* (photographies : Coralie TAQUET). Les photos A, B et D ont été prises au parc marin de Kenting (Taiwan) ; la photo C a été prise à Vairao, Tahiti (Polynésie française).

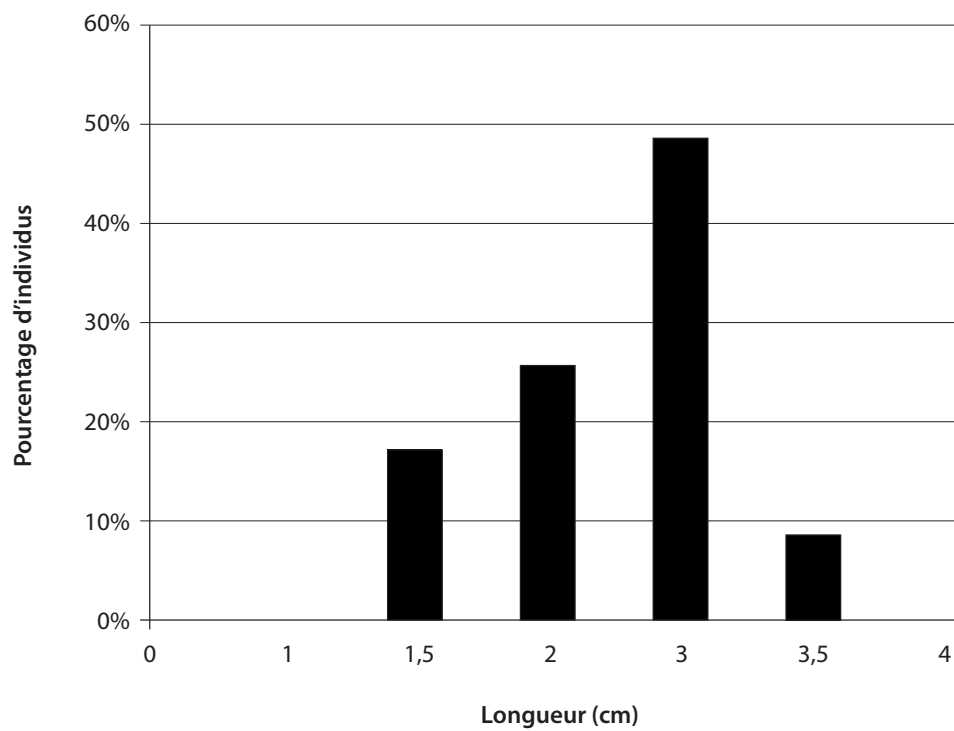


Figure 4. Distribution de la longueur du corps de 35 *H. leucospilota* juvéniles à la nurricerie de Pantai Kalinaun (Manado, Sulawesi nord, Indonésie).



les environs à Pantai Kalinaun. La faune d'holothuries de ce petit habitat (environ 50 x 40 m) était constituée presque exclusivement de *H. leucospilota* juvéniles. Nous avons estimé la densité moyenne des juvéniles présents dans cette zone à environ 100 par mètre carré, ce qui correspondrait en gros à une population totale d'environ 200 000 holothuries pour l'ensemble de cet habitat. Il s'agit d'un nombre considérable étant donné la rareté des juvéniles de cette espèce (réputée se reproduire par voie asexuée) observés jusqu'à présent (Purwati et Luong-van, 2003). Plusieurs auteurs font toutefois état de signes traduisant une activité de reproduction dans divers autres sites (Purwati et Luong-van, 2003 ; Purwati, 2004 ; Drumm et Loneragan, 2005 ; Gaudron *et al.*, 2008 ; Kohler *et al.*, 2009). Compte tenu des nombres relativement faibles de juvéniles signalés dans certains autres sites (Shiell, 2004), la forte concentration de juvéniles observée à Pantai Kalinaun nous pousse à conclure que nous avons affaire à une véritable « nourricerie ».

Cette observation a été effectuée le 15 mai 2010, entre 15 h 00 et 17 h 00, et coïncidait avec une marée montante de vive eau. Les holothuries se trouvaient à une profondeur d'environ 50 cm. En dépit de l'insuffisance des informations disponibles concernant la durée du stade larvaire et la croissance de ces holothuries dans leur milieu naturel, nous sommes portés à croire que ces juvéniles pourraient avoir été produits lors de la période de ponte antérieure, de janvier à avril (Purwati et Luong-van 2003 ; Drumm et Loneragan 2005 ; Gaudron *et al.*, 2008). S'agissant de l'origine géographique de ces nouvelles recrues, plusieurs hypothèses peuvent être formulées compte tenu de la complexité des courants marins de la région indonésienne (Sprintall *et al.*, 2004). D'une part, il est possible qu'elles soient venues simplement de sites voisins puisque nous avons relevé la présence de *H. leucospilota* adultes dans l'ensemble du secteur de Manado. D'autre part, elles auraient également pu provenir de l'île de Mindanao (Philippines), du nord du Kalimantan (Indonésie) ou de Sulawesi nord (Indonésie), et avoir été transportées par le système de la connexion Indo-Pacifique (« Indonesian Through-Flow » ou ITF) et du contre-courant des Célèbes (Aditya R. Kartadikaria, étudiant-doctorant, Institut de technologie de Tokyo, comm. pers.). Cette question pourrait être éclaircie par l'analyse génétique des recrues et, plus particulièrement, par une comparaison avec des sujets provenant d'autres sites de la région de Manado ou d'ailleurs en Indonésie (p. ex., Derawan, Bontang) et aux Philippines (Taquet *et al.*, en préparation).

## Conclusion

L'étude d'une grande nourricerie de *H. leucospilota* pourrait fournir des informations sur la reproduction sexuée de cette espèce, qui joue un rôle essentiel dans le maintien de la diversité génétique. Une telle étude permettrait également d'évaluer les facteurs qui influent sur la fixation et la survie des holothuries juvéniles. Ce dernier point revêt également une importance dans le contexte de la surpêche des holothuries à l'échelle mondiale puisqu'on pourrait ainsi faciliter le rétablissement des stocks par le biais de lâchers de juvéniles obtenus en éclosion dans le milieu naturel ou de la mise en place de réseaux d'AMP.

## Remerciements

Cette étude a été effectuée dans le cadre du projet de connectivité SEA-WP (directeur : Kazuo Nadaoka, Institut de technologie de Tokyo, Japon). Elle a été financée par le Fonds de recherche pour l'environnement mondial (Global Environment Research Fund — D-0802) du Ministère de l'environnement du Japon, et par une subvention de recherche de la Société japonaise pour la promotion des sciences (JSPS) (A) (N° 21254002). Nous remercions les membres de l'équipe du laboratoire de Nadaoka (Institut de technologie de Tokyo) et de l'Institut national de recherche sur les pêches et l'environnement de la mer intérieure (Agence de recherche halieutique du Japon), ainsi que nos collaborateurs indonésiens (Wildlife Conservation Society ; Institut indonésien des sciences (LIPI) – Centre de recherche en océanographie ; Ministère d'État à la recherche et à la technologie (RISTEK)) qui ont pris une part active aux campagnes d'échantillonnage en Indonésie. Merci enfin au professeur Chantal Conand pour les observations et suggestions formulées concernant le présent article.

## Bibliographie

- Conand C. 1998. Holothurians. p. 1157–1190. In: Carpenter K.E., Niem V.H. (eds). The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. FAO, Rome. 4218 p.
- Conand C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. p. 143–193. In: Toral-Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds). Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. FAO, Rome.
- Conand C., Morel C. and Mussard R. 1997. Une nouvelle observation de reproduction asexuée chez les holothuries : scission dans des populations de *Holothuria leucospilota* à La Réunion, Océan Indien. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 9:5–11.
- Drumm D.J. and Loneragan N.R. 2005. Reproductive biology of *Holothuria leucospilota* in the Cook Islands and the implications of traditional fishing of gonads on the population. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 39:141–156.
- Gaudron S.M., Kohler S.A. and Conand C. 2008. Reproduction of the sea cucumber *Holothuria leucospilota* in the Western Indian Ocean: biological and ecological aspects. Invertebrate Reproduction and Development 51:19–31.
- Han H., Yi Y.H., Li L., Wang X.H., Liu B.S., Sun P. and Pan M.X. 2007. A new triterpene glycoside from the sea cucumber *Holothuria leucospilota*. Chinese Chemical Letters:161–164.
- Kohler S., Gaudron S.M. and Conand C. 2009. Reproductive Biology of Actinopyga echinites and Other Sea Cucumbers from La Réunion (Western Indian Ocean): Implications for Fishery Management. Western Indian Ocean J. Mar. Sci. 8:97–111.

- Lawrence A.J., Afifi R., Ahmed M., Khalifa S. and Paget T. 2010. Bioactivity as an options value of sea cucumbers in the Egyptian Red Sea. *Conservation Biology* 24:217–225.
- Lovatelli A., (comp./ed.), Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. 2004. *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO, Rome.
- Purcell S.W., Lovatelli A., Vasconcellos M. and Yimin Y. 2010. *Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper n°520, Rome.
- Purwati P. 2004. La scissiparité chez *Holothuria leucospilota* dans les eaux tropicales de Darwin (Territoire du Nord de l’Australie). *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 20:26–33.
- Purwati P. and Dwiono S.A.P. 2005. Induction de la scission chez les holothuries indonésiennes. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 22:11–13.
- Purwati P. and Luong-van J.T. 2003. Sexual reproduction in a fissiparous holothurian species, *Holothuria leucospilota* Clark 1920 (Echinodermata: Holothuroidea). *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 18:33–38.
- Samyn Y., VandenSpiegel D. and Massin C. 2006. Taxonomie des holothuries des Comores. *Abc Taxa*, 1, 130 p.
- Shiell G. 2004. Observations in situ de juvéniles d’holothuries. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 20:6–11.
- Sprintall J., Wijffels S., Gordon A.L., Field A., Molcard R., Susanto R.D., Soesilo I., Sopaheluwakan J., Surachman Y. and van Aken H.M. 2004. INSTANT: A New International Array to Measure the Indonesian Throughflow. *Eos* 85:369–376.
- Tamori M., Yamada A., Nishida N., Motobayashi Y., Oiwa K., Motokawa T. 2006. Tensilin-like stiffening protein from *Holothuria leucospilota* does not induce the stiffest state of catch connective tissue. *The Journal of Experimental Biology* 209:1594–1602.
- Taquet C., Nadaoka K., Sasai Y., Miyazawa Y., Nagai S., Yasuda N., Kartadikaria A.R. 2009. Genetic and ecological approaches of regional reef connectivity in the South-East Asia and West Pacific region: the SEA-WP project. p. 184. In: Dittmann S, Hall N, Loo M (eds). *Australian Marine Sciences Association 46th Annual Conference (AMSA2009)*. Flinders University Printery, Adelaide, South Australia.
- Uthicke S., Byrne M., Conand C. 2010. Genetic barcoding of commercial Bêche-de-mer species (Echinodermata: Holothuroidea). *Molecular Ecology Resources* 10:634–646.
- Xing J. and Chia F-S 2000. Opsonin-like molecule found in coelomic fluid of a sea cucumber, *Holothuria leucospilota*. *Marine Biology* 136: 979–986.

## Reproduction et élevage des larves de l'holothurie *Holothuria leucospilota* Brandt (*Holothuria vegabunda* Selenka) dans le nord du golfe persique (Iran)

Abdul-Reza Dabbagh,<sup>1\*</sup> Mohammad Reza Sedaghat,<sup>2</sup> Hussein Rameshi<sup>2</sup> et Ehsan Kamrani<sup>1</sup>

### Résumé

Nous avons induit la ponte d'œufs chez l'holothurie *Holothuria leucospilota* en combinant deux méthodes : projection d'un jet d'eau ou stimulation thermique. Les larves ont été nourries d'algues unicellulaires et d'extrait de *Sargassum* ; elles ont atteint le stade des petits juvéniles au bout de 33 jours. Le taux de survie au stade juvénile s'établissait à 4,2 %.

### Introduction

Dans une monographie sur les échinodermes faisant partie de la série « Faune d'Iran », Heding (1940) recense 17 espèces d'holothuries vivant dans les eaux de la côte iranienne (tableau 1). L'holothurie *H. leucospilota* est une espèce commerciale de peu de valeur (Toral-Granda, 2006). Sa période de ponte s'étend habituellement sur plusieurs mois (Jayasree et Bhavanabayana, 1994 ; Drumm et Loneragan, 2005).

En Iran, les holothuries sont produites uniquement en élevages mixtes avec des crevettes, Amini Rad (2004) ayant démontré l'existence d'une synergie positive entre les deux types d'organismes. Aucune étude n'a porté jusqu'à maintenant sur les techniques viables de récolte et de propagation des holothuries d'intérêt commercial en Iran. La présente étude cherche à adapter à l'élevage du *H. leucospilota* des méthodes utilisées ailleurs pour l'élevage de l'holothurie des sables (*H. scabra*). Il s'agit du premier rapport d'un élevage réussi de larves du *H. leucospilota* réalisé en Iran.

### Matériel et méthodes

Des plongeurs équipés de masques et de tubas ont recueilli les géniteurs à marée basse, à une profondeur variant de 0,5 à 1,5 m, sur la côte nord du golfe Persique à Bandar-e Bostaneh, au cours de l'été 2009. Les holothuries ont été transportées en voiture à la station de recherche sur les mollusques du golfe Persique de Bandar-e Lengeh, dans la province d'Hormozgan (Iran). Nous avons utilisé les méthodes d'élevage décrites par Agudo (2006). Dix holothuries étaient placées dans une cuve de 500 litres au fond recouvert d'une couche de 8 cm de sable. L'eau de mer filtrée à 1µm et stérilisée par UV était changée quotidiennement.

Deux méthodes d'induction de la ponte ont été utilisées :

a) Choc thermique. Ajout d'eau de mer chauffée afin d'augmenter la température de l'eau du bac de ponte de 5°C. Les géniteurs étaient exposés à ces conditions pendant 1 heure.

Tableau 1. Dix-sept espèces d'holothuries recensées dans le golfe Persique.

Espèce	Valeur commerciale
1 <i>Aphelodactyla iranica</i> Heding	
2 <i>Colochirus loppenthini</i> Heding	
3 <i>Halodeima atra</i> Jager	Faible
4 <i>H. impatientis</i> Forskal	Faible
5 <i>H. monacaria</i> Lesson	
6 <i>H. ocellata</i> Jager	
7 <i>H. paradalis</i> Selenka	Faible
8 <i>H. parva</i> Lampert	Faible
9 <i>H. spinifera</i> Theel	
10 <i>H. leucospilota</i> Selenka	Faible
11 <i>Protankyra magnihamulae</i> Heding	
12 <i>P. pseudo-digitata</i> Semper	
13 <i>Stichopus variegatus</i> Semper	Moyenne
14 <i>Stolus sacellus</i> Selenka	
15 <i>Thorsonia fusiformis</i> Heding	
16 <i>Thyone festina</i> Koehler et Vaney	
17 <i>T. dura</i> Koehler et Vaney	

b) Exposition combinée à un jet d'eau et au choc thermique. Les holothuries étaient placées dans le bac de ponte à une profondeur de 2 cm pendant 40 minutes, puis arrosées d'un puissant jet d'eau de mer pendant 20 minutes. On augmentait ensuite la température de l'eau de 5°C pendant 1 heure. Un couvercle était placé sur le bac en attendant la ponte. Les œufs pondus étaient laissés dans le bac pendant une heure pour être fécondés par le sperme des mâles.

<sup>1</sup> Département de biologie marine et halieutique, Université d'Hormozgan, B.P. 3995, Bandar Abbas, Iran.

<sup>2</sup> Station de recherche sur les mollusques du golfe Persique, Bandar-e Lengeh, Iran.

\* Auteur correspondant: RezaDabbagh@yahoo.com



Les œufs étaient ensuite siphonnés délicatement sur un tamis de 80- $\mu\text{m}$ , et transférés soigneusement dans des seaux d'eau propre de 10 L. Pour estimer la densité des œufs, on agitait délicatement l'eau des seaux pour obtenir une distribution uniforme des œufs. Trois sous-échantillons de 1 ml étaient prélevés, et les œufs étaient comptés sous microscope à l'aide d'une cellule à numération. On procédait ensuite au calcul de la densité moyenne. Le taux d'éclosion était par la suite estimé en divisant le nombre de larves au stade auricularia par le nombre d'œufs.

Les larves étaient conservées dans une cuve de 300 L remplie d'eau de mer filtrée à 1 $\mu\text{m}$  et stérilisée par UV (29 °C ; taux de salinité de 40 ppm), à une densité de 0,15 larve par millilitre. On a commencé à les nourrir au jour 3 de *Isochrysis* sp., et ce régime a par la suite été remplacé par un mélange d'algues (*Chaetoceros muelleri*, *C. calcitrans*, *Tetraselmis* sp.) dont la densité a graduellement été portée de 20 000 à 40 000 cellules par millilitre. L'eau du bac était renouvelée complètement tous les deux jours par siphonnage à travers un tamis dans un seau (figure 1). Les données sur la croissance et la survie étaient fondées sur trois sous-échantillons prélevés sur le tamis à cette occasion.



Figure 1. Siphonnage de l'eau du bac à travers un tamis.

Les larves étaient nourries de microalgues unicellulaires jusqu'à atteindre le stade final d'auricularia. À l'apparition des larves du stade doliolaria, des plaques de fixation en fibre de verre enduites d'extrait de *Sargassum* étaient installées afin d'induire la métamorphose au stade pentactula. L'extrait de *Sargassum* sp. était ajouté tous les jours dans l'eau où baignaient ces plaques (dans une cuve séparée) de manière qu'elles soient recouvertes d'une mince couche d'algues. Ces plaques étaient ensuite transférées dans le bac des larves (figure 2). Après deux jours, l'examen du tamis utilisé lors du renouvellement complet de l'eau du bac ne laissait plus constater aucune larve doliolaria (stade non trophique). Au bout de quelques jours, les larves pentactula étaient formées. À ce stade, elles étaient nourries quotidiennement d'extrait de *Sargassum*.



Figure 2. Plaques de fixation placées dans le bac des larves.

## Résultats

Seule la combinaison du traitement au jet d'eau et du choc thermique a permis d'induire la ponte chez les géniteurs utilisés. Les mâles ont émis leur sperme au bout d'une heure, et une femelle a pondu environ 45 000 œufs dix minutes plus tard. Nous avons obtenu 35 000 larves au stade initial d'auricularia (figure 3). Le taux d'éclosion s'est établi à 77,7 %. Le tableau 2 ci-dessous indique le temps requis par les larves pour atteindre le stade juvénile.

Tableau 2. Développement du *H. leucospilota*, de la fécondation au stade juvénile de 1 mm (n.d. = données non disponibles).

Stade	Temps
Fécondation	0
Fin de gastrula	3 j
Stade initial d'auricularia	4-11 j
Stade intermédiaire d'auricularia	12-14 j
Stade final d'auricularia	17-21 j
Doliolaria	22-27 j
Stade initial de pentactula	n.d.
Fixation (métamorphose achevée)	n.d.
Juvénile, 1mm (figure 4)	33 j

Après 17 à 21 jours passés dans le bac, les larves avaient atteint le stade final d'auricularia (figure 4). Les larves de ce stade sont transparentes, en forme de chausson, et possèdent des bandes ciliées et jusqu'à 10 nodules hyalins ; elles ont une longueur moyenne de 1 100  $\mu\text{m}$ , et les nodules ont un diamètre de 85  $\mu\text{m}$ .

Les larves auricularia se sont métamorphosées en larves doliolaria (pélagiques, non trophiques) au vingt-deuxième jour. Ces larves étaient brun foncé, en forme de



Figure 3. *Holothuria leucospilota* au stade initial d'auricularia.



Figure 4. *Holothuria leucospilota* au stade final d'auricularia.

tonneaux, et munies de cinq bandes ciliées ; elles avaient une longueur moyenne de 590 µm, et les nodules hyalins avaient un diamètre de 69 µm.

### Discussion

La reproduction et l'élevage des larves n'ont été effectuées avec succès qu'avec quelques espèces d'holothuries (Laxminarayana, 2005). Laxminarayana fait également état d'expériences d'élevage de juvéniles du *Apostichopus japonicus* réalisées au Japon et en Chine il y a plus de 60 ans. Les études actuelles mettent principalement l'accent sur la reproduction et l'élevage d'espèces commerciales d'holothuries. Ramofafia *et al.* (2003) ont étudié le développement de trois espèces commerciales : *Holothuria scabra*, *H. fuscogilva* et *Actinopyga mauritiana*. Hamel *et al.* (2003) décrivent le développement des larves du *Isostichopus fuscus*. James (2004) a élevé des *H. scabra* en Inde. Enfin, Laxminarayana (2005) décrit la reproduction et l'élevage de larves du *H. atra* à Maurice. On a utilisé la stimulation thermique pour obtenir des œufs fécondés de *H. atra* (Laxminarayana, 2005) et de *H. scabra* (James, 2004 ; Ivy et Giraspy, 2006).

L'holothurie *H. leucospilota* n'avait fait l'objet jusqu'à présent d'aucun projet connu de reproduction et d'élevage. Un régime constitué de diverses espèces d'algues — y compris *Rhodomonas salina*, *Chaetoceros calcitrans*, *C. mulleri*, *Tetraselmis chui*, *Isochrysis galbana* et *Pavlova lutheri* — a été utilisé pour l'élevage du *H. scabra* en Australie (Ivy et Giraspy, 2006). Laxminarayana (2005) a nourri des larves du *H. atra* avec des algues unicellulaires (par exemple, *I. galbana* et *C. calcitrans*), de l'extrait d'algues et des aliments artificiels. Xiyin *et al.* (2004) ont utilisé des films en polyéthylène pour la fixation des larves doliolaria du *Apostichopus japonicus*. On a également utilisé des carreaux à surface rugueuse et d'autres substrats durs et des aliments disponibles sur place pour induire la métamorphose de larves doliolaria en larves pentactula (James, 2004).

Laxminarayana (2005) indique qu'en règle générale, les larves du *H. atra* élevées dans des conditions de salinité de 34 à 36 ppm ont atteint le stade pentactula au bout de 20 jours. Dans la présente étude, les larves élevées dans des conditions de salinité de 40 ppm ont atteint le stade doliolaria au bout de 22 jours. Cette croissance plus lente était probablement due à la salinité élevée de l'eau qui caractérise le golfe Persique. Comme l'élevage d'holothuries n'avait jamais été tenté dans notre région, nous avons connu certaines difficultés — par exemple, dans la préparation des plaques de fixation avec l'extrait de *Sargassum*, et la détermination de la densité de cet extrait. Par ailleurs, comme les larves pentactula avaient une couleur orangée, nous avons eu du mal à les distinguer des juvéniles sur les plaques. Nous souhaitons à l'avenir tirer parti de l'expérience acquise dans cette étude pour mettre au point une méthode de culture d'espèces d'holothuries commerciales.

### Bibliographie

- Agudo N. 2006. Sandfish hatchery techniques. New Caledonia: ACIAR, SPC and the WorldFish Center. 45 p.
- Amini Rad T. 2004. Determination of the effects in co-culture between shrimp and sea cucumbers on the growth of related to lengths and weight. *Pajouhesh and Sazandegi* 68:19–23.
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2: Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper 272(2). 143 p.
- Drumm D.G and Loneragan N.R. 2005. Reproductive biology of *Holothuria leucospilota* in the Cook Islands and the implications of traditional fishing of gonads on the population. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 39:141–156.
- Hamel J.F, Hidalgo R.Y. and Mercier A. 2003. Larval development and juvenile growth of the Galapagos sea cucumber *Isostichopus fuscus*. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 18:3–7.
- Heding S.G. 1940. Echinoderms of the Iranian Gulf. *Holothuroidea*. Danish Scientific Investigations Iran 2:113–137.

- Ivy G. and Giraspy D.A.B. 2006. Dans le Queensland (Australie), élaboration de techniques de production en éclosion à grande échelle de *Holothuria scabra* var. *versicolor* (Conand, 1986), espèce très prisée sur les marchés. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 24:28–34.
- James D.B. 2004. Captive breeding of the sea cucumber, *Holothuria scabra*, from India. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper 463:385–395.
- Jayasree V. and Bhavanabayana P.V. 1994. reproduction in *Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota* (Brandt) from Anjuna, Goa. Bulletin of the Central Marine Fisheries Institute 46:57–62.
- Laxminarayana A. 2005. Induction de la ponte et élevage des larves des holothuries *Bohadschia marmorata* et *Holothuria atra* à l'Île Maurice. La Bêche-de-mer, bulletin de la CPS 22:48–52.
- Toral-Granda M.V. 2006. Fiches techniques et guide d'identification relatifs aux espèces d'holothuries d'intérêt commercial. La Bêche-de-mer, bulletin de la CPS 24:49–52.
- Ramofafia C., Byrne M. and Battaglione S.C. 2003. Development of three commercial sea cucumbers, *Holothuria scabra*, *H. fuscogilva* and *Actinopyga mauritiana*: larval structure and growth. Marine and Freshwater Research 54:657–667.
- Xiyin L., Guanghui Z., Qiang Z., Liang W. and Benxue G. 2004. Studies on hatchery techniques of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper 463:287–296.



## Abondance, répartition et certaines caractéristiques biologiques du *Holothuria edulis* de la côte nord-ouest du Sri Lanka

D.C.T. Dissanayake<sup>1\*</sup> et Sujeewa Athukorala<sup>1</sup>

### Résumé

Nous avons estimé l'état des stocks de l'holothurie *Holothuria edulis* sur la côte nord-ouest du Sri Lanka en appliquant une technique de comptage visuel en plongée sur une zone de 1 779 km<sup>2</sup>, en octobre 2009. Cinq cent sites d'échantillonnage ont été choisis au hasard et recensés. La densité moyenne des holothuries a été estimée à 122 ± 365 par hectare, tandis que la biomasse du stock permanent s'établissait à 1 724 t. La répartition des *H. edulis* dans les sites d'étude était inégale, mais l'espèce était présente dans la plupart des habitats examinés, y compris les herbiers, les récifs coralliens, les fonds sablonneux dégagés et les zones riches en macroalgues. La population était dominée par les spécimens de 16,5 cm (mi-longueur), et la reproduction asexuée laissait deviner de bons résultats au moment de dresser l'inventaire. Les résultats de cette étude peuvent servir à élaborer un plan de gestion approprié aux fins d'une exploitation durable de cette ressource à l'avenir.

### Introduction

La pêche des holothuries a été introduite au Sri Lanka par les Chinois à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (Hornell, 1917), et elle continue de jouer un rôle important dans les activités de pêche multi-espèces pratiquées dans toutes les zones côtières du pays. Cette pêche est particulièrement importante dans les régions du nord, de l'est et du nord-ouest de l'île, et elle est très exposée aux incidences de la mousson. Dans l'est et le nord, on pratique cette pêche pendant la saison de la mousson du sud-ouest (mai à septembre) ; dans le nord-ouest, on la pratique pendant la saison de la mousson du nord-est (octobre à avril). Les holothuries sont principalement récoltées à la main, par des plongeurs en apnée ou en scaphandre autonome qui utilisent des bateaux en fibre de verre propulsés par des moteurs hors-bord de 15 à 25 chevaux (Dissanayake et Wijayarathne, 2007).

Environ 24 espèces d'holothuries ont été recensées dans les eaux côtières du Sri Lanka, parmi lesquelles 20 sont considérées importantes au plan commercial (Dissanayake *et al.*, 2010). Le *Holothuria edulis* est l'espèce la plus abondante et la plus largement répandue au Sri Lanka, et le *H. atra* occupe le deuxième rang en importance (Dissanayake et Athukorala, 2009 ; Dissanayake et Stefansson, 2010). Le *H. edulis* ne fait pas fréquemment l'objet d'une pêche commerciale, et son exploitation varie en fonction de la demande du marché — en particulier celle du secteur de l'aquariophilie (Dissanayake et Athukorala, 2009).

Selon certaines études récentes, la plupart des espèces d'holothuries du Sri Lanka qui appartiennent aux catégories à valeur moyenne à élevée présentent des signes de surexploitation, et les espèces de faible valeur dominent de plus en plus dans les débarquements destinés au commerce (Dissanayake et Athukorala, 2009). À l'heure actuelle, le *H. edulis* pourrait faire l'objet d'une pêche

à grande échelle dans les eaux côtières du Sri Lanka, à l'exemple de celle qui se pratique dans d'autres pays asiatiques.

La présente étude a pour objet d'évaluer l'état des stocks du *H. edulis* sur la côte nord-ouest du Sri Lanka, en portant une attention particulière à certains aspects de la biologie de l'espèce, y compris la distribution de fréquence de la longueur et du poids et la biologie de sa reproduction.

### Matériel et méthode

Des comptages en plongée ont été effectués sur la côte nord-ouest du Sri Lanka en octobre 2009.

La zone recensée s'étendait de Mampuri à Vankalai (voir figure 1). Cinq cents sites d'échantillonnage ont été choisis au hasard à l'intérieur de cette zone délimitée par les districts de pêche de Puttlam et de Mannar (figure 1). Les sorties en plongée ont été limitées à une profondeur maximale de 30 m, et la superficie de la zone recensée atteignait 1 779 km<sup>2</sup>. Le recensement a été effectué au début de la saison de pêche (les activités de pêche commerciale ont été temporairement suspendues), et il a duré quatre semaines.

Nous avons fait appel à des techniques d'évaluation rapide des ressources marines déjà employées pour des recensements des holothuries effectués dans le détroit de Torres (Long *et al.*, 1996) et dans la baie de Moreton (Skewes *et al.*, 2002), en Australie, dans la zone visée par le mémorandum d'entente Australie-Indonésie (« MOU Box area » du Timor (Skewes *et al.*, 1999), dans la province de Milne Bay en Papouasie-Nouvelle-Guinée (Skewes *et al.*, 2002) et aux Seychelles (Aumeeruddy *et al.*, 2005). Les travaux sur le terrain ont été réalisés par une équipe de plongeurs utilisant de petites embarcations. Les sites d'échantillonnage ont été localisés à l'aide d'un GPS

1. Centre national de recherche et de développement des ressources aquatiques (NARA), Sri Lanka.

\* Courriel: chami\_dt@yahoo.com

(système mondial de localisation par satellite) portable. À chaque site, un ou plusieurs plongeurs étaient chargés de parcourir un transect de 100 mètres en recueillant les holothuries et en notant des informations sur les caractéristiques de l'habitat observable sur une largeur de un mètre de part et d'autre du transect. À chaque site, le substrat a été décrit — pourcentage de sable, de débris grossiers, de plateforme de calcaire, de coraux, de roches telluriques et de boue. On a également noté le pourcentage de couverture d'autres formes de vie évidentes (p. ex., herbes et algues marines).

Les *H. edulis* recueillis par les plongeurs ont été ramenés à la station de référence où ils ont été pesés et mesurés (longueur totale). Des informations sur les stades de maturité et le mode de reproduction ont également été recueillies. Les données sur la densité de population, l'abondance totale et la biomasse du stock permanent ont été calculées et consignées sous forme de cartes.

## Résultats

### Abondance et répartition

La présence du *H. edulis* a été relevée dans 23 % des sites d'échantillonnage. La densité moyenne ( $\pm$  é.-t.) de cette espèce était de  $122 \pm 365$  par hectare sur la côte nord-ouest

du Sri Lanka. L'abondance totale s'établissait à  $22 \times 10^6$  (individus), tandis que la biomasse totale était de 1 724 t.

La répartition du *H. edulis* était très irrégulière, les densités les plus élevées étant observées près de l'embouchure du lagon et dans la portion supérieure de la zone étudiée (figure 2). On a trouvé cette espèce dans la plupart des types d'habitats, y compris les herbiers (figure 3a), les récifs coralliens (figure 3b), les fonds sablonneux dégagés (figure 3c) et les zones riches en macroalgues (figure 3d). À certains endroits, le *H. edulis* cohabitait avec le *H. atra* (figure 3c).

### Distributions de fréquence de la longueur et du poids

Les graphiques de la figure 4 présentent les distributions de fréquence de la longueur et du poids du *H. edulis*. La longueur des *H. edulis* variait de 4,5 à 40,5 cm, et la catégorie de longueur la plus fréquente était de 16,5 cm, suivie de 13,5 cm. La longueur moyenne des *H. edulis* était de  $16,4 \pm 4,4$  cm, et la distribution de fréquence de la longueur était unimodale.

Le poids total des *H. edulis* variait de 10 à 400 g, et la catégorie de poids la plus fréquente était de 50 g. Le poids moyen (total) des spécimens de la population du nord-ouest atteignait  $78,0 \pm 15,2$  g en 2009.

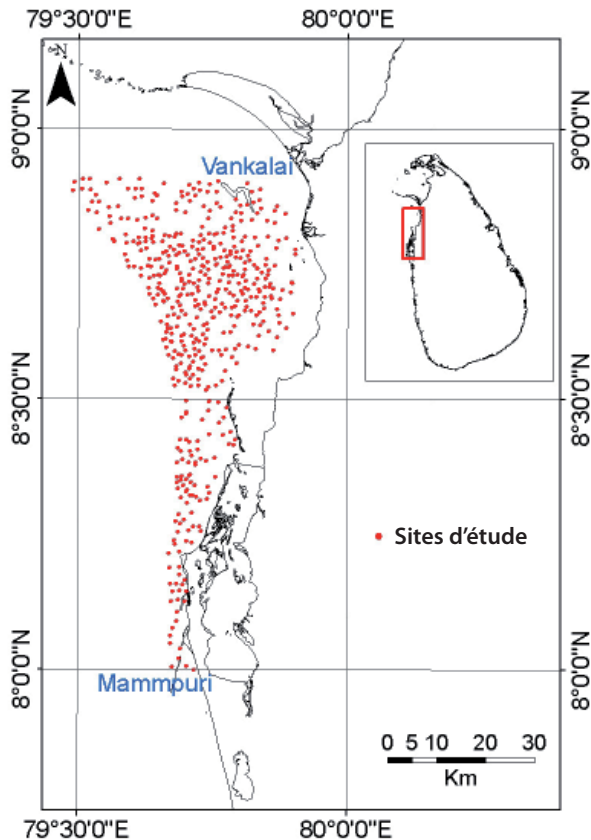


Figure 1. Sites de recensement des holothuries sur la côte nord-ouest du Sri Lanka.

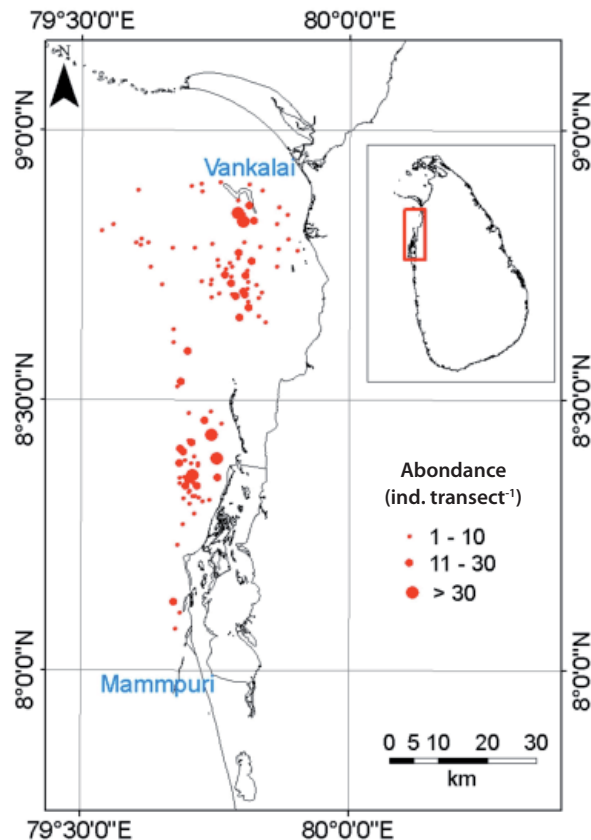


Figure 2. Abondance et répartition du *H. edulis* sur la côte nord-ouest du Sri Lanka en 2009.



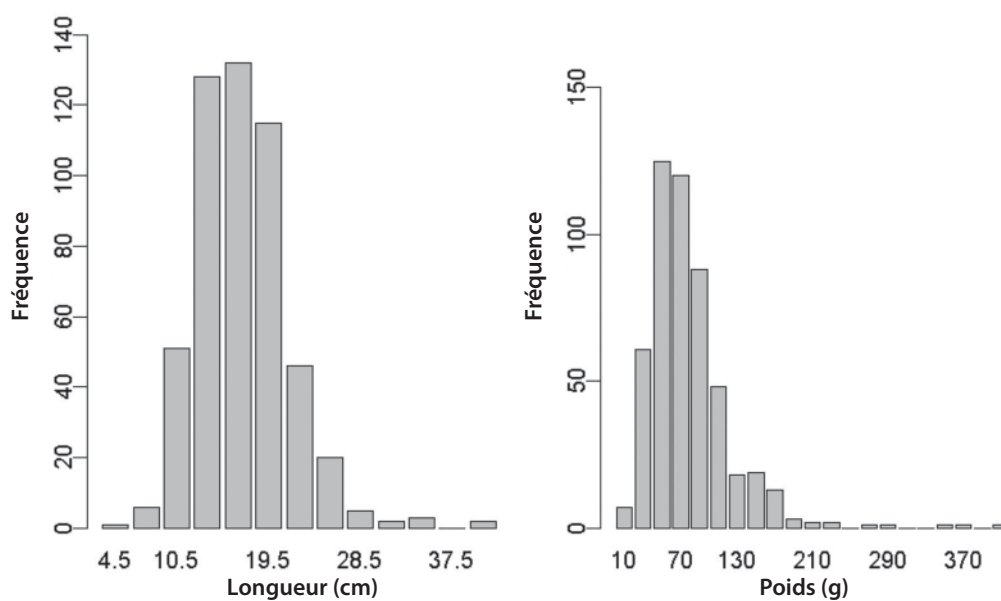
**Figure 3.** Types d'habitats dans la zone étudiée.

3a : Collecte d'un *H. edulis* dans un herbier.

3b : *H. edulis* dans un habitat de corail.

3c : *H. edulis* accompagné de *H. atra* sur un fond sablonneux dégagé.

3d : *H. edulis* dans un habitat riche en macroalgues.



**Figure 4.** Distributions de fréquence de la longueur et du poids (total) du *H. edulis* sur la côte nord-ouest du Sri Lanka.



### Reproduction

Nous avons disséqué environ 256 *H. edulis* recueillis au cours du recensement afin d'en déterminer le stade de maturité (figure 5). Aucun des spécimens examinés ne possédait de gonades développées ou matures. Toutefois, 23,4 % d'entre eux présentait des signes de reproduction asexuée, le corps s'étant divisé en deux parties ou plus (figure 6).



Figure 5. Dissection d'un *H. edulis* aux fins de la détermination du stade de maturité sexuelle.

### Discussion

Le *H. atra* est l'espèce d'holothurie la plus commune et la plus abondante dans la plupart des régions de l'océan Indien (Conand et Muthiga, 2007), y compris à Mayotte (Pouget, 2005) et à La Réunion (Conand et Mangion, 2002). Par ailleurs, une autre étude indique que le *H. edulis* est l'espèce d'holothurie la plus abondante au Sri Lanka (Dissanayake et Athukorala, 2009). Même si le *H. edulis* est considéré comme une espèce commerciale, il n'est exploité qu'en de rares périodes saisonnières sur la côte du Sri Lanka, et c'est probablement ce qui explique sa plus grande abondance. L'abondance et la répartition du *H. edulis* étaient passablement irrégulières entre les divers sites recensés. Conand et Muthiga (2007) ont fait la même observation dans beaucoup d'endroits de la région Indo-Pacifique pour toutes les espèces d'holothuries. Les différences observées d'un site à l'autre pourraient être liées aux préférences affichées par le *H. edulis* en matière d'habitat. La présente étude a relevé la présence du *H. edulis* dans de nombreux types d'habitats différents, et cette espèce était très commune dans les herbiers et les zones de récifs coralliens. Plusieurs auteurs se sont penchés sur la grande abondance des holothuries dans les récifs coralliens et les herbiers, et ont insisté sur l'importance que revêtent ces types d'habitats pour la protection et l'alimentation des holothuries (Sloan et Bodungun, 1980 ; Conand, 1990 ; Conand, 2008).

La distribution de fréquence de la longueur du *H. edulis* était unimodale et ressemblait à celle affichée par d'autres espèces d'holothuries, y compris le *H. scabra* (Kithakeni et Ndaru, 2002). Nos résultats ont révélé que le *H. edulis* peut atteindre une longueur de 41 cm, mais la population était dominée par des animaux de 16,5 cm (mi-longueur). Ces différences de taille pourraient être liées à la pression exercée par la pêche, à la profondeur d'échantillonnage, à des facteurs environnementaux et au type de substrat (Mercier *et al.*, 1999).



Figure 6. Reproduction asexuée (scission) du *H. edulis*.

Plusieurs études ont examiné la reproduction asexuée des holothuries par scission (Emson et Wilkie, 1980 ; Emson et Maldenov, 1987 ; Boyer *et al.*, 1995 ; Reichenbach *et al.*, 1996 ; Uthicke, 2001 ; Conand et Uthicke, 2001 ; Howaida *et al.*, 2004 ; Conand, 1993, 2004 ; Laxminarayana, 2006). Ce type de reproduction est un événement saisonnier très commun dans le milieu naturel. Selon Uthicke (2001), la plupart des espèces d'holothuries scissipares se reproduisent selon le mode « torsion et extension ». Dans un premier temps, les régions antérieure et postérieure pivotent en direction contraire, produisant ainsi une constriction. Dans un deuxième temps, les deux moitiés se déplacent lentement en direction opposée jusqu'au déchirement du tégument au point de constriction et à la séparation totale des deux moitiés. Le processus de reproduction asexuée par scission transversale a été observé chez des populations de *H. edulis* par Uthike (1997, 1998, 2001) sur la Grande barrière de corail, par Harriott (1980) à l'île d'Heron, ainsi que dans le cadre de la présente étude. Toutefois, les séries de données chronologiques n'étaient pas suffisamment complètes pour permettre de tirer des conclusions concernant les tendances de la reproduction sexuée chez cette espèce. L'absence de gonades matures ou développées pourrait être due au caractère saisonnier de la reproduction de cette espèce, mais il est également possible qu'elle ne se reproduise que d'une manière asexuée. De plus amples études seront requises pour confirmer ces hypothèses.

La croissance de la demande sur les marchés asiatiques offre des possibilités d'exploitation à grande échelle du *H. edulis* dans un proche avenir. Les résultats de la présente étude pourront servir à élaborer un plan adéquat d'exploitation durable de cette ressource des eaux côtières du Sri Lanka.

### Remerciements

La présente étude a bénéficié d'une aide financière et technique de L'Agence canadienne de développement international, du Fonds international de développement agricole, et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Nous remercions MM. Brian Long, C. Amarasiri et H.S.G. Fernando ainsi que tous les membres du personnel de la Division des ressources biologiques marines du Centre national de recherche et de développement des ressources aquatiques pour l'aide précieuse qu'ils nous ont accordée au cours de cette étude. Les pêcheurs d'holothuries de la côte nord-ouest du Sri Lanka et le personnel de la société Suganth International (Pvt.) Ltd. nous ont également été d'un très grand secours.

### Bibliographie

- Aumeeruddy R., Skewes T., Dorizo J., Carocci F., de Lion, Henriette A. and Cedras M. 2005. Resource assessment and management of the Seychelles sea cucumber fishery, Final project Report.1-37.
- Boyer C., Caillasson S. et Mairesse K. 1995. Reproduction asexuée chez *Holothuria atra* d'un récif de l'île de la Réunion, Océan Indien. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 7:7-9.
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2 Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper No. 272, Rome, FAO. 143 p.
- Conand C. 1993. Reproductive biology of the characteristic holothurians from the major communities of the New Caledonia lagoon. Marine Biology 116:439-450.
- Conand C. 2004. Monitoring a fissiparous population of *Holothuria atra* on a fringing reef on Reunion Island (Indian Ocean). SPC Beche-de-Mer information Bulletin 20:22-25.
- Conand C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. p. 143-193. In: V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos (eds). Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, FAO.
- Conand C. and Mangion P. 2002. Les holothuries des récifs frangeants de La Réunion : diversité, distribution, abondance et structure des populations. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 17:27-33
- Conand C. and Muthiga N. 2007. Commercial sea cucumbers, A review for the Western Indian Ocean, WIOMSA Book Series 5:123-129
- Conand C. and Uthicke S. 2001. Asexual reproduction in *Holothuria (Holothuroidea)*: A comparison between Pacific (GBR, Australia) and Indian Ocean (La Reunion) populations of *Stichopus chloronotus* (poster). Ninth International Coral Reef Symposium, Bali. p. 300.
- Dissanayake D.C.T. and Wijayarathne M.J.S. 2007. Studies on the sea cucumber fishery in the North Western coastal region of Sri Lanka. Sri Lanka Journal of Aquatic Science 12:19-37
- Dissanayake D.C.T. and Athukorala S. 2009. Status and management of sea cucumber fishery in Sri Lanka. Final project report (FAO,CIDA and IFAD ). 100 p
- Dissanayake D.C.T., Athukorala S. and Amarasiri C. 2010. État des lieux de la pêche des holothuries au Sri Lanka. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 30:14-20.
- Dissanayake D.C.T. and Stefansson G. 2010 Abundance and distribution of commercial sea cucumbers in the coastal waters of Sri Lanka. Aquatic Living Resources 23 (3): 303-313
- Emson R.H. and Maldenov P.V. 1987. Studies of the fissiparous holothurian *Holothuria parvula* (Salenka) (*Echinodermata: Holothuroidea*). Journal of Experimental Marine Ecology 111:195-211.
- Emson R.H. and Wilkie I.C. 1980. Fission and autotomy in echinoderms. Oceanography Marine Biology, A. Review, 18:155-250.
- Howaida R.G., Ahmed I.A., Hanafy H.M., Lawrence J.A., Ahmed I.M. and Salah G. ELÉtreby. 2004. Sea cucumbers of the Red Sea: The Egyptian experience. p. 373-384. In: Lovatelli A., Conand C.,

- Purcell S., Uthicke, S. Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO, Rome Hornell J. 1917. Indian beche-de-mer industry: Its history and recent revival. Madras Fisheries Bulletin 11(4):119–150.
- Kithakeni T. and Ndaró S.G.M. 2002. Some aspects of sea cucumber, *Holothuria scabra* (Jaeger, 1935) along the coast of Dar-es-Salaam. Western Indian Ocean Journal of Marine Science 1, 163–168.
- Laxminarayana A. 2006. Asexual reproduction by induced transverse fission in the sea cucumbers *Bohadschia marmorata* and *Holothuria atra*. SPC Beche-de-Mer Information Bulletin 23:35–37.
- Long B.G., Skewes T.D., Dennis D.M., Poiner I.R., Pitcher C.R., Taranto T., Manson F., Polon F., Karre B., Evans C., Milton D., 1996. Distribution and abundance of beche-de-mer on Torres Strait reefs. CSIRO Division of Fisheries Final Report.
- Mercier A., Battaglione S.C., Hamel J.-F. 1999. Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. Journal of experimental. Marine Biology and Ecology 239:125–156.
- Pouget A. 2005. Abondance et distribution des holothuries présentes sur les platiers des récifs frangeants de Grande Terre à Mayotte (Océan Indien). La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 21:22–26
- Reichenbach Y.N., Nishar, Y. and Saeed A. 1996. Species and size related in asexual propagation of commercially important species of tropical sea cucumbers. Journal of the World Aquaculture Society 27:475–482.
- Skewes T., Dennis D., Jacobs D., Gordon S., Taranto T., Haywood M., Pitcher C., Smith G. and Milton D. 1999. Survey and stock size estimates of the shallow reef (0-15 m deep) and shoal area (15–50 m deep) marine resources and habitat mapping within the MOU74 box. Volume 1: Stock estimates and Stock status. CSIRO Final Report. 1–88.
- Skewes T., Dennis D., Wassenberg T., Austin M., Moeseneder C. and Koutsoukos A. 2002. Surveying the distribution and abundance of *Holothuria scabra* (sandfish) in Moreton Bay. CSIRO Division of Marine Research Final Report. 1–20.
- Sloan N.A. and Bodungun B.V. 1980. Distribution and feeding of the sea cucumber *Isostichopus badionotus* in relation to shelter and sediment criteria of the Bermuda Platform. Marine Ecological Progress series 2:257–264.
- Uthicke S. 1997. Seasonality of asexual reproduction in *Holothuria atra*, *Holothuria edulis* and *Stichopus chloronotus*. (Holothuroidea – Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef. Marine Biology 129:435–441.
- Uthicke S. 1998. Regeneration of *Holothuria atra*, *Holothuria edulis* and *Stichopus chloronotus*. Intact individuals and products of asexual reproduction. p. 531–536. In: Moori R. and Telford M. (eds). Echinoderms. Proceedings of the Ninth International Echinoderm Conference, Balkema, Rotterdam
- Uthicke S. 2001. Influence of asexual reproduction on the structure and dynamics of *Holothuria* (*Holodeima*) *atra* and *Stichopus chloronotus* populations of the Great Barrier Reef. Marine and Freshwater Research 52:205–215.



## Aperçu de la phylogénèse des espèces d'holothuries évoluant en eaux peu profondes (Holothuroidea : Aspidochirotida)

Karim Mezali<sup>1</sup>

### Résumé

Des analyses phylogénétiques réalisées à partir du séquençage d'une fraction de gène mitochondrial (DNAm 16S) sur 26 individus (appartenant globalement à cinq espèces échantillonnées en divers sites peu profonds du littoral algérien) ont permis de lever des incertitudes taxonomiques. La présente étude montre que : 1) les deux morphes de couleur de *Holothuria* (*H.*) *sanctori*, sujets à débats dans certains écrits scientifiques, forment un clade bien défini ; 2) *Holothuria* (*H.*) *stellati* dont l'identification confuse a toujours été admise, est une espèce distincte des autres espèces sur le plan génétique ; 3) *Holothuria* (*H.*) *tubulosa*, l'espèce la plus répandue et la « mieux connue » de la mer Méditerranée, forme un clade comprenant deux populations bien distinctes. Peu de spécimens d'holothuries analysés dans notre collection ont révélé de séquences d'ADN inhabituelles. Cela dit, de toute évidence, un spécimen donné représentera probablement soit une espèce distincte, qui était jusque là inconnue, soit un hybride entre deux espèces connues [à savoir *H.* (*R.*) *polii* et *H.* (*H.*) *stellati*].

### Introduction

Les holothuries (*Holothuroidea*) de l'ordre des Aspidochirotés constituent un groupe bien visible et diversifié au sein des écosystèmes marins. Elles peuplent les sédiments mous et les prairies méditerranéennes de *Posidonia oceanica* (Francour 1990 ; Coulon et Jangoux 1993 ; Mezali 2008). Elles remplissent des fonctions écologiques fondamentales, en améliorant le recyclage des nutriments et la productivité locale des sédiments carbonatés oligotrophiques par leurs activités détritatives et de bioturbation (Uthicke 1999). Elles sont également pêchées pour être transformées en bèches de mer (Conand et Byrne 1993 ; Toral-Granda 2008). Bien que de belle taille, la taxonomie de nombre de ces invertébrés mobiles souvent dominants dans les eaux méditerranéennes peu profondes – ici prélevés en Algérie – demeure incertaine. Cela est dû à la difficulté à appliquer les caractères taxonomiques conventionnels (morphologie générale et squelettale). Nous avons entrepris une analyse phylogénétique des échantillons d'holothuroïdes, à partir des données séquentielles d'un gène mitochondrial (DNAm 16S). Cette étude avait pour objet l'examen systématique des holothuries aspidochirotés algériennes, au moyen de méthodes systématiques de phylogénie moléculaire.

### Matériel et méthode employés

#### Échantillons

La plupart des espèces d'holothuries ont été ramassées à la main en 2006 par des plongeurs autonomes ou en apnée, dans toute la baie d'Alger (Tamentefoust) et la baie de Bou-Ismaïl (Sidi-Fredj) à des profondeurs de 1 à 20 m (figure 1). Trois stations supplémentaires (non signalées

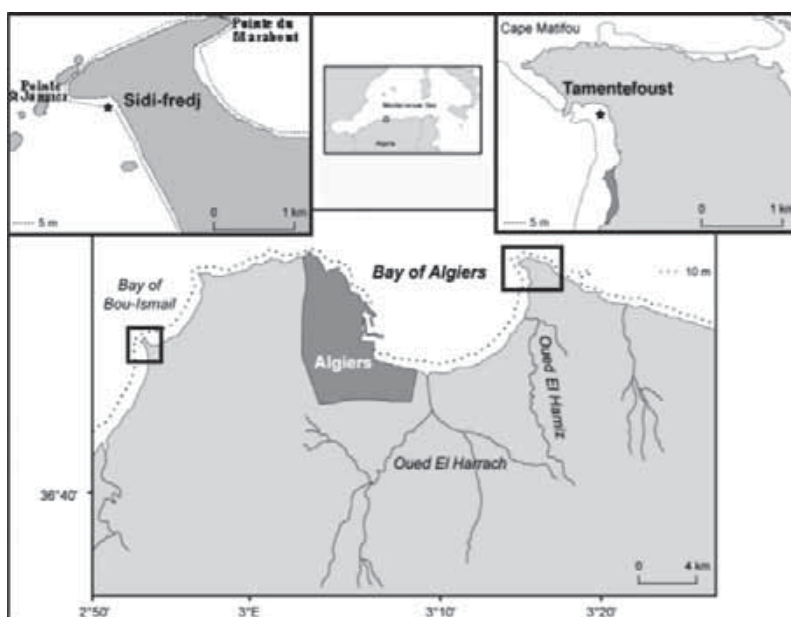


Figure 1. Stations où la plupart des holothuries ont été collectées.

1. Département des Ressources Halieutiques, Faculté des Sciences Exactes, de la Nature et de la Vie. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, BP 300 rue Hocine Hamadou, 27000, Mostaganem, Algérie. Courriel : mezalikarim@yahoo.fr

sur la figure 1) ont également été explorées au cours de cette même année (Stidia et Sidi-Medjdoub dans la baie de Mostaganem et Figuier-plage dans la baie de Zemmouri-Boumerdes). Les holothuries fraîchement ramassées ont été regroupées en 10 morphotypes : 1) la classique *Holothuria (Holothuria) tubulosa A* et 2) *Holothuria (Holothuria) stellati*, caractérisées par un bivium rond distinct et un trivium plat. *Holothuria (H.) stellati* se distingue de la classique *H. (H.) tubulosa A* de par ses importantes protubérances ; 3) *Holothuria (Holothuria) tubulosa B* possède un tégument en forme de gourde, pas très épais en position de repos ; 4) De consistance molle, *Holothuria (Holothuria) tubulosa C* a un bivium arqué avec des verrucosités coniques en pointes ; 5) *Holothuria (Holothuria) tubulosa D* a une forme légèrement cylindrique, un trivium aplati et un tégument épais. Ces espèces présentent des verrucosités coniques visibles, disposées en plusieurs lignes sur le bivium ; 6) le trivium de la classique *Holothuria (Roweothuria) poli A* est recouvert de pédicelles blancs ; 7) *Holothuria (Roweothuria) poli B* a le même aspect que *H. (H.) stellati* (grandes protubérances) et que *H. (R.) poli A* (pédicelles blancs régulièrement répartis sur le trivium ; 8) *Holothuria (Panningothuria) forskali* a un corps cylindrique souple et noir (lorsqu'il est vivant), et un grand nombre de pédicelles blancs sur le trivium ; 9) *H. (Platyperona) sanctori A* est brun tandis que 10) *H. (Platyperona) sanctori B* est facilement reconnaissable dans l'eau en raison de ses taches blanches. Les sept premières espèces décrites ci-dessus n'ont pas de tubes de Cuvier. Les espèces 8, 9 et 10 ont des tubes de Cuvier.

#### Extraction d'ADN, protocoles PCR et séquençage

Les échantillons de tissus conservés dans l'éthanol (90 %) ont été prélevés sur un tentacule de chaque individu. Au total, les données de séquences de 26 individus (toutes espèces confondues) ont été obtenues. Le Musée d'Histoire naturelle de Floride (États-Unis d'Amérique) nous a confié des données de séquences complémentaires (issues

des eaux méditerranéennes françaises). L'ADN a été extrait d'un fragment de tissu macéré (10–20 mg) placé dans un tube de microcentrifugeuse de 1,5 ml et extrait avec 750 µL de DNAzol et 5 µL de protéinase K. Des fractions de l'important sous-groupe de gènes de l'ADN ribosomal 16S (ADNr 16S) ont été amplifiées au moyen de primers 16SA-R (5'-CGCCTGTTTATCAAAAACAT-3') et 16SB-R (5'GCCGGTCTGAACTCAGATCACGT-3') (Palumbi et al. 1991).

L'amplification PCR a été réalisée dans 49 µL contenant : ddH<sub>2</sub>O (30,8 µL) ; 10X (5 µL) ; dNTP (5 µL) ; AR (2 µL) ; BR (2 µL) ; TAQ polymérase (0,2 µL) ; MgCl<sub>2</sub> (4 µL) et 1 µL de solution d'ADN spécifique. Les relations PCR impliquaient une dénaturation à 95°C pendant 60 secondes, suivie par 40 cycles de dénaturation à 95°C pendant 30 secondes, une étape d'hybridation à 55°C pendant 30 secondes, puis une extension à 72°C pendant 80 secondes, et enfin une extension finale de 10 mn. Les amplicons de PCR ont été purifiés à l'aide d'un kit de purification de PCR d'ADN sur gel. Tous les séquençages ont été réalisés par le Centre interdisciplinaire de recherche biotechnologique de l'université de Floride ([www.biotech.ufl.edu/staff.html](http://www.biotech.ufl.edu/staff.html)). Les séquences ont été alignées au moyen de l'application Se-Al 2.011 avec les paramètres par défaut et ont été contrôlées à l'œil nu.

#### Analyses des séquences et phylogénèse

Après avoir coupé quelques paires de bases au début et à la fin des séquences, la taille de la séquence d'ADNr 16s était de 600 bp. Ces données de séquences utilisées dans les analyses phylogénétiques ont été traitées par le logiciel Sequencher 4,8 pour réaliser un assemblage de plusieurs séquences d'ADN relativement courtes, afin de créer des séquences plus longues dites « contiguës ». Des analyses bayésiennes ont été réalisées avec le logiciel MRBayes (v.3.1, Ronquist et al. 2005). Avant les analyses, nous avons testé le modèle de substitution nucléotidique

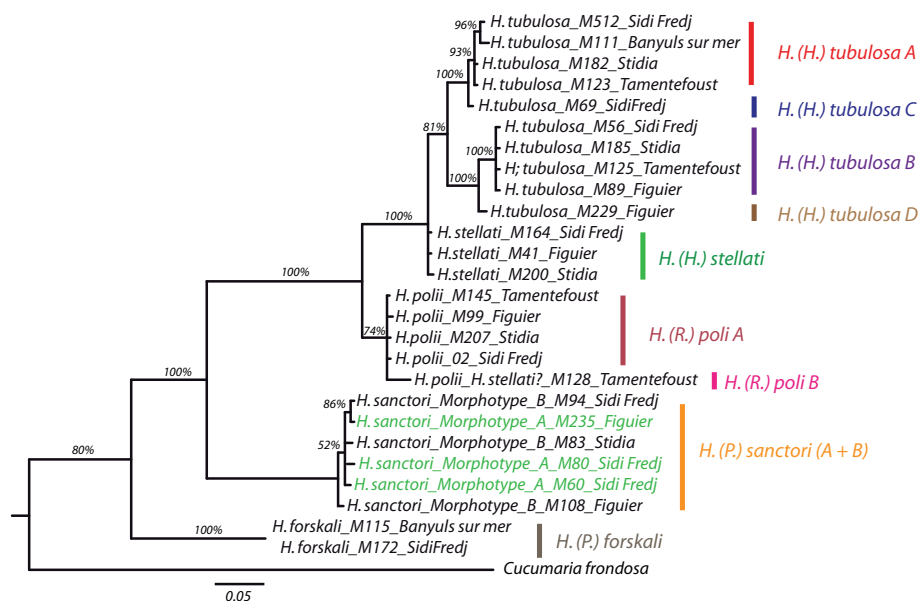


Figure 2. L'arbre consensus obtenu par analyse bayésienne basée sur ADNr 16s. Les valeurs indiquées au-dessus des branches représentent les probabilités postérieures (PP en %).

le plus approprié avec Modeltest 3.06 (Posada et Crandall 1998). Pour évaluer la fiabilité des arbres reconstitués, nous avons effectué un test statistique basé sur les probabilités bayésiennes postérieures à l'aide du modèle GTR (General Time Reversible). La séquence du groupe externe utilisée provenait de l'espèce *Cucumaria frondosa*, provenant de Genbank.

### Résultats

Les arbres consensus obtenus par l'analyse bayésienne présentent en général cinq clades monophylétiques, avec des probabilités postérieures correspondant aux cinq espèces examinées (figure 2). *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* est représentée par deux clades bien soutenus (AC et BD). *Holothuria* (*H.*) *stellati* est monophylétique et bien distincte des deux groupes (A et B) de *H. (H.) tubulosa* (100 % de fortes probabilités postérieures). L'arbre consensus obtenu par l'analyse bayésienne ne montre aucune différence entre les deux morphotypes de *Holothuria* (*H.*) *sanctori* (A and B). La classique *Holothuria* (*R.*) *poli* A est monophylétique et bien distincte des deux groupes de *H. (H.) tubulosa* (A et B) avec 100 % de fortes probabilités postérieures. *Holothuria* (*R.*) *poli* B incluse dans le clade de la classique *H. (R.) poli* A est légèrement différente (valeur élevée de probabilités postérieures 74 %), et différente de *H. (H.) stellati* (valeur élevée de probabilités postérieures 100 %).

### Discussion

Les analyses phylogénétiques utilisant l'ADNr 16s ont fourni un aperçu des relations au sein de l'espèce des holothuries aspidochirotes du littoral algérien. L'espèce actuellement la plus reconnue formait deux clades distincts, soutenus par des valeurs élevées de probabilités postérieures, et les espèces formaient des clades concordant avec les révisions taxonomiques basées tant sur la morphologie que sur l'anatomie (Mezali 2008). Le phylogramme montre que *H. (H.) tubulosa* compte deux populations bien distinctes (A et B). *Holothuria* (*H.*) *stellati* est bien distincte de *H. (H.) tubulosa* (A et B). Ce résultat moléculaire obtenu sur des échantillons frais de *H. (H.) stellati* contredit le résultat obtenu par Borrero-Pérez et al. (2009), qui considère que *H. (H.) stellati* est un synonyme subjectif junior de *H. tubulosa*. *Holothuria* (*R.*) *poli* B se retrouve dans le même clade que la classique *H. (R.) poli* A. On peut considérer qu'*Holothuria* (*R.*) *poli* B est une forme intermédiaire entre *H. (H.) stellati* et *H. (R.) poli* A car ses caractéristiques morphologiques sont communes aux deux espèces. Ce qui nous suggère que *H. (R.) poli* B est une espèce hybride. La taxonomie de certains des spécimens analysés de notre collection reste à confirmer. Les deux spécimens de *H. (H.) tubulosa* (C et D) ont fourni des séquences d'ADN inhabituelles. L'usage d'autres marqueurs moléculaires (à savoir ITS et COD) pourrait servir à déterminer à l'avenir la taxonomie précise de ces deux spécimens.

### Remerciements

Cette étude fait partie intégrante d'une recherche effectuée par l'auteur dans le cadre de sa thèse de doctorat (PhD 2008), financée en partie par une bourse du Ministère algérien de l'enseignement supérieur et de la

recherche. L'auteur remercie le professeur Gustav Paulay pour son hospitalité et l'accès aux installations du Laboratoire de Malacologie du Musée d'histoire naturelle de Floride à Gainesville, Floride, USA.

### Bibliographie

- Borrero-Perez G.H., Perez-Ruzafa A., Marcos C. and Gonzalez-Wanguemert M. 2009. The taxonomic status of some Atlanto-Mediterranean species in the subgenus *Holothuria* (Echinodermata: Holothuroidea: Holothuriidae) based on molecular evidence. *Zoological Journal of the Linnean Society* 157:51–69.
- Conand C. and Byrne M. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumbers fisheries. *Marine Fisheries Review* 55(4):1–13.
- Coulon P. and Jangoux M. 1993. Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. *Marine Ecology Progress Series* 92:201–204.
- Francour P. 1990. Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le parc national de Port-Cros. Analyse des compartiments matte, litière, faune vagile, échinodermes et poissons. Thèse de Doctorat Université Pierre et Marie Curie, Paris. 373 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. Institut des Sciences Biologiques/ Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie. 208 p.
- Palumbi S. R., Martin A., Romano S., McMillan W.O., Stice L. and Grabowski G. 1991. A simple fools guide to PCR, vers. 2.0. Special publication of the University of Hawaii Department of Zoology and Kewalo Marine Laboratory. Department of Zoology and Kewalo Marine Laboratory, University of Hawaii, Honolulu.
- Posada D. and Crandall K.A. 1998. Modeltest: Testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14:817–818.
- Ronquist F., Huelsenbeck J.P. and Van Der Mark P. 2005. MrBayes 3.1 manual. [http://www.ece.ualberta.ca/~birch/birchhomedir/dat/GDE/GDEHELP-OSX-Mac/doc/mrbayes/mr3.1\\_manual.pdf](http://www.ece.ualberta.ca/~birch/birchhomedir/dat/GDE/GDEHELP-OSX-Mac/doc/mrbayes/mr3.1_manual.pdf).
- Toral-Granda V. 2008. Galapagos Islands: A hotspot of sea cucumber fisheries in Latin America and the Caribbean. p. 231–253. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 516, Rome FAO.
- Uthicke S. 1999. Sediment bioturbation and impact of feeding activity of *Holothuria* (*Halodeima*) *atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Bulletin of Marine Science* 64:129–141.



## Étude sur la diversité des saponines parmi les holothuries de la famille des holothuroïdes (Holothuriidae)

Guillaume Caulier<sup>1,\*</sup>, Séverine Van Dyck<sup>1</sup>, Pascal Gerbaux<sup>2</sup>, Igor Eeckhout<sup>1</sup>, et Patrick Flammang<sup>1</sup>

### Résumé

Les saponines sont des métabolites secondaires produites par les holothuries. Leur structure repose sur les glycosides triterpéniques, qui jouent un rôle majeur de défense chimique et dont la gamme des propriétés pharmacologiques est large. Cette étude met en relief la très grande diversité des saponines détectées dans les différentes espèces de la famille des holothuroïdes (*holothuriidae*). Pas moins de 59 glycosides triterpéniques ont été comptabilisés. Plusieurs saponines sont présentes dans de nombreuses espèces, mais d'autres sont très spécifiques. Dans l'ensemble, la plupart des espèces semblent posséder un mélange de congénères spécifique. Les différences interspécifiques les plus évidentes qui peuvent être soulignées chez les holothuroïdes reposent sur la présence ou l'absence d'un groupe sulfate attaché à la chaîne glucidique de leurs saponines. Les mélanges de saponines dans un seul animal présentent également divers taux de concentrations en fonction de l'organe, les tubes de Cuvier présentant les taux de concentration en saponines les plus élevés. Toutes les données combinées indiquent un mécanisme complexe de défense chimique avec différents ensembles de saponines issues de différentes parties du corps et qui présentent diverses propriétés liées à leur(s) fonction(s) écologique(s).

### Introduction

Découvertes à l'origine dans les végétaux supérieurs où elles sont très répandues, les saponines constituent une classe importante de produits naturels (Li et al. 2006). La quête de nouvelles substances actives sur le plan pharmacologique a permis d'isoler des saponines dans des organismes marins tels que les holothuries (Nigrelli 1952 ; Yamanouchi 1955), les étoiles de mer (Mackie et Turner 1970) et les éponges (Thompson et al. 1985). La structure des saponines des holothuries repose sur des glycosides triterpéniques composés d'une chaîne d'oligosaccharides et d'un aglycone, sur la base d'holostane-3 $\beta$ -ol (figure 1A) (Kornprobst 2005). Les saponines des holothuroïdes (figure 1B, C) contiennent une double liaison  $\Delta^{9(11)}$  dans l'aglycone et la chaîne glucidique comporte jusqu'à 6 unités de sucres (xylose, glucose, 3-O-méthylglucose et quino-vose) et ne peut se ramifier qu'une fois (Kalinin et al. 2005). Certaines de ces saponines peuvent être sulfatées au niveau du xylose seul (figure 1C).

Les glycosides triterpéniques des holothuries intéressent au plus haut point les secteurs de la pharmacologie et de l'écologie. Ces métabolites secondaires possèderaient en effet une large gamme de propriétés pharmacologiques (propriétés hémolytiques, antitumorales, anti-inflammatoires, antifongiques, antibactériennes, antivirales, ichthyotoxiques, cytostatiques et activités antinéoplas-tiques entre autres) (Kerr et Chen 1995 ; Kalinin et al. 1996a, 1996b ; Prokofieva et al. 2003). Nombre de ces activités résultent de leurs propriétés tensioactives. Sur le plan écologique, les saponines sont délétères pour la plupart des organismes et fonctionnent probablement

comme une barrière chimique dissuadant les prédateurs (Kalinin et al. 1996a, b ; Van Dyck et al. Données non publiées. Observations).

### Diversité des saponines dans la famille des holothuroïdes

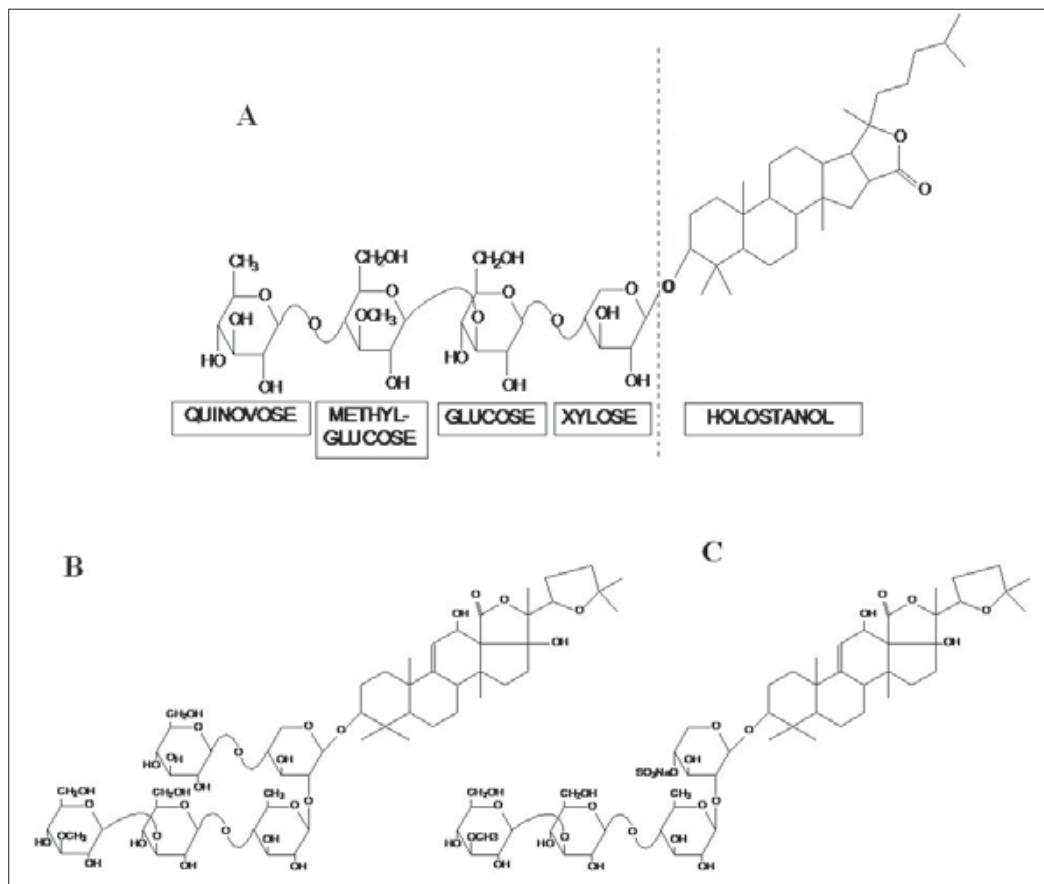
Cet article dresse le bilan des diverses saponines détectées parmi les différentes espèces de la famille des holothuroïdes. Le tableau 1 fait le point sur toutes les saponines extraites au cours des 40 dernières années et caractéristiques des holothuries des genres *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Holothuria* et *Pearsonothuria*. Les saponines décrites en détail dans ce tableau ont été purifiées au moyen de diverses méthodes – extractions liquide/liquide par différents solvants, extraction en phase solide ou chromatographie (gel de silice ou résines), et chromatographie liquide à haute performance. Des techniques basées sur la spectrométrie de masse et la résonance magnétique nucléaire, combinées à des réactions ainsi que des indices chimiques, ont été utilisées pour mettre en évidence la structure chimique de ces saponines.

Le tableau 1 souligne la très grande diversité des saponines dans les holothuroïdes. En effet, pas moins de 59 glycosides triterpéniques ont été recensés. Lorsque l'on recueille ces données dans la littérature, certains problèmes de nomenclature sont mis en évidence. Il arrive que deux noms aient été indépendamment donnés à la même molécule. Ainsi la structure de nobiliside 2a par Wu et al. (2006c) correspond exactement à celle de desholothurine A, décrite par Rodrigez et al. (1991). Par conséquent, les auteurs devraient harmoniser la nomenclature des saponines en attribuant des noms

1. Université de Mons, Laboratoire de biologie marine, 7000 Mons, Belgique

2. Université de Mons, Laboratoire de chimie organique, Centre interdisciplinaire de spectroscopie de masse (CISMa), 7000 Mons, Belgique

\* Auteur correspondant: guillaume.caulier@umons.ac.be



**Figure 1.** Structure moléculaire d'une saponine hypothétique (A) composée d'un aglycone d'holostanol (d'après la base de données toxicogénomiques comparatives) et d'une chaîne glucosidique linéaire constituée des quatre monosaccharides que l'on trouve le plus fréquemment dans les saponines des holothuries ; (B) d'holothurinosides A, une saponine non-sulfatée ; et (C) d'holothurine A, une saponine sulfatée.

logiques aux nouvelles molécules basés sur la structure des congénères connus plutôt que sur les origines spécifiques des molécules.

Les différences interspécifiques les plus évidentes qui peuvent être soulignées parmi les holothuroïdes s'appuient sur la présence ou l'absence d'un groupe sulfate, attaché à la chaîne glucidique de leurs saponines (Kobayashi et al. 1991). Le genre *Actinopyga* ne contient que des saponines sulfatées (en vert dans le tableau 1), le genre *Bohadschia* n'inclut que des saponines non-sulfatées (en rouge dans le tableau 1), et les genres *Pearsonothuria* et *Holothuria* comportent les deux types de saponines. Dans ce dernier groupe, la situation est même plus complexe encore : plusieurs espèces ne contiennent que des saponines sulfatées, certaines autres présentent les deux types de congénères, et pour finir une espèce, *H. forskali*, comprend exclusivement de la saponine non-sulfatée. Plusieurs saponines sont présentes dans un grand nombre d'espèces, les holothurines A et B par exemple, mais d'autres telles que la griseaside A ou les argusides A-E sont très spécifiques. Il est à noter que les holothurines A et B ont été les premières qui ont été découvertes (Yamanouchi 1955 ; Kitagawa et al. 1978, 1979) et qu'elles ont par conséquent été détectées dans de nombreuses espèces du genre *Holothuria* (Elyakov et al. 1973, 1975). À l'avenir, grâce aux techniques contemporaines,

on doit s'attendre à ce que de nouvelles études détectent de nouvelles saponines dans ces espèces. Le tableau 1 montre clairement en effet qu'un grand nombre de nouveaux congénères n'ont été que récemment décrits. La plupart des espèces semblent par conséquent renfermer un mélange de congénères spécifique, un caractère chimio-taxonomique permettant l'attribution d'une espèce d'holothurie à un taxon spécifique, en fonction de la signature chimique de cette dernière. Par exemple, la position taxonomique de *Bohadschia graeffei* a été révisée suite à l'isolation et la caractérisation de ses saponines, au profit du genre récemment créé, *Pearsonothuria graeffei* (Kalinin et al. 2005).

Parmi les nombreuses études portant sur les saponines des holothuroïdes, très peu distinguent les différentes parties du corps (tableau 1), bien qu'au sein d'un même animal, les saponines puissent présenter divers taux de concentration et compositions en fonction de l'organe pris en compte. Matsuno et Ishida (1969) font état de la distribution des saponines dans les différentes parties du corps des holothuries. Des saponines ont été trouvées dans les organes digestifs, les muscles rétracteurs longitudinaux, l'épiderme, les vaisseaux hémaux intestinaux, les ovaires, les testicules et les tubes de Cuvier. Les quantités de saponines (exprimées par l'indice d'hémolyse) différaient selon les parties du corps ; le tégument et les







tubes de Cuvier ont révélé les valeurs les plus élevées (les ovaires présentaient également des concentrations élevées de saponines variant néanmoins en fonction du cycle reproductif de l'animal ; Matsuno et Ishida 1969). Van Dyck et al. (2010) ont également souligné une variation des quantités de saponine entre les tubes de Cuvier et le tégument de plusieurs espèces d'holothuroïdes. Les glycosides triterpéniques semblent être particulièrement concentrés dans les tubes de Cuvier, un système de défense spécialisé, développé par certaines espèces au sein de la famille des holothuroïdes (Matsuno et Ishida 1969 ; Elyakov et al. 1973 ; Kobayashi et al. 1991). Cet organe, situé dans la partie postérieure de l'animal, est constitué de multiples tubes qui, chez certaines espèces, peuvent être expulsés par l'individu après stimulation (Bingham et Braithwaite 1986 ; Hamel et Mercier 2000 ; Becker et Flammang, sous presse).

En ce qui concerne la composition du mélange de congénères, bien que de nombreuses saponines soient communes au tégument et aux tubes de Cuvier dans une même espèce, certains congénères semblent être spécifiques à certains organes (tableau 1). Certaines espèces possèdent plus de congénères de saponines dans les tubes de Cuvier que dans le tégument (*H. leucospilota* par exemple), certaines moins (*A. echinites* par exemple), et certaines ont approximativement le même nombre de saponines dans les deux organes (*B. subrubra* et *P. graefi* par exemple) (Kobayashi et al. 1991 ; Van Dyck et al. 2009, 2010).

La multitude des différentes saponines au sein d'une espèce ainsi que les variations inter-individus dans les mélanges de saponines soulèvent la question des fonctions spécifiques de ces molécules. Une espèce de la famille des holothuroïdes peut bien sûr contenir un grand nombre de saponines différentes (plus de 20 dans *H. forskali*) ; le nombre, la position et la nature des unités de monosaccharides varient selon les différents congénères, tout comme le nombre et la position des doubles liaisons, l'hydroxyle, l'acétate, le sulfate et d'autres groupes fonctionnels sur l'aglycone et la chaîne glucidique (Kornprobst 2005 ; Kalinin et al. 2005). Une telle diversité moléculaire devrait constituer un avantage sélectif pour l'animal, les diverses structures moléculaires semblant conférer diverses propriétés aux saponines. Selon Kalinin (2000), la présence d'un groupe sulfate améliore le caractère hydrophile de la saponine, tandis que la longueur et la composition de la chaîne glucidique sont essentielles à son action membranolytique. Cela peut expliquer du moins en partie, la différence de composition de la saponine dans le tégument et les tubes de Cuviers au sein d'une espèce isolée. Pour compliquer encore le tableau, il a récemment été démontré qu'un stress prolongé sur les tubes de Cuvier de *H. forskali*, entraîne la transformation de certains congénères en d'autres, par l'ajout d'un disaccharide (Van Dyck et al. sous presse). Prises dans leur ensemble, toutes les données signalent par conséquent un mécanisme complexe de défense chimique avec, pour une seule espèce, différents ensembles de saponines issus de diverses parties du corps et réagissant différemment au stress. Ce mécanisme ajuste probablement les propriétés des saponines en fonction leurs rôle(s) écologique(s).

## Remerciements

S. Van Dyck et G. Caulier ont bénéficié d'une bourse de doctorat du Fonds belge pour la formation à la Recherche dans l'Industrie et dans l'Agriculture (FRRIA). P. Flammang et P. Gerbaux sont respectivement directeur de recherche et assistant de recherche au Fonds pour la recherche scientifique de Belgique (F.R.S.-FNRS). P. Gerbaux remercie le F.R.S.-FNRS pour sa contribution financière dans l'acquisition du spectromètre de masse Waters Q-ToF Premier et pour son soutien constant. Ce travail a reçu la bourse n° 2.4535.10 du Fonds de la Recherche Fondamentale Collective (FRFC). Cette étude émane du Centre Interuniversitaire de Biologie Marine (CIBIM).

## Bibliographie

- Becker P. and Flammang P. in press. Unravelling the sticky threads of sea cucumbers. A comparative study on Cuvierian tubule morphology and histochemistry. In: von Byern J. and Grunwald I. (eds). Biological adhesive systems — From nature to technical and medical application. Springer Press.
- Bhatnagar S., Dudoet B., Ahond A., Poupat C., Thoisson O., Clastres A., Laurent D. and Potier P. 1985. Invertébrés marins du lagon néocalédonien. IV: Saponines et sapogénines d'une holothurie, *Actinopyga flammea*. Bulletin de la société chimique de France 1:124-129.
- Bingham B.L. and Braithwaite L.F. 1986. Defense adaptations of the dendrochirote holothurian *Psolus chitonoides* Clark. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 98:311-322.
- Dang N.H., Thanh N.V., Kiem P.V., Huong L.M., Minh C.V., and Kim Y.H. 2007. Two new triterpene glycosides from the Vietnamese sea cucumber *Holothuria scabra*. Archives of Pharmacal Research 30:1387-1391.
- Elyakov G.B., Stonik V.A., Levina E.V., Slanke V.P., Kuznetsova T.A. and Levin V.S. 1973. Glycosides of marine invertebrates-I. A comparative study of the glycosides fraction of Pacific sea cucumbers. Comparative Biochemistry and Physiology 44:325-336.
- Elyakov G.B., Kuznetsova T.A., Stonik V.A., Levin V.S. and Albores R. 1975. Glycosides of marine invertebrates-IV. A comparative study of the glycosides from Cuban sublittoral holothurians. Comparative Biochemistry and Physiology 52:413-417.
- Hamel J.F. and Mercier A. 2000. Cuvierian tubules in tropical holothurian: usefulness and efficiency as a defence mechanism. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 33:115-139.
- Han H., Yi Y.H., Li L., Wang X.H., Liu B.S., Sun P. and Pan M.X. 2007. A new triterpene glycoside from sea cucumber *Holothuria leucospilota*. Chinese Chemical letters 18:161-164.
- Han H., Yi Y.H., Liu B.L., Wang X.H. and Pan M.X. 2008. Leucospilataside C, a new sulphated triterpene

- glycoside from sea cucumber *Holothuria leucospilota*. Chinese Chemical letters 19:1462–1464.
- Kalinin V.I. 2000. System-theoretical (holistic) approach to the modelling of structural-functional relationships of biomolecules and their evolution: An example of triterpene glycosides from sea cucumbers (Echinodermata, Holothuroidea). Journal of Theoretical Biology 206:151–168.
- Kalinin V.I., Anisimov M.M., Prokofieva N.G., Avilov S.A., Afiyatulloev S.H., and Stonik V.A. 1996a. Biological activities and biological role of triterpene glycosides from holothuroids (Echinodermata). p. 139–181. In: Jangoux M. and Lawrence L.M. (eds). Echinoderm studies. Balkema, Rotterdam.
- Kalinin V.I., Prokofieva N.G., Likhatskaya G.N., Schentsova E.B., Agafonova I.G., Avilov S.A. and Drozdova O.A. 1996b. Hemolytic activities of triterpene glycosides from the holothurian order dendrochirotida: Some trends in the evolution of this group of toxins. Toxicon 34:475–483.
- Kalinin V.I., Silchenko A.S., Avilov S.A., Stonik V.A. and Smirnov A.V. 2005. Sea cucumbers triterpene glycosides, the recent progress in structural elucidation and chemotaxonomy. Phytochemistry Reviews 4:221–236.
- Kerr R.G. and Chen Z. 1995. In vivo and in vitro biosynthesis of saponins in sea cucumbers. Journal of Natural Products 58:172–176.
- Kitagawa I., Nishino T., Matsuno T., Akutsu H. and Kyogoku Y. 1978. Structure of holothurine B. A pharmacologically active triterpene-oligoglycoside from the sea cucumber *Holothuria leucospilota* Brandt. Tetrahedron Letters 11:985–988.
- Kitagawa I., Nishino T. and Kyogoku Y. 1979. Structure of holothurine A. A pharmacologically active triterpene-oligoglycoside from the sea cucumber *Holothuria leucospilota* Brandt. Tetrahedron Letters 16:1419–1422.
- Kitagawa I., Inamoto T., Fuchida M., Okada S., Kobayashi M., Nishino T. and Kyogoku Y. 1980. Structures of echinoside A and B, two antifungal oligoglycosides from the sea cucumber *Actinopyga echinites* (Jaeger). Chemical and Pharmacological Bulletin 28:1651–1653.
- Kitagawa I., Kobayashi M. and Kyogoku Y. 1982. Marine natural products. IX. Structural elucidation of triterpenoidal oligoglycosides from the Bahamean sea cucumber *Actinopyga agassizi* Selenka. Chemical and Pharmacological Bulletin 30:2045–2050.
- Kitagawa I., Kobayashi M., Son B.W., Suzuki S. and Kyogoku Y. 1989. Marine natural products. XIX. Pervicosides A, B and C, lanostane-type triterpene-oligoglycoside sulfates from the sea cucumber *Holothuria pervicax*. Chemical and Pharmacological Bulletin 37:1230–1234.
- Kobayashi M., Hori M., Kan K., Yasuzawa T., Matsui M., Suzuki S. and Kitagawa I. 1991. Marine Natural Product. XXVII. Distribution of lanostane-type triterpene oligoglycosides in ten kinds of Okinawan sea cucumbers. Chemical and Pharmacological Bulletin 39:2282–2287.
- Kornprobst J.-M. 2005. Substances naturelles d'origine marine : chimiodiversité, pharmacodiversité, biotechnologies. Éditions Tec & Docs. 1834 p.
- Li R., Zhou Y., Wu Z. and Ding L. 2006. ESI-QqTOF-MS/MS and APCI-IT-MS/MS analysis of steroid saponins from the rhizomes of *Dioscorea panthaica*. Journal of Mass Spectrometry 41:1–22.
- Liu B.-S., Yi Y.-H., Li L., Zhang S.-L., Han H., Weng Y.-Y. and Pan M.-X. 2007. Arguside A: a new cytotoxic triterpene glycoside from the sea cucumber *Bohadschia argus* Jaeger. Chemistry and Biodiversity 4:2845–2851.
- Liu B.-S., Yi Y.-H., Li L., Sun P., Yuan W.-H., Sun G.-Q., Han H. and Xue M. 2008a. Arguside B and C, two new cytotoxic triterpene glycosides from the sea cucumber *Bohadschia argus* Jaeger. Chemistry and Biodiversity 5:1288–1297.
- Liu B.-S., Yi Y.-H., Li L., Sun P., Han H., Sun G.-Q., Wang X.H. and Wang Z.-L. 2008b. Arguside D and E, two new cytotoxic triterpene glycosides from the sea cucumber *Bohadschia argus* Jaeger. Chemistry and Biodiversity 5:1425–1433.
- Mackie A.M. and Turner A.B. 1970. Partial characterization of biologically active steroid glycoside isolated from the starfish *Marthasterias glacialis*. Biochemical Journal 117:543–550.
- Matsuno T. and Iba J. 1966. Studies on the saponins of the sea cucumber. Yakugaku Zasshi 86:637–638.
- Matsuno T. and Ishida T. 1969. Distribution and seasonal variation of toxic principles of sea cucumber (*Holothuria leucospilota* Brandt). Experientia 25:1261.
- Nigrelli R.F. 1952. The effect of holothurin on fish, and mice with sarcoma 180. Zoologica 37:89–90.
- Ohta T. and Hikino H. 1981. Structures of four new triterpenoidal oligosides, bivittoside A, B, C and D, from the sea cucumber *Bohadschia bivittata* Mitsukuri. Chemical Pharmacological Bulletin 29:282–285.
- Prokofieva N.G., Chaikina E.L., Kicha A.A. and Ivanchina N.V. 2003. Biological activities of steroid glycosides from starfish. Comparative Biochemistry and Physiology 134:695–701.
- Radhika P., Anjaneyulu V., Rao P.V.S., Makarieva T.N. and Kalinovosky A.I. 2002. Chemical examination of the echinoderms of Indian Ocean: The triterpene glycosides of the sea cucumbers: *Holothuria nobilis*, *Bohadschia aff. tenuissima* and *Actinopyga mauritana* from Lakshadweep, Andaman and Nicobar Islands. Indian Journal of Chemistry 41:1276–1282.



- Rodriguez J., Castro R. and Riguera R. 1991. Holothurinosides: new antitumour non sulphated triterpenoid glycosides from the sea cucumber *Holothuria forskali*. *Tetrahedron* 47:4753–4762.
- Silchenko A.S., Stonik V.A., Avilov S.A., Kalinin V.I., Kalinovsky A.I., Zaharenko A.M., Smirnov A.V., Mollo E., and Cimino G. 2005. Holothurins B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> and B<sub>4</sub>, new triterpene glycosides from Mediterranean sea cucumbers of the genus *Holothuria*. *Journal of Natural Products* 68:564–567.
- Sun G.-Q., Li L., Yi Y.-H., Yuan W.-H., Liu B.-S., Weng Y.Y., Zhang S.-L., Sun P. and Wang Z.-L. 2008. Two new cytotoxic nonsulfated pentasaccharide holostane (=20-hydroxylanostan-18-oic acid -lactone) glycosides from the sea cucumber *Holothuria grisea*. *Helvetica Chimica Acta* 91:1453–1460.
- Thompson J.E., Walker R.P. and Faulkner D.J. 1985. Screening and bioassays for biologically-active substances from forty marine sponge species from San Diego, California, USA. *Marine Biology* 88:11–21.
- Van Dyck S., Gerbaux P. and Flammang P. 2009. Elucidation of molecular diversity and body distribution of saponins in the sea cucumber *Holothuria forskali* (Echinodermata) by mass spectrometry. *Comparative Biochemistry and Physiology B- Biochemistry and Molecular Biology* 152(2):124–134.
- Van Dyck S., Gerbaux P. and Flammang P. 2010. Qualitative and quantitative saponin contents in five sea cucumbers from the Indian Ocean. *Marine Drugs* 8(1):173–189.
- Van Dyck S., Flammang P., Meriaux C., Bonnel D., Salzet M., Fournier I. and Wisztorski M. in press. Localization of secondary metabolites in marine invertebrates: Contribution of MALDI MSI for the study of saponins in Cuvierian tubules of *H. forskali*. *PLoS ONE*.
- Wu, J., Yi, Y.-H., Zou, Z.-R., Wu, H.-M., and Tang, H.-F. 2006a. Two new triterpene glycosides from sea cucumber *Holothuria nobilis*. *Chinese Traditional Herbal Drugs*. 37: 497-500.
- Wu, J., Yi, Y.-H., Tang, H.-F., Wu, H.-M., Zou, Z.-R., and Lin, H.-W. 2006b. Nobilisides A–C, three new triterpene glycosides from the sea cucumber *Holothuria nobilis*. *Planta Medica* 71:932–935.
- Wu J., Yi Y.-H., Tang H.-F., Zou Z.-R. and Wu H.-M. 2006c. Structure and cytotoxicity of a new lanostan-type triterpene glycoside from the sea cucumber *Holothuria hilla*. *Chemical Biodiversity* 3:1240–1254.
- Yamanouchi T. 1955. On the poisonous substance contained in holothurians. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory* 4:183–203
- Yasumoto T., Nakamura K. and Hashimoto Y. 1967. A new saponin holothurin isolated from the sea cucumber *Holothuria vagabunda*. *Agricultural Biology and Chemistry* 31:7.
- Yuan W.-H., Yi Y.-H., Xue M., Zhang H.-W. and La M.-P. 2008. Two antifungal active triterpene glycosides from sea cucumber *Holothuria (Microthele) axiloga*. *Chinese Journal of Natural Medicines* 6:105–108.
- Zhang S.-Y., Yi Y.-H. and Tang H.-F. 2006. Bioactive triterpene glycosides from the sea cucumber *Holothuria fuscocinerea*. *Journal of Natural Products* 69:1492–1495.

## Observations des juvéniles et de la ponte naturelle

### Observations de scission à La Réunion

De : Philippe Bourjon ([seizhavel@wanadoo.fr](mailto:seizhavel@wanadoo.fr))

À la Réunion, la scission d'*Holothuria atra* et *Stichopus chloronotus* a été étudiée et observée pour la première fois chez *H. leucospilota* (Conand *et al.* 1997 ; Conand 2004 ; Kohler *et al.* 2009). Les observations actuelles confirment celles faites précédemment.

L'intérêt du platier intérieur de Planch' Alizés à la Réunion réside dans sa haute densité de populations de *H. atra* et *H. leucospilota*. Le site, considéré comme endommagé, a une bathymétrie moyenne de moins d'un mètre, et est constitué d'un substrat sablonneux avec des débris de corail. L'eutrophication augmente le taux de matière organique, surtout dans le substrat. L'eutrophication et le martèlement constant du sol par les « nageurs » qui fréquentent cette zone appréciée de faible profondeur pourraient être impliqués dans le déclenchement de la scission.

#### Bibliographie

- Conand C. 2005. Suivi de la population scissipare de *Holothuria atra* d'un récif frangeant de l'Île de La Réunion (océan Indien). La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 20:22–25.
- Conand C., Morel C. and Mussard R. 1997. Une nouvelle observation de reproduction asexuée chez les holothuries : scission dans des populations de *Holothuria leucospilota* à La Réunion, Océan Indien. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 9:5–11.
- Kohler S., Gaudron S. and Conand C. 2009. Reproductive biology of *Actinopyga echinites* and other sea cucumbers from Reunion Island (western Indian Ocean): A contribution for a regional management of the fishery. WIOJMS 8(1):97–111.



**Figure 1.** *Holothuria atra* en régénération (spécimen de 6,5 cm) observé sur le site de Planch'Alizés. De nombreux juvéniles et certains individus en phase de régénération étaient mélangés avec un grand nombre d'adultes de *H. leucospilota* et *H. atra*.



**Figure 2.** *Holothuria atra* pendant le processus de scission. Le spécimen repose sur un substrat à fond sablonneux avec des débris de corail et des coraux vivants. La scission a lieu à environ 30% de la portion antérieure du corps de l'animal.

## Observation de juvénile de l'espèce commerciale *Thelenota ananas*, à La Réunion, Océan indien.

De: Florence Trentin, Vie Océane ([florence.trentin@orange.fr](mailto:florence.trentin@orange.fr))

Les juvéniles d'holothuries tropicales sont rarement observés in situ. Cependant, il est essentiel d'avoir des informations sur leur écologie pour appréhender l'analyse du phénomène de recrutement qui reste très peu connu dans ce groupe d'invertébrés.

L'espèce *Thelenota ananas* est peu fréquente sur les récifs de La Réunion. Des individus isolés, adultes ont été observés occasionnellement, mais jamais en populations denses.

On les rencontre, généralement sur les fonds sableux de plus de 25 m (un individu observé le 12/10/2008 sur le sable volcanique au large de St leu, par 45 m de profondeur au lieu dit « Arche de Noé » – longueur de 70 cm minimum, un autre le 18/12/2008 sur la dalle volcanique de « La pointe au sel », par 27 m de profondeur). Ces diverses observations nous conduisent à penser que les adultes ne vivent pas dans les zones coralliennes.

Les photos de juvénile (figure 2) ont été prises le jeudi 15 janvier 2009, 15h30, par 15 m de profondeur, au niveau d'une zone corallienne de vitalité moyenne et à proximité de fonds sableux, au sud de la Pointe au sel (Récif de Saint Leu), au lieu dit « Sec jaune ». L'individu mesurait 14 cm de long environ.

Une photo de juvénile de cette espèce, qui se reproduit en saison chaude, avait été publiée d'un récif de Nouvelle-Calédonie par Conand (1981).

On peut s'interroger sur le fait que cette espèce à La Réunion ne semble pas être directement inféodée aux récifs coralliens mais elle pourrait en dépendre pour le développement de ses juvéniles. Il serait intéressant pas la suite de confirmer l'absence d'adulte dans les zones coralliennes d'une part et la présence de juvéniles pendant la saison chaude sur le récif corallien d'autre part.



Figure 1. *Thelenota ananas* adulte – profondeur : 45 m.



Figure 2. Vues dorsale (A) ventrale (B) d'un juvénile *Thelenota ananas*.



## Observation de juvéniles de *Stichopus chloronotus* à l'état sauvage

De : Nina Yasuda,<sup>1</sup> Coralie Taquet,<sup>2</sup> et Katuki Oki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Post-doctorant JSPS, Institut national de recherche sur la pêche et l'environnement des mers intérieures, Hiroshima (Japon).

<sup>2</sup> Post-doctorante, Département d'informatique mécanique et environnementale, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (Japon). Courriel : coralie.taquet@gmail.com.

<sup>3</sup> Tida Design Limited Company, Amami Island (Japon).

**Espèce :** *Stichopus chloronotus*, Brandt, 1835.

**Site :** Ohama (28°24'07,77"N, 129°27'15,20"E), Naze-Koyado, Amami-city, Île d'Amami (Préfecture de Kagoshima), entre les quatre îles principales du Japon et l'archipel d'Okinawa (Japon). Le climat y est subtropical.

**Date et heure :** 10 juillet 2010, pendant la journée (11h00–13h00, heure locale).

**Phase lunaire :** nouvelle lune

**Observateur/Photographe :** Nina Yasuda (figure 1).

**Bathymétrie et marée :** ~ 1 m, marée haute (de vive-eau).

**Fond :** fond sablonneux avec des débris de corail.

**Note :** Morphologie proche de celle d'un adulte (Conand 1998). Longueur courbée du corps : 5–10 cm. Avec un rapport longueur/largeur similaire à celui d'un adulte ; on les distingue des adultes car ce sont des individus épais et courts issus d'une reproduction asexuée. Sur la côte d'Ohama, il y avait beaucoup de juvéniles de *Stichopus chloronotus* mélangés avec des adultes (la densité totale de *Stichopus chloronotus* était d'environ 0,05 individus m<sup>-2</sup>, et près de 37 individus sur 90 étaient des juvéniles avec une longueur courbée du corps inférieure à 10 cm). À Ohama, les coraux étaient abondants avant le phénomène de blanchissement de 1998. *Stichopus chloronotus* se trouve en général sur des débris de corail. Au cours de la même étude (11 juillet 2010), nous avons trouvé seulement 1 juvénile sur 86 individus dans la population avoisinante de *Stichopus chloronotus* au Cap Ayamaru (28°24'28,88"N, 129°43'00,74"E).

### Bibliographie

Conand C. 1998. Holothurians. p. 1157–1190. In: Carpenter K.E. and Niem V.H. (eds). The living marine resources of the western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. FAO, Rome. 4218 p.



Figure 1. A: juvénile de *Stichopus chloronotus* ; B : adultes de *Stichopus chloronotus* sur des débris de corail à Ohama (Amami Ohshima, Japon).

## Observation d'un juvénile d'*Holothuria scabra* à l'état sauvage

De : Coralie Taquet,<sup>1</sup> Fakhrizal Setiawan,<sup>2</sup> Nina Yasuda,<sup>3</sup> Suharsono,<sup>4</sup> et Kazuo Nadaoka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Post-doctorante, Département d'informatique mécanique et environnementale, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (Japon). Courriel : coralie.taquet@gmail.com.

<sup>2</sup> Agent des services de conservation marine, Wildlife Conservation Society (WCS), Indonesia Marine Program, Kota Manado, Sulawesi Utara (Indonésie).

<sup>3</sup> Post-doctorant JSPS, Institut national de recherche sur la pêche et l'environnement des mers intérieures, Hiroshima (Japon).

<sup>4</sup> Directeur du Centre de recherche pour l'océanographie, Institut Indonésien des Sciences (LIPI), Jakarta (Indonésie).

**Espèce :** *Holothuria (Metriatyla) scabra*, Jaeger, 1833.

**Site :** Pantai Kalinaun (1°38'0,04"N, 125° 9'2,62"E), côte est de la péninsule de Manado (au nord de Bitung, zone terrestre protégée), Manado, Nord de Sulawesi.

**Date et heure :** 15 mai 2010, en journée (15h00–17h00 heure locale).

**Phase lunaire :** nouvelle lune le 14 mai 2010.

**Observateur/Photographe :** Coralie Taquet (figure 1).

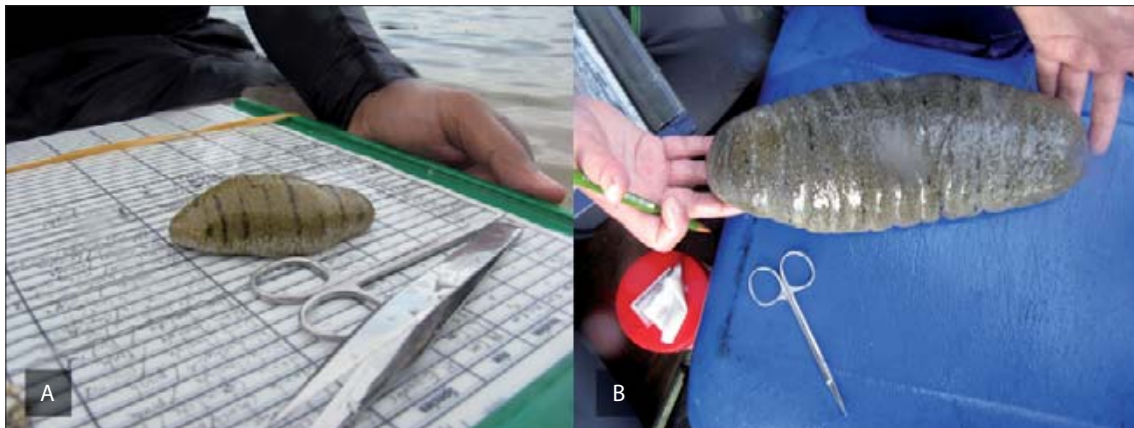
**Bathymétrie et marée :** ~ 10 cm, marée basse (de vive-eau).

**Fond :** herbiers (espèce principale *Thalassia* sp.) sur un fond sablonneux avec des débris de corail.

**Note :** morphologie proche de celle d'un adulte (Conand 1998) : corps ovale (trivium légèrement aplati), couleur de laiton avec un bivium comportant des stries noires, et un trivium blanchâtre. Cependant, les ridules sur le bivium n'étaient pas encore apparentes. Longueur courbée du corps : 10 cm.

### Bibliographie

Conand C. 1998. Holothurians. p. 1157–1190. In: Carpenter K.E. and Niem V.H. (eds). The living marine resources of the western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. FAO, Rome. 4218 p.



**Figure 1. A:** Juvénile d'*Holothuria scabra* à Pantai Kalinaun (Manado, nord de Sulawesi, Indonésie) ; **B:** Adulte d'*Holothuria scabra* à Pulau Pari (archipel de Kepulauan Seribu, nord de Jakarta, Indonésie).

## Observation de ponte naturelle chez *Actinopyga mauritiana*

De : Katsuki Oki,<sup>1</sup> Coralie Taquet,<sup>2</sup> et Nina Yasuda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tida Design Limited Company, Amami Island (Japon).

<sup>2</sup> Post-doctorante, Département d'informatique mécanique et environnementale, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japon. Courriel : coralie.taquet@gmail.com.

<sup>3</sup> Post-doctorant JSPS, Institut national de recherche sur la pêche et l'environnement des mers intérieures, Hiroshima (Japon).

**Espèce :** *Actinopyga mauritiana* (Kuriironamako), Quoy et Gaimard 1833.

**Site :** Kise (28°25'41,60"N, 129°39'21,65"E), Kasari-town, Amami-city, île d'Amami (Préfecture de Kagoshima), situé entre les quatre îles principales du Japon et l'archipel d'Okinawa (Japon). Le climat y est tropical.

**Date et heure :** le 11 juillet 2010, pendant la journée (vers midi, heure locale).

**Phase lunaire :** nouvelle lune.

**Observateur/Photographe :** Katsuki Oki (malheureusement, il n'a pas été possible de photographier des individus en ponte).

**Bathymétrie :** ~ 1 m ; la zone n'est jamais exposée, même à marée de vive-eau.

**Fond :** peu profond, sablonneux (débris de corail et sable) avec quelques algues.

**Marée :** haute (de vive-eau), presque pas de courant de marée à ce moment-là.

**Note :** belle journée presque sans couverture nuageuse ; l'eau de mer était limpide et brillante. Il y avait quatre individus (peut-être tous mâles) en train de pondre dans cette zone. Durant la ponte leur corps était courbé, et un fil blanchâtre qui troublait graduellement l'eau était émis par l'extrémité de la portion verticale de leur corps, qui se balançait doucement.



## Communications

**De :** Cathy Hair,<sup>1</sup> Teari Kaure,<sup>2</sup> Paul Southgate,<sup>1</sup> Timothy Pickering<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université James Cook, Townsville (Australie). Courriel : cathy.hair@jcu.edu.au

<sup>2</sup> Service des pêches, Galoa (Îles Fidji)

<sup>3</sup> Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Suva (Îles Fidji).

### Avancée possible dans l'élevage en éclosérie de l'holothurie de sable *Holothuria scabra* en utilisant du concentré d'algue comme nourriture

Cette communication traite d'une avancée possible importante dans la stratégie de nourrissage des larves de l'holothurie à forte valeur marchande d'*Holothuria scabra* (holothurie de sable). Des méthodes de routine efficaces pour la production en éclosérie de l'holothurie de sable ont été élaborées (James *et al.* 1994, Agudo 2006 ; Duy 2010) et sont basées sur l'apport de micro-algues vivantes pour nourrir les larves. Bien qu'un régime composé de deux ou trois espèces soit généralement considéré comme préférable (Agudo 2006 ; Duy 2010), *Chaetoceros muelleri* peut être utilisée efficacement seule durant tout l'élevage larvaire (Duy 2010). Duy (2010) a aussi signalé l'*Isochrysis* tahitien (*T. iso*) comme nourriture appropriée durant les premiers jours d'élevage des larves, mais cette espèce ne peut servir d'aliment unique (Knauer, en préparation). Après fixation, les larves pentactula et les juvéniles précoces de l'holothurie de sable sont nourries avec des micro-algues unicellulaires vivantes ou des diatomées (par exemple *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Skeletonema* spp.), ainsi qu'avec des algues séchées commercialisées telles que « Algamac 2000 » et *Spirulina* (Agudo 2006 ; Duy 2010).

La culture de micro-algues vivantes peut être peu fiable, chère et difficile sur le plan technique. Le manque de ressources et de compétences appropriées constitue un obstacle majeur au développement d'une mariculture reposant sur des écloséries dans beaucoup de pays tropicaux, en particulier dans les pays insulaires du Pacifique. Si plusieurs produits ont été étudiés en tant que substituts possibles aux micro-algues pour nourrir les larves des invertébrés (Knauer et Southgate 1999), les micro-algues séchées et le concentré de micro-algues sous forme de pâte ont obtenu des résultats particulièrement prometteurs (Southgate 2003). Des concentrés de micro-algues fabriqués aux États-Unis d'Amérique et commercialisés sur le marché (Instant Algae®, Reed Mariculture) sont utilisés avec succès aux Tonga depuis trois ans en tant que seule source de nourriture pour la production en éclosérie de l'huitre perlière à ailes noires dans le cadre d'un projet financé par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) (Teitelbaum et Fale 2008). Il est clair que ces produits pourraient avoir un potentiel comme source de nourriture pour les larves d'autres invertébrés marins, tels que les holothuries.

Un projet de transfert de technologies réalisé récemment aux Îles Fidji (financé par l'ACIAR) a expérimenté la production de l'holothurie de sable dans l'éclosérie marine du Service des pêches Galoa, sur l'île de Viti Levu. Les essais d'élevage de larves ont été compromis par le volume inadéquat et la qualité relativement basse des micro-algues vivantes disponibles, mais ils ont offert une bonne occasion d'évaluer la valeur nutritionnelle du produit Shellfish Diet 1800® réalisé à base d'Instant Algae® pour les larves d'holothurie de sable. Shellfish Diet® est composé d'un mélange d'*Isochrysis* (30%), de *Tetraselmis* (20%), de *Pavlova* (20%) et de *Thalassiosira weissflogii* (30%) (voir les informations du fabricant : <http://www.reed-mariculture.com>). Il est disponible en bouteilles d'un litre à une concentration d'environ 2 milliards de cellules mL<sup>-1</sup>. Le produit ne contient pas d'agents conservateurs.

L'essai n'était pas planifié et le nourrissage a commencé de manière classique en partant de l'hypothèse qu'il y aurait suffisamment de micro-algues vivantes disponibles. Sur les deux bassins d'élevage des larves de 1 000 L, le bassin 1 a été alimenté en micro-algues vivantes (20 K cellules mL<sup>-1</sup> de *T. iso*) le deuxième jour (premier jour de nourrissage) et le cinquième jour en petite quantité (10 K cellules mL<sup>-1</sup> de *T. iso*). La plus grande partie (environ 90%) du régime alimentaire des larves pendant les 10 jours restants était composé de Shellfish Diet® (jusqu'à 45 K cellules mL<sup>-1</sup>). Dans le bassin 2, environ 60% de la nourriture a été constitué par du Shellfish Diet® durant la même période. Les larves se trouvant dans deux bassins de 500 L (bassins 3 et 4) ont été nourries essentiellement de micro-algues vivantes (*T. iso* et *Chaetoceros*) (environ 60% de l'apport nutritionnel durant la période de culture) complété par du Shellfish Diet® si besoin. Les larves élevées principalement avec du Shellfish Diet® (bassins 1 et 2) étaient présentes en quantité raisonnable au stade auricularia final (environ 30% de survie au 9<sup>ème</sup> jour). Elles ont atteint le stade doliolaria (11<sup>ème</sup> jour) puis se sont fixées au stade pentactula au 15<sup>ème</sup> jour. Aux stades auricularia et doliolaria avancés les larves présentaient des nodules hyalins bien développés, atteignaient leur taille maximum (conformément à la littérature scientifique), et paraissaient normales.

Cette étude représente la première expérience réussie d'élevage en éclosérie de larves d'holothurie de sable avec un régime alimentaire qui ne soit pas composé uniquement de micro-algues vivantes. En effet, nos résultats, bien que préliminaires, indiquent qu'une grande partie du régime en micro-algues peut être remplacé par du Shellfish Diet® sans compromettre la croissance et la survie des larves d'holothurie de sable. Ces résultats ont des implications majeures pour le développement technologique futur de l'élevage en éclosérie de l'holothurie de sable et des holothuries tropicales en général. L'usage généralisé d'Instant Algae® comme source de nourriture pour les larves d'holothuries constituerait

une solution moins coûteuse, plus facile et plus efficace pour l'élevage en éclosure dans les pays insulaires océaniques et permettrait la diversification des éclosures à faible intensité technologique dans la région ; ce qui serait impossible si on s'appuyait sur la culture de micro-algues vivantes. Les produits Instant Algae® se conservent plusieurs mois au réfrigérateur, et, pour certaines espèces, jusqu'à deux ans au congélateur. Même si le prix d'achat est relativement élevé, leur utilisation débouche sur des économies importantes par rapport aux frais d'exploitation d'une unité de culture de micro-algues.

Il reste néanmoins encore beaucoup de travaux de recherches à réaliser avant que cette évolution soit envisageable. Par exemple, il se pose des questions sur le comportement physique d'Instant Algae® dans la colonne d'eau (les cellules ne sont pas motiles et ont une flottabilité négative) ainsi que la nécessité éventuelle de modifier les régimes de nourrissage et les systèmes actuels de culture (par exemple l'aération) conçus pour l'usage de micro-algues vivantes. Des études nutritionnelles ciblées devraient être entreprises pour savoir si Instant Algae® fournit les nutriments nécessaires à tous les stades de développement des larves de *H. scabra* (les micro-algues vivantes pourraient en effet être nécessaires à certains stades critiques du développement), et afin d'évaluer la valeur nutritionnelle relative des cinq produits présents dans la gamme Instant Algae® pour les larves d'holothurie de sable. Ces questions, ainsi que d'autres ayant trait à l'usage de ces produits dans l'élevage des larves d'holothurie de sable, seront abordées dans le cadre de recherches en cours à l'Université James Cook.

### Bibliographie

- Agudo N. 2006. Sandfish hatchery techniques. Australian Centre for International Agricultural Research, Secretariat of the Pacific Community and the WorldFish Center.
- Duy N.D.Q. 2010. Seed production of sandfish (*Holothuria scabra*) in Vietnam. SEAFDEC Aquaculture Extension Manual No. 48.
- James D.B., Gandhi A.D., Palaniswamy N. and Rodrigo J.X. 1994. Hatchery techniques and culture of the sea cucumber *Holothuria scabra*. Central Marine Fisheries research Institute Special Publication No. 57.
- Knauer J. and Southgate P.C. 1999. A review of the nutritional requirements of bivalves and the development of alternative and artificial diets for bivalve aquaculture. *Reviews in Fisheries Science* 7:241–280.
- Knauer J. (in prep.). Growth and survival of larval sandfish, *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea), fed different micro-algae. Submitted to the *Journal of the World Aquaculture Society*.
- Southgate P.C. 2003. Feeds and food production. p. 172–198. In: Lucas J.S. and Southgate P.C. 2003. (eds). *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*. Blackwell Publishing Ltd. Oxford.
- Teitelbaum A. and Fale P. 2008. Support for the Tongan pearl industry. *SPC Pearl Oyster Information Bulletin* 18:11–14.

### Présentations à la 7e Conférence européenne sur les échinodermes : Echinoderm Research 2010. Université de Göttingen, Allemagne, 2–9 October 2010

**Caballero-Ochoa and Laguarda-Figueras** : Zoogeography of holothurians (Echinodermata : Holothuroidea) of the Mexican Pacific Ocean [*exposé oral*].

**Caulier, Flammang, Gerbaux, Rakotoarisoa and Eeckhaut** : When a repellent becomes an attractant : Harmful saponins are kairomones that maintain the symbiosis between the Arlequin crab and their sea cucumber hosts [*exposé oral*].

**Hennebert and Flammang** : Echinoderms don't suck : Evidence against the involvement of suction in tube foot attachment [*exposé oral*].

**Mezali and Paulay** : About the taxonomic status of aspidochirotid holothurians inhabiting the *Posidonia oceanica* meadow in the Algerian area [*exposé oral*].

**Navarro, Tuya and González** : Population density and size distribution of *Holothuria sanctori*, *Holothuria dakarensis* and *Holothuria arguinensis* (Holothuroidea : Aspidochirotida) on Gran Canaria, Canary Islands (Central–Eastern Atlantic) [*exposé oral*].

**Palazón-Fernández** : Casual hermaphroditism in a population of the gonochoric sea cucumber, *Isostichopus badionotus* Selenka (Echinodermata : Holothuroidea) of north eastern Venezuela [*présentation par affichage*].

**Reich and O'Loughlin** : Modern holothurian calcareous ring anatomy and stereom structure — the need for more detailed studies and research [*présentation par affichage*].

**Reich and Stöhr** : Hard-part morphology of the sea cucumber *Eupyrgus scaber* (Holothuroidea : Molpadiida : Eupyrgidae) [*présentation par affichage*].

**Rogacheva, Gebruk and Alt** : Swimming in deep-sea holothurians : an adaptation to the mid-ocean ridge environment? [*exposé oral*].

**Thandar and Arumugam** : A new family within the holothuroid order Dactylochirotida [*exposé oral*].

De : Sharon Ng, Irwin Wong et Poh Sze Choo

WWF – Malaisie, 49, Jalan SS23/15, Taman SEA, 47400 Petaling Jaya, Selangor, Malaisie

### Rapport sur l'atelier régional de WWF Organisation mondiale de protection de la nature – Malaisie sur « La faisabilité de l'élevage de l'holothurie de l'ormeaux en tant qu'activité rémunératrice de substitution à Semporna, Sabah »

Un atelier régional organisé et parrainé par le WWF – Malaisie sur « la faisabilité de l'élevage de concombres de mer et d'ormeaux en tant qu'activité rémunératrice de substitution à Semporna, Sabah » a eu lieu du 14 au 16 avril 2010 à Semporna. L'atelier a accueilli environ 40 participants en provenance de Malaisie, Singapour et des Philippines ; on trouvait parmi eux des scientifiques, des fonctionnaires, des pêcheurs, des commerçants, des représentants d'organisations non-gouvernementales (ONG) ainsi que des communautés côtières locales. Ce rapport se centre sur l'agenda et les recommandations spécifiques qui ont été formulées par les participants sur les holothuries.

Les objectifs de l'atelier étaient les suivants :

- Étudier la faisabilité de l'élevage de l'holothurie et de l'ormeau rémunératrice de substitution à Semporna ;
- Examiner les enseignements et les meilleures pratiques issues de l'élevage d'holothurie et de l'ormeau sur le plan local et à l'étranger ;
- Évaluer la possibilité de monter un projet pilote ainsi que les partenaires éventuels d'un tel projet.

Parmi les documents de travail présentés au cours de l'atelier, et qui étaient relatifs à l'élevage de l'holothurie, on peut citer :

- Présentation de l'Ecorégion marine de Sulu-Sulawesi (SSME), Semporna et objectifs de l'atelier : Kenneth Kassem ;
- Étude des pêcheries d'holothurie et d'ormeau en Malaisie : Choo Poh Sze ;
- Élevage de l'holothurie aux Philippines et enseignements à tirer : Ruth Gamboa ; et
- Projet d'élevage commercial de l'holothurie : Teng Seng Keh.

#### Principaux sujets de discussion et recommandations de l'atelier

- Pour les participants, l'élevage de l'holothurie en enclos paraît plus adapté à Semporna à cause des particularités locales du sol. Le substrat rocheux y est très proche de la surface, rendant difficile la construction de bassins.
- Une écloserie d'holothurie est nécessaire, et il existe deux solutions pour obtenir le stock de géniteurs : 1) les acheter, auprès de pêcheurs notamment, à Sabah, ou 2) les importer des pays voisins tels que l'Indonésie ou les Philippines.
- L'écloserie de Sabah Parks à Bohey Dulang est considérée comme un site propice à l'implantation d'une écloserie d'holothuries.
- Les pouvoirs publics devraient prendre l'initiative de la construction de cette écloserie d'holothuries.
- Le gouvernement devrait désigner une zone pour l'élevage d'holothuries. L'implantation des élevages dans une même zone pourrait aussi aider contribuer au regroupement des géniteurs et faciliter le recrutement naturel des holothuries.
- Les participants estiment qu'une aide au financement – sous forme de micro-crédits ou de prêts sans intérêt aux éleveurs – soit nécessaire et devrait provenir des pouvoirs publics ou des ONG. L'obtention de la taille minimum commercialisable de 250 g peut prendre jusqu'à un an et demi, et il pourrait s'avérer nécessaire de fournir une aide financière aux mariculteurs pendant la phase de grossissement.
- Il convient d'étudier la possibilité d'une aide publique le cadre des projets *Projek Rakyat Termiskin* (s'adressant aux plus démunis) et *Projek Luar Bandar* (projet de développement rural) afin de financer les activités des mariculteurs.
- On pourrait envisager l'option de l'élevage intégré d'holothuries avec du poisson, ou des algues, en particulier au sein des fermes piscicoles ou des installations d'algoculture existantes.
- Des visites effectuées sur le terrain le 16 et 17 avril ont permis de désigner les sites de Nusa Tengah et Omodal comme appropriés pour l'élevage d'holothuries.



Les participants à l'atelier régional sur « la faisabilité de l'élevage de l'holothurie et de l'ormeau en tant qu'activité rémunératrice de substitution à Semporna, Sabah » qui a eu lieu à Semporna du 14 au 16 avril 2010.



Les participants ont visité plusieurs sites afin d'observer la pêche de l'holothurie à Semporna.



*De : Choo Poh Sze*

**Écorégion marine de Sulu-Sulawesi (EMSS) – Rapport d'étude sur « la faisabilité de l'élevage de l'holothurie et de l'ormeau en tant qu'activité rémunératrice de substitution à Semporna, Sabah » : Projet-5000-MY025611 et 5140-MY025641-INTL).**

Comme l'indique son titre, ce rapport traite de la faisabilité de l'élevage de l'holothurie et de l'ormeau en tant qu'activité rémunératrice de substitution à Semporna, Sabah. Il débute par un bref compte-rendu sur le déclin des pêcheries d'ormeau et d'holothurie à Sabah, et explique pourquoi il est important de cultiver ces deux ressources.

Un examen de la littérature concernant les pêcheries d'holothurie et d'ormeau à Sabah indique un déclin de la population sauvage de ces deux ressources. Les captures annuelles moyennes d'holothuries entre 2000-2005 s'élevaient à 137 tonnes, tandis que pour les ormeaux elles étaient de 39 tonnes entre 2003-2005. Les pêcheries à forte valeur commerciale d'holothuries de sable et d'holothuries blanches à mamelles semblent être très menacées et la pêche d'holothuries à Sabah concerne principalement des espèces de moindre valeur telles que l'holothurie léopard (*Bohadschia argus*), l'holothurie noire (*Actinopyga* sp.), *Stichopus variegatus* (= *S. hermanni*, curryfish), l'holothurie trompe d'éléphant (*Microthele axiologa*) et *Halodeima atra* (lollyfish). La seule espèce d'ormeau exploitée commercialement est *Haliotis asinina* (donkey-ear abalone).

Actuellement, il n'existe pas de réglementation de la pêche des holothuries et des ormeaux, ce qui a abouti à une surpêche de ces deux ressources. Dans le contexte de la présente étude, 74% des pêcheurs interrogés ont signalé un déclin des ressources d'ormeaux et d'holothuries, et ont proposé que les pêcheries soient réglementées avec l'imposition d'une taille minimum pour la récolte.

Il est urgent d'arrêter le déclin de ces deux ressources par le biais de l'aquaculture et du pacage marin. La pêche de l'holothurie et de l'ormeau offre des possibilités de subsistance à de nombreux habitants démunis et sans terre. Garantir la viabilité, c'est permettre aux plus pauvres de ne pas être privés d'une source de revenus indispensables. Seules 10% des personnes ayant pris part à cette enquête ont déclaré avoir des revenus mensuels supérieurs à RM1000 (RMD 1,00 = USD 0,30) – un montant supérieur au seuil de pauvreté par ménage pour Sabah (RM960).

Bien que l'élevage d'holothuries existe depuis le début des années 2000, on n'a pas vu la mise en place de production de géniteurs et d'installation de grossissement à grande échelle. Les essais de grossissement en enclos marins sont limités par une réserve insuffisante de géniteurs à l'état sauvage, et il n'y a pas sur place de production de juvéniles en éclosure. Le secteur privé a manifesté un intérêt pour l'élevage de l'ormeau, avec des espèces d'eau tempérées (*Haliotis iris* et *H. discus*) élevées avec succès à petite échelle. L'élevage d'espèces tropicales et subtropicales (*H. asinina* et *H. diversicolor supertexta*) a aussi été réalisé avec succès à une échelle commerciale par une société à Luban, en Malaisie orientale. Environ 90 % des pêcheurs interrogés ont signalé leur intérêt pour l'élevage d'ormeaux et d'holothuries.

Une proposition de projet pilote destiné à lancer l'élevage de l'ormeau et de l'holothurie (impliquant divers organismes publics et ONG à Semporna) est comprise dans le rapport de l'atelier.

*De : Martin Brogger*

Chers amis,

Le premier congrès latino-américain sur les échinodermes aura lieu du 13 au 18 novembre 2011 à Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn (Argentine). La deuxième circulaire est disponible (en espagnol) sur le site internet de la réunion à l'adresse suivante : [www.cle2011.com.ar](http://www.cle2011.com.ar)

Le programme prévu est le suivant : dimanche 13 novembre : arrivée et réception le soir ; lundi, mardi, jeudi et le vendredi dans la matinée : sessions de présentations orales et affiches ; mercredi : visites sur le terrain et banquet le soir. Toutes les présentations en espagnol, portugais et anglais sont les bienvenues.

N'hésitez pas à prendre contact avec nous si vous désirez plus d'information concernant le congrès.

En espérant vous voir à Puerto Madryn.

**De :** Christine Mae A. Edullantes et Marie Antonette Juinio-Meñez

Département de science et de technologie avec le soutien financier du Conseil des Philippines pour le développement de la recherche aquatique et marine.

Depuis toujours, l'holothurie constitue une source de revenus pour beaucoup d'habitants des villages côtiers des Philippines. Cependant, en raison de la forte demande du marché international, la récolte et la production d'holothuries ont connu un déclin. *Stichopus* spp., connu localement sous le nom d'*hanginan*, compte parmi les nombreuses espèces d'holothuries à forte valeur marchande du pays. Elle est généralement prélevée dans la zone littorale puis transformée, séchée et vendue sous forme de *trepang*.

Une partie des travaux en cours dans le cadre du programme de recherche sur les holothuries de l'Institut des sciences marines de l'Université des Philippines porte sur la mise au point de techniques de gestion et de culture permettant la reconstitution de populations d'espèces d'intérêt commercial autres que *Holothuria scabra*. Des essais d'élevage de *Stichopus* spp. ont débuté en mars 2009 dans l'écloserie à ciel ouvert du Laboratoire Marin de Bolinao. Trois lots de larves ont été obtenus suite à une ponte spontanée en écloserie, et la mise en élevage du dernier lot a permis d'obtenir plusieurs milliers de juvéniles de taille supérieure à 5 cm. Les juvéniles précoces (~1 cm) ont été élevés dans des cages de type *hapa* à une profondeur d'environ 2 m. La croissance enregistrée était variable, certains juvéniles atteignant une taille de 7 cm après trois mois d'élevage dans des cages *hapa* tandis que d'autres étaient beaucoup plus petits (figure 1). On procèdera à de nouveaux essais de ponte et à d'autres études sur le grossissement afin d'améliorer nos connaissances sur la biologie et l'écologie de l'espèce en question.

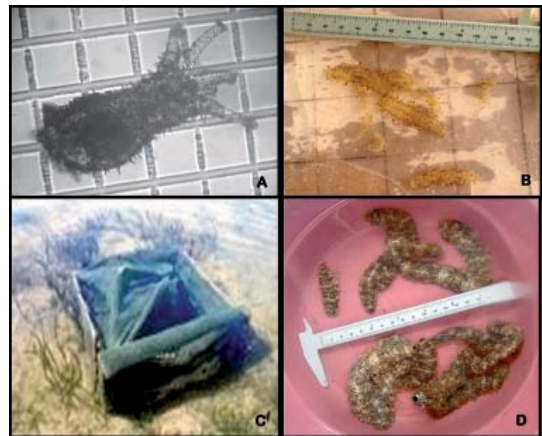


Figure 1. *Stichopus* spp. élevé au laboratoire Marin de Bolinao.

**De :** Beth Polidoro, Marcelo Tognelli, Heather Harwell, Cristiane Elfes (Facilitateurs UICN), Amancay Cepeda, José F. González-Maya, Diego A. Zárrate-Charry (Hôtes ProCAT) et Juan José Alvarado, Milena Benavides, Chantal Conand, Erika Paola Ortiz, Ruth Gamboa, Jean-François Hamel, Annie Mercier, Steve Purcell, Veronica Toral-Granda (scientifiques)

### Atelier sur la Liste rouge de l'UICN pour les holothuries

Un atelier consacré à la Liste rouge des holothuries de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a eu lieu à Carthagène (Colombie) du 17 au 21 mai 2010. L'atelier s'inscrivait dans le cadre de l'Évaluation mondiale des espèces marines (GMSA), une initiative de Conservation International (CI) et de l'UICN, et était organisé par l'ONG locale ProCAT Colombia. L'objectif principal de cet atelier de cinq jours était de réunir des experts scientifiques régionaux et internationaux afin de réaliser, pour la première fois, une évaluation de l'état de conservation et de la probabilité d'extinction d'environ 300 espèces d'holothuries (Echinodermata : Holothuroidea : Aspidochirotida) en appliquant les critères de la Liste rouge de l'UICN. Les résultats de cet atelier important, sous forme d'évaluations d'espèces pour la Liste rouge, apporteront des informations très utiles pour les mesures de conservation à prendre en leur faveur partout dans le monde, et seront publiés au public sur le site Internet de la Liste rouge de l'UICN sur les espèces menacées (<http://www.iucnredlist.org>).

La démarche d'évaluation de la Liste rouge de l'UICN est basée sur l'évaluation de clades entiers d'espèces, afin de mieux comprendre l'état de groupes taxonomiques entiers et de fournir des données de référence sur toutes les espèces au sein d'un même groupe. Le processus d'évaluation s'appuie largement sur l'expertise et la participation de centaines de scientifiques et d'institutions. Les participants à l'atelier sur les holothuries se sont réunis à l'Hôtel Bahia à Carthagène (Colombie) durant cinq jours afin d'élaborer des ébauches d'évaluations concernant plus de 300 espèces d'holothuries pour la Liste rouge. L'objectif de l'atelier était d'évaluer les 66 espèces commerciales reconnues par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ainsi que les 250 espèces restantes de l'ordre des Aspidochirotida. À partir d'une analyse de la littérature scientifique et des avis des experts, les participants ont, pour chaque espèce, fourni des données sur la taxonomie, la répartition, l'état de la population, l'habitat et l'écologie, les menaces principales et les mesures de conservation en place ou recommandées. Ces données ont ensuite été utilisées pour appliquer collectivement les catégories et critères de l'UICN pour la Liste rouge (UICN 2001), qui emploient des seuils quantitatifs afin de déterminer la probabilité d'extinction de chaque espèce, correspondant à une catégorie de la Liste rouge.

Au cours de l'année prochaine, toutes les descriptions d'espèces et les résultats de l'atelier feront l'objet d'un examen approfondi et d'une vérification de leur cohérence avant d'être finalisés. Au cours de cet examen, d'autres spécialistes seront consultés afin de fournir, dans la mesure du possible, les données manquantes. L'exactitude technique de toutes les descriptions d'espèces et leur classification dans la Liste rouge seront aussi vérifiées. En outre, une carte numérique de répartition géoréférencée sera produite pour chaque espèce afin de permettre des analyses spatiales supplémentaires des données. Le produit final, comprenant des cartes numériques de répartition, des informations complètes sur les espèces,

et la catégorie de chaque espèce, doivent être publiés dans la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN de 2011.

Les catégories et les critères de la Liste rouge de l'UICN constituent le système le plus largement reconnu pour la classification du risque d'extinction des espèces. Les résultats complets de cette toute-première évaluation pour la Liste rouge des espèces commerciales et non-commerciales d'holothuries de l'ordre des Aspidochirotida, vont modifier les priorités en matière de conservation de ces espèces dans le monde, et fourniront l'état des lieux le plus à jour de l'état actuel des connaissances sur chaque espèce et de leur situation démographique à l'échelon mondial.

Une fois publiées, les évaluations par espèce de la Liste rouge de l'UICN pourront être mises à jour régulièrement en fonction de la disponibilité de données de meilleure qualité ou plus récentes, et toute modification ultérieure de catégorie d'une espèce inscrite sur la Liste rouge constituera un indicateur majeur du succès ou de l'échec des mesures de conservation la concernant.

## Bibliographie

IUCN. 2001. IUCN Red List categories and criteria version 3.1. Available: [http://www.redlist.org/info/categories\\_criteria2001.html](http://www.redlist.org/info/categories_criteria2001.html).

*De: Chantal Conand*

Chers amis, je tenais à attirer votre attention vers le site Internet DORIS (<http://doris.ffessm.fr/>) dont nous reproduisons ci-dessous la page d'accueil. Ce site fourmille d'informations détaillées sur la biologie d'espèces marines, dont certaines espèces d'holothuries. C'est un site créé, géré et mis à jour par et pour (mais pas seulement!) les plongeurs sous-marins, sous l'égide de la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins (FFESSM).

## DORIS : La biodiversité sous-marine vue par les plongeurs...

DORIS est l'acronyme de : Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatiques. C'est un projet collectif de la Commission Nationale Environnement et Biologie Subaquatiques (CNEBS) qui a démarré fin 2004. Cette commission fait partie de la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins (FFESSM).

Ce site Internet (<http://doris.ffessm.fr/>) a vu le jour grâce à un investissement d'un maximum de compétences par le biais des différentes "commissions régionales biologie et environnement subaquatiques" et grâce à une synergie entre biologistes et photographes. La majorité des participants sont licenciés à cette Fédération. Découvrez-les sur le site dans « les participants » et faites connaissance avec leur noyau dur dans « l'équipe DORIS ».

Vous qui découvrez DORIS et qui vous étonnez peut-être de l'absence de certaines espèces que vous auriez aimé trouver, sachez que DORIS est jeune, et qu'il est prévu que le plus rapidement possible le maximum de fiches soit rédigées. Plus de 700 contributeurs actifs sont déjà à pied d'œuvre. Vous pouvez consulter la liste des espèces pour lesquelles les fiches sont en cours de rédaction et seront prochainement mises en ligne, ainsi que la liste des espèces que nous proposons à la rédaction.

En parcourant les liens du site, vous découvrirez la "Genèse et les objectifs" du projet DORIS, une présentation de "L'équipe DORIS" et des "Doridiens" et une "Foires aux questions" sur le projet, avec en particulier les modalités pour s'y associer. Les "Chroniques Doridiennes" relatent les événements importants dans le développement du projet.



Participants à l'atelier UICN.

Figure 1. La page du site DORIS dédiée à *Thelenota ananas*



## Résumés et nouvelles publications

### Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach.

S.W. Purcell

Source: Edited/compiled by Lovatelli A., Vasconcellos M. and Yimin Y. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 520. Rome, FAO. 2010. 157 p. <http://www.fao.org/docrep/012/i1384e/i1384e00.htm>

Les concombres de mer représentent des ressources importantes pour les moyens de subsistance de population et les écosystèmes côtiers. Soixante espèces au moins sont pêchées dans 40 pays, et la plupart d'entre elles sont transformées puis exportées vers les marchés asiatiques. Les concombres de mer semblent généralement avoir un renouvellement de population plus lent et sont facilement récoltés dans les eaux peu profondes des zones tropicales. Avec des prix de vente au détail allant jusqu'à 300-500 dollars des États-Unis le kilo (séché), leur exploitation a souvent été aveugle et excessive. Ces dernières années, la surpêche a provoqué l'extinction locale d'espèces de grande valeur dans certains sites et entraîné la fermeture de nombreuses pêcheries à l'échelle nationale, pour permettre aux stocks de se reconstituer et pour établir des plans de gestion plus durables. Hormis quelques pays développés, seul un petit nombre de pêcheries de concombres de mer font actuellement l'objet d'une gestion durable. Ces zones de pêche présentent d'importantes disparités en terme d'échelle des activités, d'état des stocks et de capacités des organismes de gestion. Par conséquent, certaines mesures de gestion seront adéquates dans le contexte de certaines pêcheries, mais pas dans d'autres. Ce document présente un cadre logique destiné à aider les gestionnaires des pêches à choisir une série appropriée de mesures de réglementation et de gestion, et à préciser les modes d'exploitation, les limitations et les moyens de mise en œuvre de ces mesures. Ce document comporte cinq grandes parties. La première présente une vue générale de la biologie et de l'écologie du concombre de mer, du marché international de la bêche de mer, des types de pêcheries et de leur statut mondial (c'est-à-dire de l'abondance de leur population). La deuxième partie résume les principes et méthodes de gestion des pêcheries, et particulièrement de l'approche écosystémique. La troisième partie constitue la « feuille de route », les instructions, les organigrammes et tableaux destinés à guider les responsables des pêches dans le choix des mesures appropriées à leur situation. Les quatrième et cinquième parties abordent l'application de chaque mesure de réglementation et de gestion – avec des encadrés sur les Exemples et Leçons apprises illustrant les problèmes de gestion et les solutions potentielles émanant de divers sites de pêche. Il est impératif d'améliorer la gestion des stocks de concombre de mer. Le meilleur moyen d'y parvenir est d'appliquer l'approche écosystémique, mettant en œuvre de multiples mesures de gestion et de réglementation, en prenant pleinement en compte les stocks de concombre de mer, leurs écosystèmes et les systèmes socio-économiques entraînant son exploitation. L'engagement des pouvoirs publics, des services des pêches et des scientifiques en faveur du développement, de l'application et du strict respect de l'approche écosystémique sera essentiel pour assurer la durabilité des populations de concombres de mer, au bénéfice des générations actuelle et futures.

### Sea cucumber aquaculture — promising opportunity for sustainable sea cucumber fishery in South-East Asia

D.A.B. Giraspy and G.W. Ivy

Source: Asian-Pacific Aquaculture 2009, Kuala Lumpur, Malaysia

La surexploitation touche les populations de concombres de mer dans le monde entier ; l'aquaculture et les programmes de reconstitution des stocks sont nécessaires pour ramener les sites de pêche dépeuplés à un niveau acceptable. La demande de bêche de mer s'accroît de manière importante en Asie, ce qui rend le concombre de mer plus vulnérable à l'exploitation. *Holothuria scabra* (holothurie de sable) et *H. lessoni* sont les espèces tropicales les plus cotées, atteignant les prix les plus élevés sur le marché international ; ces espèces sont disponibles dans les eaux malaises. Il existe aussi des espèces appréciées par tradition, comme l'holothurie verruqueuse (*Stichopus horrens*) qui a plus de valeur dans la culture chinoise. Depuis quelque temps, l'aquaculture de concombres de mer tropicaux cotés comme *H. scabra* et *H. lessoni* suscite un vif intérêt ; ces espèces sont présentes dans toute l'Asie du sud-est. Des eaux relativement chaudes, une grande disponibilité de ces espèces, une bonne qualité de l'eau, des environnements côtiers appropriés et l'existence de sites de grossissement en mer dans ces régions, ainsi que la disponibilité des techniques commerciales, offrent des perspectives très prometteuses à l'aquaculture des concombres de mer. Le cycle typique d'aquaculture commerciale comprend : a. la collecte et la gestion du stock reproducteur ; b. la stimulation du frai et la fécondation ; c. l'élevage et l'alimentation des larves ; d. le développement et la fixation des larves ; e. l'élevage en nurserie des juvéniles ; f. le pré-grossissement des juvéniles ; g. le pacage en mer ou l'élevage en bassin. La demande asiatique d'aliments ou de médicaments humains issus du concombre de mer reste forte et croissante, offrant un marché ouvert aux activités d'élevage commercial du concombre de mer. Fort d'une longue expérience dans le développement de l'aquaculture du concombre de mer, *Sea cucumber consultancy* a développé la technologie d'écloserie pour la production de masse de deux des espèces tropicales les plus importantes. Grâce à des techniques de pointe, des millions de juvéniles *H. scabra* et *H. lessoni* peuvent être produits régulièrement dans l'écloserie spécialisée. Ces juvéniles peuvent servir à reconstituer les stocks appauvris en milieu naturel, ou être élevés dans des bassins ou des lagons pour répondre à la demande croissante du marché. La production en écloserie de l'espèce indigène d'holothurie verruqueuse (gamat) est également possible grâce à des techniques existantes, renforçant cette industrie locale. L'élevage du concombre de mer pourrait pallier l'appauvrissement des populations naturelles et permettre une pêche durable.

### Diel burying by the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*

S.W. Purcell

Source: Marine Biology 157:663–671 (2010)

Il importe de bien comprendre le comportement de camouflage des animaux marins pour procéder aux recensements des populations et aux programmes de lâcher d'animaux élevés en captivité. Le concombre de mer *Holothuria scabra* Jäger 1833 (Holothuridae), à valeur commerciale importante, peut présenter un cycle d'enfouissement de 24 heures, mais il est largement prévisible. L'enfouissement circadien des juvéniles *H. scabra* captifs, et des juvéniles comme des adultes en liberté, a été étudié en Nouvelle-Calédonie. Des groupes de dix juvéniles élevés dans des cages immergées ont été observés pendant 24 heures. De petits juvéniles (1 à 5 g) présentaient comme prévu un cycle de 24 heures de comportement fouisseur épibenthique l'après-midi et la nuit, puis d'enfouissement dans des sédiments le matin. L'enfouissement était fortement lié à la combinaison de lumière et de température. Des groupes similaires de juvéniles ont été manipulés d'une à trois fois par jour pendant une semaine ; la fréquence de l'émergence, pendant une autre semaine, a ensuite été comparée aux mesures sans manipulation. Le contrôle du stress, qu'il soit fréquent ou occasionnel, a permis de diminuer largement, pendant quatre jours, la fréquence de leur émergence des sédiments en après-midi. L'enfouissement et l'émergence de *H. scabra* dans un herbier ont été étudiés lors de cycles de marées opposés sur trois saisons. Les adultes s'enfouissaient rarement pendant la journée, sauf à la saison

fraîche. Sur ce site, la plupart des petits juvéniles *H. scabra* produits en éclosure s'enfouissaient pendant la plus grande partie de la journée, tandis que les juvéniles plus gros ne présentaient guère d'enfouissement diurne. Cette étude souligne que le comportement circadien des animaux marins peut présenter des variations spatiales importantes, peut être absent sur certains sites ou à certaines saisons, et peut être influencé par une série complexe de facteurs variant sur de courtes périodes.

#### Genetic barcoding of commercial bêche-de-mer species (Echinodermata: Holothuroidea)

S. Uthicke, M. Byrne and C. Conand

Source: Molecular Ecology Resources 10:634–646 (2009)

Il existe plus de 47 espèces d'holothuries utilisées pour la production de bêche de mer, nombre d'entre elles souffrant de surpêche locale. À trois exceptions près, toutes les espèces de bêche de mer sont *Aspidochirotida*, et l'identification par espèce est difficile pour nombre d'entre elles. Nous avons analysé les données génétiques disponibles et les séquences nouvelles créées pour déterminer si le code-barre génétique présentant le gène COI mitochondrial peut être utilisé pour identifier les espèces de bêche de mer. Des données génétiques étaient disponibles pour environ la moitié de ces espèces, mais seules six espèces possédaient des données suffisantes et une réplification intra-spécifique. Nous avons généré 96 nouvelles séquences COI, étendant ainsi la base de données existante à la plupart des espèces courantes. Le COI a identifié sans ambiguïté la plupart des espèces de bêche de mer, fournissant un code barre génétique pour l'identification des espèces connues. En outre, la variation conspécifique (1,3 %) et la divergence congénérique (16,9 %) étaient bien distinctes (distance génétique), malgré un léger chevauchement, pouvant entraîner certaines erreurs si seul l'échantillonnage génétique était utilisé pour la découverte d'espèces. Outre l'identification des adultes, les séquences COI ont été utiles pour identifier des juvéniles, qui sont souvent morphologiquement différents. Les données suggèrent ont montré que les morphotypes d'*H. atra* grands (épais) et petits (étroits) appartiennent à la même espèce, tout en suggérant une diversité cryptique au sein de ce taxon. En ce qui concerne la bêche de mer, le code-barre COI s'est révélé utile dans la clarification et la découverte d'espèces, mais des études génétiques et taxinomiques supplémentaires sont nécessaires pour plusieurs espèces. Certains clades de bêche de mer se sont avérés problématiques, avec des spécimens de morphologie disparate qui partageaient le même code-barre. Notre étude a indiqué que certaines espèces restent à décrire (*Bohadschia* sp.) et que certaines espèces constituent des espèces distinctes dans les océans Indien et Pacifique (par ex. *Holothuria fuscogilva*).

#### Qualitative and quantitative saponin contents in five sea cucumbers from the Indian Ocean

S. Van Dyck, P. Gerbaux and P. Flammanq

Source: Marine Drugs 8:173–189 (2010)

Les holothurides produisent dans leur tégument et leurs viscères des molécules appelées saponines qui dissuadent les prédateurs. Cinq concombres de mer tropicaux de la famille des holothurides ont été étudiés afin d'évaluer la teneur en saponine de deux organes différents, le tégument et les tubes de Cuvier. Les techniques de spectrométrie de masse (MALDI-ESI-MS) ont été utilisées pour détecter et analyser les saponines. Le nombre le plus faible de saponines a été observé chez *Holothuria astra*, avec quatre congénères au total, suivi d'*Holothuria leucospilota*, *Pearsonothuria graeffei* et *Actinopyga echinites* avec six, huit et dix congénères respectivement. *Bohadschia subrubra* présentait la diversité la plus élevée (19 congénères). Les mélanges de saponines variaient également entre les deux compartiments d'un même animal. Une approche semi-quantitative a complété les résultats de l'étude, montrant qu'une diversité élevée de saponines n'est pas particulièrement corrélée à une forte concentration de celles-ci. La complexité des mélanges de saponines décrits rend difficile l'élucidation de leurs rôles biologiques respectifs, mais les comparaisons entre les espèces et leurs compartiments donnent quelques indications sur l'effet répulsif de ces molécules sur les prédateurs.

#### Management of sea cucumber stocks: patterns of vulnerability and recovery of sea cucumber stocks impacted by fishing

K. Friedman, H. Eriksson, E. Tardy and K. Pakoa

Source: Fish and Fisheries. Article first published online: 10 Sep. 2010. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2010.00384.x

Il importe de connaître les changements dans l'abondance des concombres de mer en fonction des régimes de gestion pour estimer les rendements commerciaux, identifier les interactions écologiques et faciliter la gestion. Nous étudions ici l'état des stocks de concombre de mer dans plusieurs pays insulaires océaniques (Samoa, Tonga, Palau, Îles Fidji et Papouasie-Nouvelle-Guinée), dont certains observent un moratoire sur les exportations depuis une décennie. Nous observons les variations de la présence du concombre de mer, de sa couverture et de sa densité, à partir d'une suite d'études et au moyen de séries temporelles. Les résultats permettent d'apprécier la variation entre un état d'abondance élevée (moins impacté) et des stocks appauvris. Les données de l'étude montrent un déclin marqué de la couverture et de l'abondance, résultant de la pêche artisanale ; des groupes d'espèces n'ont pas disparu au niveau national, mais des extinctions et des restrictions de distribution au niveau local ont été notées. La résilience et le rétablissement suivant la cessation de la pêche étaient très diverses, selon les sites et les espèces. Ce qui est inquiétant, c'est que, même après des moratoires prolongés, la densité de certaines espèces était notablement faible. Dans de nombreux cas, elle était trop faible pour permettre une pêche commerciale, et reflétait une taille effective de la population limitée par des effets Allée. À partir de ces résultats, nous estimons que les régimes de gestion actuellement appliqués ne correspondent généralement pas au niveau de réaction à la mortalité par la pêche qui peut être attendu des stocks de concombres de mer. Des approches nouvelles, adaptatives et fondées sur le principe de précaution, sont suggérées, qui pourraient permettre des interventions plus rapides, parallèlement à des recherches approfondies sur la dynamique des stocks.

#### Torres Strait sea cucumber survey, 2009.

T. Skewes, N. Murphy, I. McLeod, E. Dovers, C. Burridge and W. Rochester

Source: CSIRO Wealth from Oceans Flagship Final Report. Report available at: <http://www.pzja.gov.au/resources/publications/scientific.htm>

La pêche de concombre de mer dans le détroit de Torres se caractérise par des cycles marqués d'expansion-récession, résultant de la diminution des ressources et des fluctuations de prix. Des recherches précédentes avaient entraîné l'interdiction de pêcher trois espèces fortement visées (*H. scabra*, holothurie de sable, *H. whitmaei*, holothurie noire à mamelles, *Actinopyga mauritiana*, holothurie des brisants), et des restrictions pour deux autres espèces cotées (*H. fuscogilva*, holothurie blanche à mamelles, *Thelenotia ananas* holothurie ananas). Cependant, ces populations n'avaient pas été évaluées depuis 2005, et, compte tenu du faible niveau de pêche pratiqué depuis lors, il était possible que les espèces en voie d'épuisement aient pu se reconstituer.

Les populations de concombre de mer ont été observées en mars 2009 sur 113 sites, dans cinq zones sur six de l'est du détroit de Torres, lors d'une étude de 10 jours. Le but de cette étude était d'évaluer la taille et l'état actuels des stocks de concombre

de mer, et plus particulièrement le degré de reconstitution d'espèces dont la pêche est fermée, *H. whitmaei* et *H. mauritiana*, et de déterminer la séparation des espèces pour le clade *Actinopyga*, en se penchant particulièrement sur la séparation *A. echinites* – *A. mauritiana*.

Seize espèces commerciales ont été observées lors de cette étude. La densité moyenne d'ensemble des holothuries sur les récifs était de 329,1 par ha (+/-144,9, 90 % CI) soit un poids total frais vivant de 18 828 tonnes (+/-9 014 tonnes, 90 % CI). La composition globale des espèces en 2009 était similaire à celle des études précédentes. L'espèce commerciale la plus abondante dans la zone étudiée était *H. atra* (« lollyfish ») de faible valeur marchande, suivie de près par *Stichopus chloronotus* (ananas vert) – à elles deux, ces espèces représentent 79,1 % du nombre et 50,7 % du poids des concombres de mer commerciaux de la zone étudiée.

La densité d'*H. whitmaei* s'était fortement accrue depuis 2005, et était la plus importante depuis le début des relevés, en 1995. Leur taille moyenne était également la plus grande observée de toutes les études menées dans le détroit de Torres. Des comparaisons avec les données de densité régionale indiquent que les populations de *H. whitmaei* du détroit de Torres ont pu se reconstituer pour approcher des densités quasiment naturelles (non pêchées), ce qui corrobore des observations d'insulaires indiquant une reconstitution générale de ces espèces depuis la fermeture de la pêche en 2003. C'est un exemple important de la reconstitution, sur une période de sept ans, d'une population de concombre de mer appauvrie, et l'une des rares étudiées jusqu'à présent.

D'autres espèces cotées, *H. fuscogilva* et *Thelenota ananas*, ainsi qu'une espèce importante de valeur moyenne, *A. echinites*, présentaient une densité soit stable soit supérieure à celle des études précédentes, ce qui suggère un site de pêche sain pouvant fournir un revenu modéré et durable aux communautés insulaires locales, à condition d'être géré avec précaution. *A. mauritiana* restait peu courant, cependant, et il est désormais peu probable que cette espèce soit jamais un composant important de la pêche. Il est plus probable que l'holothurie des brisants signalée lors de prises précédentes soit *A. echinites* ou *A. miliaris*. Ces deux dernières espèces ont été observées à une densité modérée mais très variable.

Nous estimons que la plupart des autres espèces sont encore à des niveaux de biomasse vierge ou quasi vierge ; cependant, certaines peuvent présenter une biomasse relativement faible, et le statut de *Bohadschia vitiensis* (holothurie de sable brune) est très incertain en raison de son enfouissement diurne.

Nous nous sommes appuyés sur la densité et l'estimation du stock de pêche pour recommander des TAC prudents sur l'ensemble du détroit, à utiliser conjointement à des stratégies de récolte en cogestion. La réouverture de la pêche de l'holothurie noire à mamelles entraînera sans doute un intérêt renouvelé pour cette pêcherie. Cependant, l'effort de pêche ne faisant pas l'objet de restrictions (tout habitant insulaire du détroit de Torres peut théoriquement pêcher sur le site), et l'intérêt des pêcheurs pouvant être aiguillonné par la demande, une surexploitation des concombres de mer, au moins à l'échelle locale, pourrait se produire.

Afin de lutter contre l'appauvrissement localisé et de recueillir des données sur le site et indépendantes des pêcheurs, l'introduction de stratégies de récolte cogérée susceptibles de limiter les à-coups de l'effort de pêche doit s'intégrer à une stratégie de récolte continue. Ces stratégies pourraient offrir la protection nécessaire aux populations de concombre de mer.

#### **Aggregations and temporal changes in the activity and bioturbation contribution of the sea cucumber *Holothuria whitmaei* (Echinodermata: Holothuroidea)**

Shiell G.R. and Knott B.

Source: Marine Ecology Progress Series 415:127–139 (2010)

La densité, l'activité et la contribution à la bioturbation de la population de concombre de mer *Holothuria whitmaei* a été étudiée sur Ningalo Reef, en Australie occidentale. Deux méthodes de plongée tractée, stratifiée ou globale, ont permis d'enregistrer des densités allant de 11,4 à plus de 100 individus à l'hectare. Des analyses supplémentaires ont révélé une distribution hétérogène, avec une tendance à l'agrégation (indice de Moran ; 0,039 ;  $p < .05$ ) sur le lagon récifal extérieur, et en particulier dans les zones de fort courant. Les densités au sein des agrégations étaient jusqu'à 7,2 fois supérieures à celles obtenues après des plongées globales (17,1 individus à l'hectare), et 4,5 à 6,3 fois supérieures à celles obtenues après des plongées stratifiées classiques (19,3 à 27,1 individus à l'hectare). Les études comportementales, portant notamment sur l'activité et la bioturbation, ont été menées sur une période de deux ans (2002-2003), intégrant trois périodes d'observation par an : janvier, avril et août. Les taux d'activité variaient tout au long de la journée, augmentant entre le matin et l'après-midi, et de manière saisonnière, augmentant en avril par rapport à janvier et à août. Les schémas temporels d'alimentation étaient plus difficiles à caractériser ; les taux d'égestion de sédiments étaient souvent plus élevés le matin, mais aucun schéma diurne ou saisonnier ne s'est dégagé distinctement. L'analyse de régression consécutive, cependant, a mis en lumière une corrélation positive significative entre la distance parcourue et le volume de sédiments égarés. Le volume de sédiments exposés à une bioturbation de *H. whitmaei*, à l'échelle de la population, ne représentait qu'une petite partie des sédiments disponibles (de 2 à 14 % par an environ), même si la contribution par individu était supérieure à celle d'espèces plus petites de concombre de mer. Cependant, à une densité maximale et à des taux d'activité typiques, *H. whitmaei* effectue un contact physique avec approximativement deux fois les sédiments de récif corallien disponibles, par an et par hectare, simplement en rampant. Ceci peut avoir une incidence écologique importante, en particulier dans le contexte des rapports déjà étudiés entre l'activité du concombre de mer, le recyclage des éléments nutritifs et le renforcement des communautés de micro-algues benthiques.

#### **Diversity of the holothuroid fauna (Echinodermata) in La Réunion (Western Indian Ocean)**

Conand C., Michonneau F., Paulay G. and Bruggemann H.

Source: Western Indian Ocean Journal of Marine Science (2010)

Composants évidents de la faune tropicale faciles à observer, les échinodermes jouent un rôle important dans le fonctionnement des récifs coralliens. Cependant, leur diversité n'est pas aussi bien étudiée que celle d'autres organismes récifaux bien visibles, comme les coraux ou les poissons. Nous récapitulons les connaissances actuelles relatives à la diversité de la classe des Holothurides à la Réunion. Plusieurs initiatives récentes, comme les projets Masma (Conand et Muthiga 2007) et BIOTAS, ont considérablement élargi le champ de connaissance des espèces issues de cette île. En conséquence, la faune holothuride enregistrée a doublé. Trente-six espèces sont désormais reconnues, dont 17 nouvelles. L'ordre *Aspidochirotida*, qui comprend les holothurides les plus grands et les plus visibles, est le plus varié, avec 28 espèces. Six espèces d'*Apodida* et deux espèces de *Dendrochirotida* complètent la faune. Ces derniers groupes, en particulier, pourraient se révéler plus variés si l'on mène des études supplémentaires. La faune holothuride de l'île est comparée à des données disponibles d'autres zones de l'ouest de l'océan Indien et du Pacifique indo-occidental, afin d'évaluer leurs rapports biogéographiques.