



Numéro 33 – Août 2013

# LA BÊCHE-DE-MER

## bulletin d'information

### Sommaire

Variations du poids des holothuries au cours de la transformation : étude sur dix espèces communes exploitées à des fins commerciales aux Tonga

P. Ngaluafé et J. Lee p. 3

Premières observations sur les espèces et la pêche d'holothuries de la Caraïbe colombienne

A. Rodríguez Forero et al. p. 9

Stratégies visant à améliorer la survie des juvéniles de *Holothuria scabra* produits en éclosérie dans les fermes holothuricoles communautaires

A. Rougier et al. p. 14

Densité, répartition et diversité des holothuries : comparaison de sites exploités à différents degrés dans les lagons peu profonds de l'île Maurice

K. Lampe p. 23

Reproduction artificielle et élevage larvaire de trois espèces d'holothuries tropicales — *Holothuria scabra*, *Pseudocolochirus violaceus* et *Colochirus quadrangularis* — au Sri Lanka

A. Kumara et al. p. 30

Capacité de sélection des particules sédimentaires et de la matière organique chez les holothuries

K. Mezali et D.L. Soualili p. 38

### Éditeur

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

### Production

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

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

### Éditorial

Le présent numéro du *Bulletin d'information Bêche-de-mer de la CPS* vous propose huit articles et communications en provenance de plusieurs pays, ainsi que des résumés d'exposés sur les holothuries présentés lors de la quatorzième Conférence internationale sur les échinodermes, tenue en août à Bruxelles.

Le premier article nous vient des Tonga. Poasi Ngaluafé et Jessica Lee ont analysé les variations de poids chez dix espèces communes d'holothuries exploitées à des fins commerciales. Dans leur article, ils examinent les raisons susceptibles d'expliquer les écarts constatés entre leurs résultats et ceux d'études antérieures, et leurs incidences sur la gestion de la pêche aux Tonga.

Nous avons également le plaisir de vous présenter des informations sur les holothuries et leur pêche dans la Caraïbe colombienne. L'article, signé par Adriana Rodríguez Forero et ses collaborateurs, rend compte de la présence d'espèces potentiellement nouvelles le long de la côte caribéenne. Les auteurs concluent à l'importance d'introduire un plan de gestion de la pêche d'holothuries en Colombie.

Quelques nouvelles nous parviennent de Madagascar : Antoine Rougier et ses collaborateurs nous parlent des stratégies permettant d'améliorer le taux de survie des juvéniles de *Holothuria scabra* produits en éclosérie dans des fermes communautaires d'holothuriculture. Les auteurs concluent à la nécessité d'associer des solutions techniques à une gestion active pour optimiser la survie des juvéniles.

Katrin Lampe présente des statistiques établies à partir d'un échantillon total de 3 411 holothuries peuplant les lagons peu profonds de la côte occidentale et méridionale de l'île Maurice, et en compare la diversité et la densité démographique sur 16 sites d'étude soumis à des degrés divers d'exploitation.

Ajith Kumara et ses collègues se sont intéressés à la reproduction et à l'élevage de larves de trois espèces tropicales d'holothuries, *Holothuria scabra*, *Pseudocolochirus violaceus* et *Colochirus quadrangularis*, au Sri Lanka. Ils sont parvenus à produire des juvéniles des trois espèces.

Karim Mezali et Dina Lila Soualili ont analysé la capacité de certaines holothuries à sélectionner les particules sédimentaires et la matière organique dont elles se nourrissent. Pour ce faire, les auteurs ont étudié le contenu de l'appareil digestif d'holothuries vivant en eaux peu profondes, le long du littoral algérien. Les résultats illustrent la spécificité alimentaire des espèces.

Mercedes González-Wangüemert et ses collaborateurs ont recensé les populations de l'espèce *Holothuria arguinensis* présentes dans la Ria Formosa (sud du Portugal) au travers d'un programme de bénévolat. Nonobstant certaines variations selon le transect ou l'habitat, l'étude a mis en évidence des densités élevées.

Kalo Pakoa et Ian Bertram dressent le bilan de la gestion des pêcheries d'holothurie dans douze États ou Territoires insulaires océaniques et des démarches entreprises pour établir des cadres formels de gestion des activités de pêche.

Estimation des populations de <i>Holothuria arguinensis</i> de la Ria Formosa (sud du Portugal)	
<i>M. González-Wangüemert et al.</i>	p. 44
État des lieux de la gestion des pêcheries d'holothuries dans le Pacifique	
<i>K. Pakoa et I. Bertram</i>	p. 49
Observations de pontes en milieu naturel sur l'île Rodrigues (océan Indien)	
<i>A. Bédier et al.</i>	p. 53
Observation de juvéniles <i>Holothuria fuscogilva</i> sur les récifs frangeants de la Nouvelle-Irlande (Papouasie-Nouvelle-Guinée)	
<i>J. Kinch et al.</i>	p. 56
Observation de juvéniles <i>Holothuria pardalis</i> sur la côte de Sikka, golfe de Kutch (Inde)	
<i>H.K. Kardani et M.K. Gadhavi</i>	p. 57
<b>Communications</b>	p. 58
<b>Résumés et nouvelles publications</b>	p. 67

Enfin, nous reproduisons de brefs rapports d'observation décrivant l'éclosion de juvéniles dans le milieu marin à Rodrigue (Alexandre Bédier et ses collaborateurs, qui proposent également une synthèse de données parues dans de précédents bulletins) ; en Papouasie-Nouvelle-Guinée (Jeff Kinch et ses collaborateurs) ; et en Inde (Hithesh Kardani et Mayurdan Gadhavi).

Nous avons reçu de nombreuses communications, dont un compte rendu de l'atelier intitulé « Approche écosystémique de la gestion des pêcheries d'holothuries dans l'Océan indien », ou SCEAM Indian Ocean, qui s'est tenu à Zanzibar, en novembre 2012. Nous tenons également à féliciter Thomas Plotieau, qui a récemment soutenu avec succès sa thèse de doctorat sur l'alimentation de *H. scabra* et, plus particulièrement, sur les bactéries ingérées par cette espèce lorsqu'elle absorbe des sédiments.

### Igor Eeckhaut

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



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

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.

## Variations du poids des holothuries au cours de la transformation : étude sur dix espèces communes exploitées à des fins commerciales aux Tonga

Poasi Ngaluafe<sup>1\*</sup> et Jessica Lee<sup>2</sup>

### Résumé

Une estimation précise du poids de l'holothurie fraîche à partir de celui de la bêche-de-mer séchée est essentielle à l'établissement de données de pêche nationales, à la normalisation des données issues d'enquêtes ou de registres d'exportation, à la prise de décision en matière de gestion et à la fixation de quotas d'exploitation. La proportion de poids corporel perdue au cours de la transformation varie selon les espèces ; les taux de conversion doivent donc être calculés espèce par espèce. Les auteurs de cette étude ont mesuré le pourcentage de poids perdu aux différents stades de la transformation chez dix espèces d'holothuries présentes aux Tonga. Ces travaux visaient à combler des lacunes dans les connaissances existantes en proposant des taux de conversion applicables à des espèces pour lesquelles il n'existait aucune donnée pertinente, telles que *Actinopyga lecanora*, *Bohadschia argus*, *B. similis*, *B. vitiensis* et *Holothuria coluber*. Pour d'autres espèces étudiées, les rapports de conversion ont été comparés à ceux calculés dans le cadre de travaux antérieurs. De manière générale, la présente étude révèle des taux de conversion supérieurs (soit une perte pondérale moindre durant la transformation). Nous examinons les raisons susceptibles d'expliquer un tel écart, les conséquences pour la gestion de la pêcherie aux Tonga, et la nécessité d'entreprendre de nouvelles études.

### Introduction

Les données disponibles sur le poids des holothuries ne concernent parfois qu'un seul stade du traitement : stade antérieur à la transformation (poids de l'animal frais), stade de transformation intermédiaire ou, le plus souvent, stade postérieur à la transformation (bêche-de-mer séchée). Les rapports de conversion permettent de comparer les données relatives au poids de l'animal à l'aide d'une unité commune d'analyse. Dès lors qu'existe un facteur de conversion précis pour une espèce donnée, le poids transformé peut servir à estimer le poids (et le nombre, si le poids moyen est connu) des animaux frais ayant fait l'objet d'une transformation.

Certaines études antérieures ont permis de déterminer les variations pondérales moyennes entre les spécimens entiers non traités et la bêche-de-mer séchée chez plusieurs espèces tropicales communes (Conand 1990 ; Skewes et al. 2004 ; Purcell et al. 2009 ; Lavitra et al. 2009). Certaines lacunes subsistent toutefois dans les connaissances disponibles sur certaines espèces commercialisées, dont plusieurs font l'objet de la présente étude.

Au-delà des écarts constatés entre les espèces, les taux de conversion applicables à une même espèce peuvent varier selon le pays / le site / le milieu considéré, ou selon les normes et les méthodes de transformation suivies. À ce jour, aucune étude de conversion pondérale n'a été réalisée aux Tonga. Une comparaison entre les valeurs obtenues dans la présente étude et celles avancées dans le

cadre de travaux antérieurs aidera le service des pêches tongien à évaluer la validité des rapports utilisés à l'heure actuelle pour calculer le volume des prises aux Tonga.

### Méthodes

Les méthodes employées ont été calquées sur celles utilisées par Purcell et al. (2009), à quelques variantes près. Les informations relatives à la conversion de la longueur des holothuries n'ont pas été prises en considération dans la présente étude, car elles revêtent un intérêt moindre dans le calcul des exportations tongiennes d'espèces d'intérêt commercial.

L'étude a été menée à Uiha, sur l'île de Felemea, dans l'archipel des Ha'apai (Tonga). Les holothuries ont été ramassées par des pêcheurs locaux et transportées à terre dans des bacs. Un échantillon de vingt-cinq individus a été pesé pour chaque espèce, à l'exception de *Thelenota ananas* (holothurie ananas), dont seuls 14 individus ont été dénombrés, et *Actinopyga* sp. aff. *flammea*, dont deux spécimens seulement ont été collectés.

Les holothuries ont été égouttées pendant une minute avant d'être pesées au décagramme près dans un sac en plastique à l'aide d'un peson numérique. Elles ont ensuite été éviscérées (certaines avaient déjà expulsé leurs viscères par le cloaque) selon la méthode habituelle du producteur, puis repesées. Les animaux ont été marqués à l'aide d'étiquettes numérotées fixées par des attaches autobloquantes dans le tégument de l'animal.

<sup>1</sup> Responsable de la recherche et du développement aquacoles, service des pêches des Tonga

<sup>2</sup> Australian Volunteer Development Programme, recherche et développement aquacoles, service des pêches des Tonga

\* Courriel : poasi66@hotmail.com



Les holothuries ont été ébouillantées, puis placées dans du sel pendant au moins trois jours, la durée de chaque étape variant selon les espèces conformément à la méthode habituelle du producteur. Une fois salées, elles ont été à nouveau pesées, puis séchées au soleil pendant plusieurs semaines avant d'être pesées une dernière fois. Le poids sec a été enregistré par le service des pêches de Nuku'alofa, à Tongatapu. La figure 1 illustre certaines étapes de la transformation.

Certaines exceptions ont été faites dans l'application des méthodes susmentionnées. Ainsi, les spécimens de *Bohadschia marmorata* ont été ramassés par des fonctionnaires du service des pêches à Tongatapu et confiés à un autre producteur. Contrairement aux échantillons des autres espèces, constitués d'individus ayant atteint la taille minimale de commercialisation, les spécimens de *B. marmorata* étaient de taille réduite. Après séchage, de nombreux échantillons présentaient donc un poids inférieur au seuil de sensibilité du peson (10 g), si bien qu'il a fallu utiliser une balance électronique. Le salage ne faisant pas partie de la méthode de transformation habituelle de cette espèce, cette étape a été omise. En outre, les spécimens de *B. marmorata* analysés dans la présente étude ont été séchés au four, et non au soleil, en raison d'une différence de méthodes entre les deux producteurs et du type d'installation disponible au moment de l'étude.

Pendant le pesage du produit séché (dernière étape), il a été constaté que certaines espèces (holothurie blanche à mamelles et holothurie caillou) étaient devenues particulièrement dures. Toutes les autres étaient relativement molles et sèches.

## Résultats

La présente étude a permis d'estimer les rapports de conversion applicables à dix espèces (tableau 1). Le pourcentage de perte pondérale subie à chaque étape de la transformation a été calculé séparément pour chaque individu. La moyenne de ces pourcentages a ensuite été établie pour obtenir les rapports de conversion. Cette méthode a permis de calculer les erreurs-types tant pour le poids moyen que pour le pourcentage moyen du poids frais par rapport au poids entier correspondant à chaque étape.

Bien que des données soient fournies sur chaque étape de la transformation, c'est le rapport de conversion entre le poids frais et le poids sec qui présente le plus d'intérêt pour la pêcherie des Tonga : en effet, l'essentiel des exportations se fait sous forme de bêche-de-mer séchée, et c'est le produit final sec qui est pesé. Toutefois, connaître le rapport de conversion applicable à chaque étape peut s'avérer utile dans certaines circonstances, notamment



**Figure 1.** (A) bacs de ramassage des holothuries ; (B) *Actinopyga* sp. aff. *flammea* ; (C) marquage de *Holothuria fuscogilva* ; (D) pesage et enregistrement des données ; (E) ébouillantage ; (F) salage ; (G) échantillons étiquetés ; (H) produit séché ; (I) procédure habituelle de séchage au soleil.

en cas de découverte, à un stade intermédiaire de transformation, d'un stock d'holothuries pêchées de manière illicite.

En moyenne, toutes les espèces d'holothuries ont perdu 30 % de leur poids corporel initial à l'éviscération, puis 24 % supplémentaires par rapport au poids initial à l'étape du salage, puis encore 34 % de leur poids initial à l'étape du séchage, pour ne plus afficher que 12 % de leur poids initial à l'issue du processus. Le pourcentage de perte pondérale enregistrée varie sensiblement d'une espèce à l'autre : le rapport de conversion entre le poids humide et le poids sec s'étale entre 5 % et 20 % selon l'animal concerné (cf. tableau 1).

Il est à noter que certains spécimens avaient déjà expulsé leurs viscères au moment du premier pesage (animal

frais). Ce rejet a probablement eu une incidence sur les rapports de conversion (cf. tableau 2). Il convient également de préciser que les échantillons de *Thelenota ananas* (14 animaux) et *Actinopyga* sp. (2 animaux) étaient de taille réduite et que les taux de conversion applicables à ces deux espèces pourraient présenter un degré de fiabilité moindre.

La proportion de perte pondérale correspondant à chaque étape de la transformation varie d'une espèce à l'autre, comme l'illustre la figure 2. Le pourcentage de perte de poids initial est influencé par le fait que, dans de nombreux cas, les animaux avaient déjà expulsé leurs viscères avant même que celles-ci ne leur soient retirées (tableau 2). La perte de poids constatée chez ces spécimens à l'étape de l'éviscération s'explique principalement par une perte d'eau.

**Tableau 1.** Poids corporel moyen en grammes ( $\pm$  erreur-type), et pourcentage moyen du poids entier initial (animal frais) ( $\pm$  erreur-type) aux différentes étapes de la transformation. Les rapports de conversion entre le poids humide et le poids sec sont indiqués en caractères gras.

Espèce et taille de l'échantillon (n)		Entier (animal frais)	Éviscéré	Salé	Séché
<b>Holothurie caillou</b> <i>Actinopyga lecanora</i> (25)	Poids moyen (g)	652,0 ( $\pm$ 39,8)	583,0 ( $\pm$ 21,3)	425,0 ( $\pm$ 14,7)	107,6 ( $\pm$ 19,2)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	92,2 ( $\pm$ 2,4)	67,7 ( $\pm$ 2,1)	<b>17,2</b> ( $\pm$ 0,6)
<b>Holothurie noire profonde</b> <i>A. palauensis</i> (25)	Poids moyen (g)	554,0 ( $\pm$ 23,1)	521,0 ( $\pm$ 20,5)	368,0 ( $\pm$ 15,0)	110,8 ( $\pm$ 5,7)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	94,3 ( $\pm$ 0,7)	66,6 ( $\pm$ 0,9)	<b>19,9</b> ( $\pm$ 0,4)
<b>Holothurie léopard</b> <i>Bohadschia argus</i> (25)	Poids moyen (g)	647,0 ( $\pm$ 60,8)	476,0 ( $\pm$ 25,1)	370,0 ( $\pm$ 21,5)	86,4 ( $\pm$ 6,2)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	80,4 ( $\pm$ 3,8)	54,4 ( $\pm$ 5,1)	<b>14,3</b> ( $\pm$ 0,7)
<b>Holothurie de sable brune</b> <i>B. vitiensis</i> (25)	Poids moyen (g)	583,2 ( $\pm$ 34,8)	428,4 ( $\pm$ 13,0)	357,2 ( $\pm$ 10,8)	67,6 ( $\pm$ 3,0)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	77,4 ( $\pm$ 3,4)	65,0 ( $\pm$ 3,2)	<b>12,2</b> ( $\pm$ 0,7)
<b>Holothurie lolly</b> <i>Holothuria atra</i> (25)	Poids moyen (g)	507,6 ( $\pm$ 26,6)	204,8 ( $\pm$ 11,7)	120,0 ( $\pm$ 7,1)	30,8 ( $\pm$ 2,2)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	40,7 ( $\pm$ 1,5)	23,7 ( $\pm$ 0,8)	<b>6,0</b> ( $\pm$ 0,3)
<b>Holothurie serpent</b> <i>H. coluber</i> (25)	Poids moyen (g)	444,0 ( $\pm$ 24,2)	192,0 ( $\pm$ 9,3)	103,2 ( $\pm$ 6,3)	29,2 ( $\pm$ 2,0)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	44,5 ( $\pm$ 1,9)	24,3 ( $\pm$ 1,7)	<b>6,7</b> ( $\pm$ 0,4)
<b>Holothurie blanche à mamelles</b> <i>H. fuscogilva</i> (25)	Poids moyen (g)	2 091,0 ( $\pm$ 125,8)	1 601,0 ( $\pm$ 66,2)	1 241,0 ( $\pm$ 51,6)	384,4 ( $\pm$ 23,3)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	79,8 ( $\pm$ 2,9)	61,7 ( $\pm$ 2,2)	<b>18,6</b> ( $\pm$ 1,0)
<b>Holothurie ananas</b> <i>Thelenota ananas</i> (14)	Poids moyen (g)	2 901,0 ( $\pm$ 502,9)	2 179,0 ( $\pm$ 318,7)	1 396,0 ( $\pm$ 222,3)	133,6 ( $\pm$ 23,6)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	80,9 ( $\pm$ 4,8)	50,1 ( $\pm$ 3,1)	<b>5,1</b> ( $\pm$ 0,7)
<b>Actinopyga sp.</b> aff. <i>flammea</i> (2)	Poids moyen (g)	1 775,0 ( $\pm$ 565)	1 155,0 ( $\pm$ 105,0)	760,0 ( $\pm$ 30,0)	205,0 ( $\pm$ 15,0)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	70,3 ( $\pm$ 16,5)	47,1 ( $\pm$ 13,3)	<b>12,5</b> ( $\pm$ 3,2)
<b>Holothurie de sable à taches</b> <i>B. marmorata</i> (25)	Poids moyen (g)	115,6 ( $\pm$ 2,9)	80,8 ( $\pm$ 3,4)	20,4 ( $\pm$ 1,5)	7,2 ( $\pm$ 0,4)
	% du poids de l'animal frais	100,0 ( $\pm$ 0,0)	69,7 ( $\pm$ 2,2)	17,8 ( $\pm$ 1,3)	<b>6,3</b> ( $\pm$ 0,3)

**Tableau 2.** État d'éviscération de chaque espèce au moment du pesage initial (animal frais).

Tous les animaux ont conservé leurs viscères	Certains animaux ont expulsé leurs viscères	La plupart des animaux ont expulsé leurs viscères	Tous les animaux ont expulsé leurs viscères	État indéterminé
Holothurie de sable à taches	Holothurie léopard	Holothurie caillou	Holothurie noire profonde	<i>Actinopyga</i> sp.
Holothurie lolly	Holothurie ananas	Holothurie de sable brune		
Holothurie serpent	Holothurie blanche à mamelles			

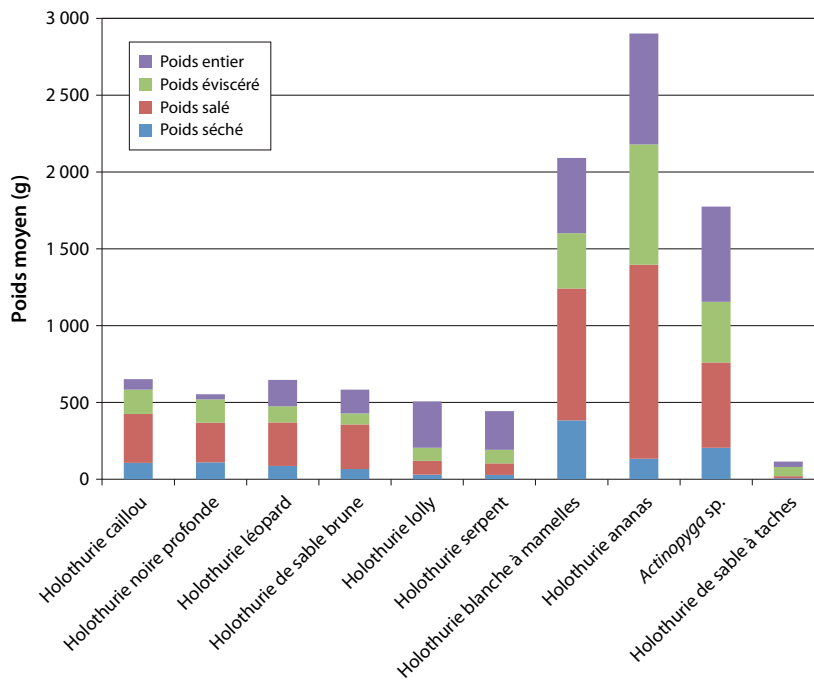


Figure 2. Poids moyen (g) de chaque espèce à différentes étapes de la transformation.

## Discussion

Sans surprise, les pertes pondérales subies au cours de la transformation varient fortement selon les espèces d'holothuries. Ainsi, comme d'autres auteurs l'ont déjà souligné, il est vivement recommandé de procéder aux calculs de conversion espèce par espèce afin d'obtenir les estimations de poids les plus précises possibles.

Dans la présente étude, les espèces affichant le pourcentage de perte pondérale le plus élevé sont l'holothurie lolly, l'holothurie serpent, l'holothurie de sable à taches et l'holothurie ananas. Ce constat pourrait s'expliquer par une teneur en eau naturellement supérieure, mais tient probablement également au fait que trois de ces espèces (lolly, serpent et de sable à taches) possédaient encore leurs viscères au moment du pesage initial, tout comme une partie des spécimens d'holothurie ananas. La présence des viscères pourrait expliquer le poids initial plus élevé des animaux frais, et la proportion inférieure représentée par le poids final / sec par rapport à celle mesurée chez les espèces déjà éviscérées au premier pesage.

D'autres facteurs pourraient avoir influencé les données relatives à l'holothurie de sable à taches. Les spécimens prélevés n'étaient pas représentatifs de la taille habituelle des animaux destinés au commerce, qui pourraient présenter un pourcentage de perte pondérale différent. En outre, les spécimens de cette espèce ont été séchés au four alors que toutes les autres espèces ont été séchées au soleil. Il est possible que cette différence de méthode ait contribué à accroître la perte pondérale.

L'holothurie caillou, l'holothurie noire profonde et l'holothurie blanche à mamelles sont les espèces affichant le pourcentage de perte pondérale le plus faible. D'après les

observations effectuées au cours de la présente étude, il semble que ces espèces soient dotées du tégument le plus épais, une caractéristique qui pourrait en partie expliquer ces chiffres. Ajoutons que les échantillons de ces espèces contenaient tous des individus ayant expulsé leurs viscères avant le premier pesage : certains individus chez l'holothurie blanche à mamelles, la plupart des holothuries caillou et tous les spécimens d'holothurie noire profonde.

En outre, dans les travaux antérieurs, les spécimens de ces espèces ont été ébouillantés et séchés à trois reprises au cours du processus de transformation afin d'en améliorer la qualité. Dans la plupart des cas, ces opérations ont été effectuées par les producteurs eux-mêmes, comme l'indique une étude réalisée par Purcell et al. (2012) dans le cadre du projet PARDI-ACIAR consacré aux holothuries. Dans la présente étude, cependant, les spécimens de ces espèces n'ont pas été ébouillantés et séchés à trois reprises et les observations ont montré que certains échantillons, particulièrement ceux d'holothurie caillou et d'holothurie blanche à mamelles, étaient devenus extrêmement durs au moment du pesage final (produit sec). La conjonction de ces facteurs pourrait expliquer les taux de conversion supérieurs obtenus dans la présente étude, comme l'illustre le tableau 3, qui propose une synthèse des rapports de conversion entre poids frais et poids séché calculés pour de nombreuses espèces d'holothuries lors d'études antérieures.

Ni les études antérieures ni le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS) ne recommandent de rapports de conversion pour *Actinopyga flammea* et *Bohadschia marmorata*. Les holothuries *Actinopyga sp.* ne sont pas communément exploitées aux Tonga. À notre connaissance, aucune étude antérieure n'a établi de taux de conversion pour l'holothurie caillou, l'holothurie léopard, l'holothurie de sable brune et l'holothurie serpent. Des valeurs ont pourtant été recommandées par la CPS. Les données ou les études sur lesquelles reposent ces recommandations ne sont pas précisées. Les rapports de conversion calculés pour ces espèces dans la présente étude sont au moins deux fois supérieurs à ceux dont l'usage est recommandé par la CPS. Les auteurs d'études antérieures et la CPS ont proposé des rapports de conversion pour l'holothurie noire profonde, l'holothurie blanche à mamelles, l'holothurie lolly et l'holothurie ananas. Les valeurs auxquelles nous sommes parvenus sont beaucoup plus élevées que celles obtenues dans des études antérieures ou recommandées par la CPS pour l'holothurie noire profonde et l'holothurie blanche à mamelles. En revanche, les taux que nous proposons pour l'holothurie lolly et l'holothurie ananas sont beaucoup plus proches des résultats d'études antérieures et / ou des valeurs préconisées par la CPS.



**Tableau 3.** Synthèse des taux de conversion du produit frais en produit sec — en pourcentage (%) du poids total (animal frais).

Espèce	Taux de conversion issus de travaux antérieurs*								Taux de conversion appliqués aux Tonga (CPS)	Taux de conversion issus de la présente étude
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Actinopyga</i> sp. aff. <i>flammea</i>										12,5
<i>A. mauritiana</i> (holothurie brune des brisants)	6,7				4,9				5,5	
<i>A. miliaris</i> (holothurie noire)		5,6			9,7		11,5		5,5	
<i>A. echinites</i> (holothurie brune)			11,2	3,0				10,5	5,5	
<i>A. lecanora</i> (holothurie caillou)									5,5	17,2
<i>A. palauensis</i> (holothurie noire profonde)								11,7	5,5	19,9
<i>A. spinea</i> (holothurie noire de Nouvelle-Calédonie)								7,3		
<i>Bohadschia argus</i> (holothurie léopard)									4,0	14,3
<i>B. similis</i> (holothurie de sable à taches)										6,3
<i>B. vitiensis</i> (holothurie de sable brune)									4,0	12,2
<i>Holothuria atra</i> (holothurie lolly)		2,6			7,7				3,0	6,0
<i>H. coluber</i> (holothurie serpent)									3,0	6,7
<i>H. edulis</i> (holothurie rose)									3,0	
<i>H. fuscogilva</i> (holothurie blanche à mamelles)			7,6		9,8				8,0	18,6
<i>H. fuscopunctata</i> (holothurie trompe d'éléphant)					9,3	12,7			10,0	
<i>H. lessoni</i> (holothurie mouton)								9,8	5,0	
<i>H. whitmaei</i> (holothurie noire à mamelles)		8,7	9,8		8,1			11,6	7,0	
<i>H. scabra</i> (holothurie de sable)				5,0			5,1		5,0	
<i>Thelenota ananas</i> (holothurie ananas)		3,0	4,6		5,6	8,0	6,7		5,0	5,1
<i>T. anax</i> (holothurie géante)									5,5	
<i>Stichopus chloronotus</i> (holothurie verte)					2,7				3,0	
<i>S. herrmanni</i> (holothurie curry)								3,3	4,0	
<i>S. horrens</i> (holothurie dragon)										
<i>S. variegatus</i>					3,9					

\* Auteurs (note : études 1–6 compilées par Skewes et al. 2004).

<sup>1</sup> Zoutendyk (1989) ; <sup>2</sup> Harriot (1984) ; <sup>3</sup> Conand (1990) ; <sup>4</sup> Shelley (1981) ; <sup>5</sup> Vuki et Viala (1989) ; <sup>6</sup> Conand (1990) ; <sup>7</sup> Skewes et al. (2004) ; <sup>8</sup> Purcell et al. (2009).

Globalement, il semble qu'une partie des rapports de conversion obtenus dans le cadre de la présente étude soient plus élevés. Autrement dit, la perte pondérale subie aux différentes étapes de la transformation semble inférieure. Plusieurs raisons sont susceptibles d'expliquer un tel écart. Le séchage naturel au soleil, retenu pour toutes les espèces, à l'exception de l'holothurie de sable à taches, induit sans doute une perte d'eau moindre que le séchage au four. Il se peut également que le séchage au soleil entraîne une variation plus importante de la perte pondérale, les résultats étant davantage tributaires des conditions climatiques. Dans la présente étude, la semaine qui a précédé le pesage du produit sec a été particulièrement pluvieuse et humide à Tongatapu. Il est possible que le taux d'humidité du produit séché ait été plus élevé qu'il ne l'aurait été à la fin d'une période sèche et ensoleillée. Malheureusement, la plupart des études antérieures ne précisent pas la méthode de séchage utilisée. Il est dès lors difficile d'élucider les écarts constatés entre les différents taux calculés. Comme indiqué précédemment, il est probable que l'auto-évaporation de certains animaux avant le premier pesage ait contribué à l'obtention de taux élevés.

## Conclusions et recommandations

Les résultats de la présente étude ont une incidence sur le calcul des exportations des Tonga et la gestion de la pêcherie d'holothuries. Les gestionnaires de la ressource pourraient juger utile de modifier les rapports de conversion actuels, dont l'usage est recommandé par la CPS, afin d'accroître la précision des calculs et des données disponibles. Les rapports obtenus dans la présente étude sont au moins deux fois supérieurs aux taux recommandés par la CPS, à l'exception de celui applicable à l'holothurie ananas.

Si nos résultats reflètent de manière exacte la perte pondérale relative moyenne des espèces étudiées aux Tonga, l'application des rapports de conversion (entre produit séché et produit frais) recommandés par la CPS conduit probablement à une surestimation du poids (et du nombre, déterminé à partir du poids moyen d'un individu) des holothuries pêchées. Dans la limite des moyens disponibles, il serait utile de reproduire la présente étude sur un autre site et auprès d'un autre producteur, et de comparer les rapports ainsi obtenus aux valeurs déterminées

dans le cadre de nos travaux. Compte tenu des écarts importants constatés entre les taux issus de notre étude et ceux obtenus dans des travaux antérieurs pour certaines espèces, il serait utile d'étendre les recherches à d'autres espèces communes exploitées aux Tonga qui n'ont pas été étudiés ici. Les résultats pourraient mettre en évidence des écarts importants avec les rapports recommandés à l'heure actuelle.

Si d'autres études sont menées à bien, il est vivement recommandé aux chercheurs de prélever eux-mêmes les échantillons afin que le poids frais des holothuries puisse être mesuré avant que les animaux n'expulsent leurs viscères ou une quantité d'eau trop importante ou, à défaut, d'obtenir des pêcheurs qui présentent les holothuries au pesage le plus rapidement possible pour éviter que les animaux ne passent plusieurs heures dans des bacs surchauffés, au contact avec de nombreux autres spécimens, des conditions propices à la perte des viscères. Il serait utile de s'intéresser à la multiplicité des méthodes de traitement utilisées aux Tonga, particulièrement des méthodes de séchage, car il est possible que les rapports de conversion diffèrent considérablement selon que le produit a été séché au four ou au soleil. Une brève étude visant à recenser le nombre de producteurs pratiquant le séchage au four, par exemple, et d'autres différences importantes dans les méthodes et les normes de traitement (nombre de semaines consacrées au séchage au soleil, etc.) contribuerait à mieux évaluer la validité de certains rapports de conversion, sans pour autant exiger un investissement excessif de temps et de moyens.

D'autres travaux pourraient compléter utilement la présente étude, notamment sur certains aspects mis en lumière dans l'enquête socioéconomique réalisée par Purcell et al. (2012). Il serait ainsi opportun de tenir compte de la nécessité d'ébouillanter et de sécher à trois reprises certaines espèces d'holothuries présentant une valeur élevée ou moyenne (à savoir, les holothuries blanches et noires à mamelles, l'holothurie caillou, l'holothurie de brisants, etc.) pour en améliorer la qualité.

### Remerciements

Nous remercions Manu Masima, de Felemea (île d'Uiha), qui a mis ses installations à notre disposition pendant la durée de l'étude, ainsi que les membres de son équipe qui nous ont assistés dans notre travail. Ce projet a été financé par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (Composante pêche côtière du Projet SciCoFish financé par l'Union européenne) et la Division des pêches des Tonga.

### Bibliographie

- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific island countries, part two: Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper No. 272.2. Rome: Food and Agriculture Organization. 143 p.
- Harriot V.J. 1984. Census techniques, distribution, abundance and processing of large sea cucumber species (Echinodermata: Holothuroidea) on the Great Barrier Reef. Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority. 39 p.
- Lavitra T., Rachele D., Rasolofonirina R., Jangoux M. et Eeckhaut I. 2009. Traitement et commercialisation des holothuries dans la région de Toliara, au sud-ouest de Madagascar. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 28:24-33.
- Purcell S.W., Gossuin H. et Agudo N.S. 2009. Calcul de variation de poids et de longueur des holothuries pour la conversion des mesures relevées sur les bêtes de mer transformées. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 29:3-6.
- Purcell S.W., Ngaluafé P. and Tamuera K. 2012. Improving income of Pacific island fishers through better post-harvest processing of sea cucumber: Scoping study. Australia: ACIAR/PARDI/2010/004 Project.
- Shelley C. 1981. Aspects of the distribution, reproduction, growth and 'Fishery' potential of holothurians (Beche-de-mer) in the Papuan Coastal Lagoon. MSc thesis, University of Papua New Guinea. 165 p.
- Skewes T., Smith L., Dennis D., Rawlinson N., Donovan A. and Ellis N. 2004. Conversion ratios for commercial beche-de-mer species in Torres Strait. Australia: Australian Fisheries Management Authority, Torres Strait Research Program, CSIRO Marine Research. 32 p.
- Vuki V.C. and Viala F. 1989. Shrinkage and Weight Loss of Nine Commercial Species of Holothurians from Fijian waters. SPC Fisheries Newsletter 51:27-29.
- Zoutendyk D. 1989. Trial processing and marketing of the surf redfish (*Actinopyga mauritiana*) beche-de-mer on Rarotonga, and its export potential in the Cook Islands. Rarotonga: Ministry of the Marine Resources. 13 p.



## Premières observations sur les espèces et la pêche d'holothuries de la Caraïbe colombienne

Adriana Rodríguez Forero<sup>1\*</sup>, Wensy Vergara Hernández<sup>1</sup> et Vianys Agudelo Martínez<sup>1</sup>

### Résumé

Les holothuries sont des invertébrés qui, depuis des années, font l'objet d'un commerce licite et illicite en Colombie. On sait peu de choses sur ces espèces, et il n'existe quasiment aucune donnée biologique, écologique ou commerciale sur les populations des espèces exploitées. Nous présentons ici des informations sur les holothuries de la côte caribéenne de la Colombie, des données sur la pêche, les pêcheurs, le commerce, les espèces recherchées, leur teneur nutritionnelle et leurs caractéristiques de reproduction. Nous signalons la présence d'espèces jusqu'ici inconnues dans la Caraïbe et nous concluons sur l'importance d'introduire un plan de gestion de la ressource en Colombie.

### Introduction

Comme chacun sait, l'holothurie est considérée comme un mets de choix dans de nombreux pays asiatiques. Le *trévang*, ou holothurie séchée, y est vendu depuis plus de mille ans pour ses vertus a) nutritionnelles (forte teneur en protéine, allant jusqu'à 50 %), b) pharmacologiques et médicinales et c) aphrodisiaques, l'holothurie étant considérée comme le *ginseng* de la mer. Selon la croyance asiatique, une consommation quotidienne d'holothurie permet de rester en bonne santé. Sous l'effet de la surexploitation, la pêche s'est étendue à d'autres régions telles que les Galápagos, le Chili, la Russie et les Caraïbes. Sur la façade caribéenne de la Colombie, les holothuries font l'objet d'une pêche illicite à grande échelle le long des côtes de La Guajira, Magdalena et Bolivar depuis une dizaine d'années, et la ressource est soumise à une forte pression (figure 1). Les holothuries sont vendues par des artisans pêcheurs à un prix dérisoire (0,5 dollar É.-U. unité<sup>-1</sup>, ou 1 à 3 dollars É.-U. kg<sup>-1</sup>), malgré la forte valeur marchande du produit sur les marchés internationaux.

On sait peu de choses sur les espèces d'holothurie qui peuplent les eaux caribéennes de la Colombie ; le manque de connaissances sur les espèces, la biologie, la dynamique des populations, la gestion de la pêche et la production en captivité, d'une part, et le potentiel commercial des marchés internationaux, d'autre part, plaident en faveur du développement de l'aquaculture pour : i) offrir de nouveaux débouchés aux artisans pêcheurs et au secteur aquacole privé de la région ; ii) diversifier l'aquaculture marine et éventuellement remettre en service des installations aquacoles abandonnées ; iii) accroître les connaissances scientifiques ; et iv) mettre en place des programmes de conservation des espèces en danger et menacées.

Nous présentons ici les conclusions de travaux menés récemment par le Groupe de recherche et développement aquacoles de l'Université de Magdalena, située à Santa Marta (Colombie), pour étoffer les connaissances sur certaines espèces locales, leur pêche et les techniques aquacoles. L'un des principaux projets a été financé par Colciencias et l'Université de Magdalena.



Figure 1. Carte de la Colombie (<http://www.worldatlas.com/webimage/countrys/samerica/co.htm>).

<sup>1</sup> Laboratoire aquacole, Groupe de recherche et développement aquacoles, Programme de génie halieutique. Université de Magdalena. Cra 32 No 22 - 08, Santa Marta, Colombie

\* Courriel : arodriguezf.ingpesquera@gmail.com

### La pêcherie de l'holothurie sur la façade caribéenne de la Colombie

La gestion des holothuries en Colombie est inadaptée et risquée, à terme, de nuire à la survie des espèces, comme ce fut le cas dans d'autres pays. À ce jour, aucune étude n'a été réalisée sur la dynamique des populations, l'écologie, le commerce ou la biologie des espèces locales. Depuis 2005, toutefois, des sources officielles font état d'une production d'holothuries. Ainsi, 1,646 kg d'holothurie (poids sec) ont été exportés en 2005. D'après Toral-Granda (2008), la pêche de l'holothurie est illicite, non déclarée et non réglementée en Colombie. Il faut savoir que les espèces colombiennes ne sont pas inscrites sur la liste de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) ou dans le *Livre rouge sur les espèces d'invertébrés marins menacées, vulnérables ou en danger* de la Colombie. Cela ne signifie pas pour autant que ces espèces ne courent aucun risque.

Il y a un peu moins de dix ans, les pouvoirs publics ont autorisé la pêche d'espèces présentes dans les eaux peu profondes des côtes caribéenne et pacifique de la Colombie. En 2005, une pêche commerciale exploratoire d'holothuries (500 tonnes an<sup>-1</sup>) a été autorisée par le service de l'environnement (Ministère de l'environnement et du développement durable) et le service des pêches (Institut colombien pour le développement rural). À l'époque, les pouvoirs publics ignoraient totalement quelles espèces étaient ciblées par les activités de pêche et ils ont omis de fixer des critères d'exploitation clairs (Gutiérrez 2010). Ce faisant, ils ont autorisé une pêche quasi aveugle qui a détruit une grande partie de la ressource.

Des flottes de pêche, essentiellement asiatiques, ont fait leur apparition dans la Caraïbe colombienne. Elles ont embauché des pêcheurs locaux, payés 45 dollars É.-U. par jour, pour ramasser le plus d'holothuries possible. Des rapports officiels font état de prélèvements quotidiens d'une tonne d'holothuries à destination de la Corée et du Japon. Dans la région de la Guajira, les pêcheurs ramassaient jusqu'à une tonne de *Isostichopus* sp. par jour, à l'aide de pelles réservées habituellement à l'extraction du sel. D'après certains pêcheurs, les holothuries étaient empilées en tas de 80 cm de haut sur les plages de la côte septentrionale (péninsule de Guajira). La Marine nationale colombienne a saisi un navire transportant à son bord 15 tonnes d'holothuries prélevées au cours d'une sortie de pêche de six jours.

La surexploitation de la ressource a conduit les pouvoirs publics à déclarer les holothuries « espèces hydrobiologiques » et le Ministère de l'environnement a confirmé l'interdiction d'en pratiquer la pêche, qu'elle soit à but commercial ou scientifique. Le Code des ressources naturelles renouvelables et de la protection de l'environnement définit les espèces hydrobiologiques comme suit : « ensemble d'organismes végétaux et animaux dont le cycle de vie se déroule exclusivement en milieu

aquatique, et produits de ces derniers ». Aujourd'hui, seuls les organismes publics participant directement à des activités de recherche sont habilités à étudier cette ressource. La pêche commerciale des holothuries est strictement interdite.

### Modèle d'exploitation des holothuries à Taganga (côte septentrionale de la Colombie)

Taganga est une région côtière caractérisée par la présence de pêcheurs qui tirent leur principale source de revenus de l'exploitation des ressources marines depuis des siècles (figure 2). La population est estimée à 4 200 habitants, dont 19 % sont des pêcheurs en activité. Elle compte une grande proportion de femmes qui se consacrent à la vente des produits de la pêche. Le niveau de vie est faible ; les besoins fondamentaux de la population tels que l'approvisionnement en eau, le logement, les infrastructures et l'accès à l'éducation, à la santé et à l'emploi n'y sont pas satisfaits.



Figure 2. Baie de Taganga (image : Mendoza Y.).

Taganga compte cinq groupements officiels de pêcheurs qui rassemblent un total de 400 membres. Les 400 autres pêcheurs pratiquent leur activité en dehors de toute structure formelle. La pêche est pratiquée à Taganga (Magdalena) et Cabo de la Vela (La Guajira) (11°16,04' N, 74°11,24' O, et 12°12,27' N et 72°10,22' O, respectivement). La flotte de pêche se compose de 80 unités, allant de bateaux de bonne qualité à des canots et embarcations rudimentaires, de fabrication artisanale, certains équipés de moteurs inboard, d'autres de moteurs hors-bord. La pêche est pratiquée essentiellement à l'aide de *ancones chinchorreros* (type de filet), mais le filet maillant et la palangre sont également utilisés pour la capture d'espèces commerciales : poissons appartenant aux familles des Carangidae, Scombridae (thons), Lutjanidae (vivaneaux) et Serranidae (loches), à forte valeur marchande sur le marché local et sur les marchés internationaux.

La pêche de l'holothurie est rudimentaire et se pratique en apnée. Les plongeurs utilisent un équipement sommaire composé d'un masque, d'un tuba, de palmes et

d'une bouée de surface. Ils suivent les « empreintes » des holothuries et les capturent sans peine. Ils récoltent de 20 à 80 animaux en six ou huit heures. Au cours d'une seule journée, ils peuvent remplir sept ou huit bacs d'une capacité individuelle de 20 litres, soit environ 40 kg par bac. Actuellement, les pêcheurs prélèvent exclusivement les holothuries « sur demande » à condition que la somme payée par les acheteurs suffise à leur assurer « une rémunération correcte » (3 dollars É.-U. kg<sup>-1</sup>).

La vente des holothuries se déroule de deux manières, décrites ci-dessous.

(1) Le pêcheur laisse les animaux dans leur contenant, sur la plage, jusqu'à ce qu'ils aient rejeté toute leur eau. Il vide l'eau du contenant jusqu'à ce que les holothuries soient parfaitement sèches. Le pêcheur pèse ensuite le produit. En accord avec l'acheteur (souvent asiatique), le pêcheur retranche un kilo du poids total. Le montant dû par l'acheteur au pêcheur est calculé sur la base de ce poids final.

(2) Le pêcheur et son épouse procèdent au traitement des holothuries : la femme les lave dans une baignoire en plastique remplie d'eau douce ; les animaux sont ensuite cuits sur des poêles à bois installés sur la plage ; enfin, ils sont mis à sécher sur le toit de la maison. Quelques jours plus tard, l'acheteur pèse les holothuries, règle la somme due et les expédie directement vers les pays asiatiques.

D'après les pêcheurs, les consommateurs coréens et japonais ont une préférence pour les holothuries du littoral de Magdalena, lesquelles auraient meilleur goût que celles de La Guajira en raison de leur habitat situé à l'abri de la couverture corallienne et de leurs habitudes alimentaires distinctes.

### Espèces d'intérêt commercial

Il n'existe pas de données officielles sur les exportations. En Colombie, les études consacrées aux holothuries sont rares et traitent essentiellement de la distribution et de l'identification taxinomique des espèces. Parmi les études existantes figurent celle de Caycedo (1978) qui décrit la classification biologique, l'habitat et l'écologie de 14 espèces d'holothuries fréquentant les eaux peu profondes de la côte septentrionale de la Colombie, et fournit une description de ces espèces et des clés taxinomiques d'identification. Les données ont été recueillies dans les îles Rosario (10°08,39' N et 75°43,21' O) et dans le Parc national de Tayrona, situé au nord-est de Santa Marta (11°20' N et 74°05' O). Parmi les espèces recensées, dix étaient observées pour la première fois dans les eaux colombiennes — *Isostichopus badionotus*, *Astichopus multifidus*, *Holothuria (Thymiosycia) impatiens*, *H. (Thymiosycia) arenicola*, *H. (Halodeima) grisea*, *H. (Halodeima) floridana*, *H. (Halodeima) mexicana*, *H. (Selenkothuria) glaberrima*, *H. (Semperothuria) surinamensis*, *H. (Platyperona) parvula* — et l'une d'entre elles était inconnue des scientifiques : *H. (Thymiosycia) thomasi* sp. nov.

Une autre étude menée par Borrero-Pérez et al. (2003) a permis de prélever 259 holothuries (expédition

Invemar-Macrofauna I) appartenant à quatre ordres, cinq familles, huit genres et 15 espèces (et une sous-espèce). La plupart des spécimens étaient observés pour la première fois dans les eaux caribéennes de la Colombie. Dix espèces sont également présentes dans la mer des Caraïbes et les Antilles. Toutefois, cinq espèces étaient observées pour la première fois dans des localités situées le long de la côte caraïbe continentale : *Holothuria (Vaneyothuria) lentiginosa enodis*, *Amphigymnas bahamensis*, *Mesothuria gargantua*, *Enypniastes eximia* et *Molpadia barbouri*.

### *Isostichopus badionotus*

Nos résultats confirment la présence de *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867) dans les eaux de faible profondeur qui bordent la plage de Rodadero, en baie de Santa Marta (11°13'22,73" N – 74°13'32,59" O), le long des plages situées à proximité de l'aéroport Simón Bolívar (11°09'23,48" N – 74°13'41,65" O) et dans la baie de Taganga (11°15'54" N – 74°12'40" O). L'espèce vit sur des fonds sablonneux ou vaseux. Elle présente des caractéristiques taxinomiques particulières : colorations brunes diverses, verrues coniques nombreuses, vingt tentacules peltés dans la région buccale, gonades paires et podia. La présence de spicules nous a permis de confirmer l'identification de l'espèce (figures 3 et 4). Cette holothurie fait l'objet d'un prélèvement quotidien par les pêcheurs qui écoulent leurs captures auprès de négociants se livrant à un commerce illicite. Son abondance, son goût et l'épaisseur de son tégument en font la principale espèce d'intérêt commercial.



Figure 3. *Isostichopus badionotus*.



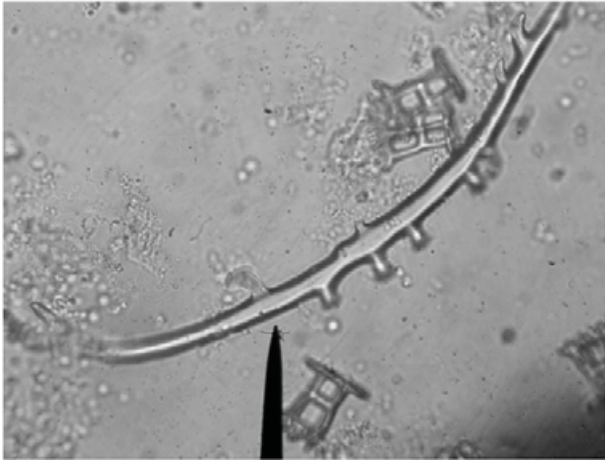


Figure 4. Spicules de *Isostichopus badiotus*.

Au cours de sorties consacrées à l'étude de *I. badiotus*, nous avons repéré deux nouvelles espèces que nous n'avions jamais observées dans la zone caribéenne — *Stichopus variegatus* et *S. hermanni* — et détecté la présence de trois morphotypes du genre *Stichopus* (figure 5). Ces espèces vivent sur des fonds rocheux. Elles constituent des proies faciles pour les pêcheurs qui n'ont qu'à suivre les traces formées par les excréments des animaux. Les individus de ces espèces se distinguent par leur poids élevé (1 kilo par unité), une caractéristique qui en renchérit le prix sur les marchés asiatiques.



Figure 5. *Isostichopus badiotus* et *Stichopus hermanni*.

## Composition nutritionnelle

L'intérêt commercial des holothuries est défini selon différents facteurs : espèce, abondance, apparence, odeur, couleur, épaisseur du tégument, et demande sur le marché mondial (Purcell et al. 2012). Le prix des holothuries transformées est fixé en fonction du plat et de l'occasion auxquels elles sont destinées (Lo 2004). Elles sont d'abord éviscérées, puis bouillies ou grillées. Elles peuvent ensuite être conservées par séchage, fumage ou congélation (Bruckner 2006). D'après les pêcheurs locaux, les marchands ont une préférence pour les espèces de petite taille (*Stichopus* sp.), à la peau moins épaisse. Celles-ci constituent par conséquent une importante source de revenus.

Étant donné l'importance de connaître les propriétés nutritionnelles des holothuries, et les lacunes en la matière s'agissant des espèces présentes dans les eaux colombiennes, nous entamons actuellement des recherches visant à déterminer la teneur nutritionnelle des espèces pêchées en milieu naturel et de celles produites en élevage. Comme on le sait, la composition des holothuries fraîches varie selon l'espèce, l'âge et l'alimentation. Nous présentons ci-dessous un tableau (tableau 1) qui compare la teneur nutritionnelle mesurée chez *Isostichopus badiotus* aux résultats de Mehmet et al. (2011).

## Caractéristiques de reproduction

Les connaissances sur la biologie de la reproduction des holothuries présentes dans les eaux colombiennes sont limitées. En conditions contrôlées de laboratoire, nous avons obtenu une ponte naturelle de *Stichopus* sp. Nous parvenons à faire grandir les larves jusqu'au stade initial auricularia et nous avons commencé à adapter la méthode pour achever le cycle de développement en captivité. Par ailleurs, chaque mois, nous avons prélevé des animaux dans leur milieu naturel et fixé leurs gonades pour examen histologique. D'après nos observations, la structure gonadique de *I. badiotus* est semblable à celle d'autres espèces congénères.

## Conclusions

Les connaissances sur les holothuries vivant dans les eaux colombiennes présentent des lacunes considérables ; dans plusieurs domaines, ces invertébrés offrent donc un grand potentiel de recherche. À en juger par la taille des flottes de pêche et la quantité d'acheteurs en quête

Tableau 1. Composition nutritionnelle et teneur en humidité (en %) de *Isostichopus badiotus* comparées aux résultats de Mehmet et al. (2011).

Espèce	Humidité	Protéines	Lipides	Cendres
<i>I. badiotus</i> (Caraïbe colombienne)	87,6	8,9	0,2	2,8
Holothuries (Mehmet et al. 2011)	82,0–92,6	2,5–13,8	0,9–1,5	1,5–4,3



de nouveaux produits, de nombreuses espèces semblent correspondre à la demande des marchés orientaux. Parmi les mesures à prendre, il conviendrait sans tarder d'inclure dans le *Livre rouge sur les espèces d'invertébrés marins menacées, vulnérables ou en danger* de la Colombie une liste d'espèces vulnérables, faute d'information permettant d'évaluer l'existence d'un éventuel danger d'extinction. L'aquaculture durable des holothuries doit être soutenue. Les services de l'environnement et des pêches doivent mettre en place des plans de gestion des holothuries et préciser le cadre juridique applicable à l'exploitation des espèces à des fins diverses.

### Remerciements

Une partie de ces travaux a bénéficié d'une bourse de Colciencias (No 1117-521-28356) et du Vicerrectoría de Investigación (Université de Magdalena). Les auteurs tiennent à remercier les pêcheurs d'holothuries pour leur aide dans la collecte des spécimens et pour les informations fournies sur leurs activités de pêche.

### Bibliographie

- Borrero-Pérez G.H., Benavides-Serrato M., Solano O.D. and Navas G. 2003. Holothuroideos (Echinodermata: Holothuroidea) recolectados en el talud continental superior del Caribe colombiano. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad del Oriente* 42(1-2):65-85.
- Bruckner A.W. 2006. Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR 34, Silver Spring, MD 244 p.
- Caycedo I. 1978. Holothuridea (Echinodermata) de aguas someras en la costa norte de Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín* 10:149-198.
- Gutiérrez F.P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 118 p.
- Lo T.H. 2004. L'évaluation des caractéristiques de la bêche-de-mer par échelonnement. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 20:34-37.
- Mehmet A., Hüseyin S., Bekir T., Yilmaz E. and Sevim K. 2011. Proximate composition and fatty acid profile of three different fresh and dried commercial sea cucumbers from Turkey. *International Journal of Food and Science Technology* 46:500-508.
- Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6*. Rome: Food and Agriculture Organization. 150 p.
- Toral-Granda M.V. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Mexico, Central and South America. p. 213-229. In: Toral-Granda M.V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers. A global review on fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 516. Rome: Food and Agriculture Organization.

## Stratégies visant à améliorer la survie des juvéniles de *Holothuria scabra* produits en éclosérie dans les fermes holothuricoles communautaires

Antoine Rougier<sup>1\*</sup>, Mebrahtu Ateweberhan<sup>1,2</sup> et Alasdair Harris<sup>1</sup>

### Résumé

L'aquaculture communautaire de l'espèce *Holothuria scabra* offre une activité de subsistance complémentaire potentiellement rentable et écologiquement viable aux villages côtiers de la région indopacifique tropicale où l'espèce est largement répandue. Cependant, l'élevage de *H. scabra* demeure une pratique relativement nouvelle. Les premières tentatives de substitution de l'holothuriculture à la pêche de cette espèce au sein des communautés côtières se sont heurtées à plusieurs difficultés d'ordre pratique qui, jusqu'à présent, ont compromis le succès commercial de la démarche, parmi lesquelles des taux de mortalité inacceptables durant — et, plus encore, après — le transfert des juvéniles de l'éclosérie vers les enclos marins. La présente étude évalue les effets d'un ensemble d'améliorations techniques apportées aux pratiques holothuricoles de communautés du sud de Madagascar sur la survie de juvéniles *H. scabra* produits en éclosérie. Parmi ces mesures figurent l'introduction de modifications structurelles aux enclos marins, une amélioration de l'entretien des enclos et la mise en place de systèmes de gestion active axés notamment sur l'élimination intensive des crabes prédateurs. Les effets de ces améliorations sur la survie des juvéniles de *H. scabra* sont analysés sur trois périodes allant de la phase antérieure à la mise en œuvre de ces stratégies à la phase postérieure. Les résultats montrent qu'avant l'apport de ces modifications, le taux de survie moyen des juvéniles trois mois après leur transfert de l'éclosérie vers les enclos marins n'atteignait que 40,2 %, soit un niveau trop faible pour permettre aux exploitations de rentrer dans leurs frais ou d'atteindre le seuil de rentabilité. L'introduction d'améliorations techniques et de stratégies de gestion active a porté le taux de survie à 76,6 %. Ce gain de productivité important devrait se répercuter de manière positive sur la rentabilité de la filière dans les communautés côtières. Nos résultats illustrent la nécessité de conjuguer des solutions techniques et une gestion active au sein des structures aquacoles communautaires pour optimiser la survie des juvéniles au cours des premiers mois du cycle d'élevage postérieurs au transfert de l'éclosérie vers les enclos.

**Mots-clés :** sources de revenus alternatives, gestion communautaire, conservation des ressources marines, développement durable, dépendance à l'égard des ressources naturelles, surpêche, région occidentale de l'océan Indien.

### Introduction

Des progrès considérables ont été accomplis ces dernières années dans l'étude et la pratique de l'holothuriculture. Cette évolution a coïncidé avec un effondrement massif de nombreuses pêcheries d'holothuries des régions côtières tropicales du monde. Seuls les milieux tropicaux marins les plus reculés échappent désormais au prélèvement et à l'exportation de bêche-de-mer (Price et al. 2010 ; Conand 2008), d'où l'intérêt croissant porté à l'holothuriculture qui permet l'élevage de cette précieuse ressource marine. Dans le présent article, nous passons en revue les mesures prises pour réduire la mortalité des juvéniles dans une structure holothuricole communautaire, et examinons les effets bénéfiques de ces mesures sur la productivité et la rentabilité de cette technique aquacole propre à diversifier l'économie de subsistance des populations côtières.

### Évolution de l'holothuriculture

L'élevage communautaire d'holothuries ne constitue pas une activité économique viable dans de nombreuses parties du monde en développement, car la mise en place

des écloséries qui approvisionnent les fermes en juvéniles exige un investissement financier non négligeable (Eriksson et al. 2011). Pourtant, Madagascar fait figure de pays pionnier en matière d'holothuriculture grâce à un programme de recherche entrepris en 1999 (Jangoux et al. 2001) qui a conduit à la création d'une éclosérie commerciale, Madagascar Holothurie SA (MHSA) (Eeckhaut et al. 2008). L'existence de cette société et sa volonté de soutenir les communautés locales offrent une perspective prometteuse aux villages côtiers pour lesquels le grossissement de *H. scabra* pourrait devenir une activité économique novatrice (Eeckhaut et al. 2008 ; Robinson et Pascal 2009). La disponibilité sur place de l'espèce *H. scabra* exempte les communautés de la nécessité d'investir dans une éclosérie exigeant un savoir-faire technique considérable. Dès lors que l'approvisionnement en juvéniles est assuré, l'élevage des holothuries (grossissement des juvéniles dans des enclos marins placés en milieu lagunaire) requiert un investissement initial modeste, ne nécessite aucun apport en nourriture ou en nutriment, et n'exige d'autre surveillance de la part des éleveurs que celle visant à protéger les stocks des perturbations environnementales, de la prédation et du braconnage.

<sup>1</sup> Blue Ventures Conservation, Level 2 Annex, Omnibus Business Centre, 39–41 North Road, London, N7 9DP, United Kingdom

<sup>2</sup> Department of Life Science, University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, United Kingdom

\* Courriel : antoine@blueventures.org

Depuis 2007, des essais de grossissement en enclos marin d'holothuries de sable (*Holothuria scabra*) produites en écloserie sont réalisés afin d'évaluer la viabilité de cette stratégie de subsistance complémentaire pour les villages de pêcheurs situés le long du littoral, y compris l'aire marine de Velondriake administrée à l'échelon local, une zone de conservation marine de 800 km<sup>2</sup> gérée par la communauté locale (<http://www.velondriake.org>). Le modèle d'élevage des holothuries de Velondriake repose sur un partenariat public-privé dans lequel des juvéniles d'holothurie de sable d'un poids moyen de 15 g sont vendus à des groupements d'éleveurs de la communauté par MHSA, implantée dans la ville de Toliara, à environ 200 km au sud de Velondriake (figure 1) (Eeckhaut et al. 2008). Les groupements communautaires achètent les juvéniles à MHSA à un prix subventionné par les donateurs du projet, et sont responsables du grossissement des juvéniles jusqu'à ce que les holothuries atteignent une taille commercialisable (au minimum 350 g). Les adultes ayant atteint la taille recherchée sont alors revendus à MHSA qui se charge de leur traitement et de leur exportation (Robinson et Pascal 2009).

Les populations du sud-ouest de Madagascar appartiennent essentiellement à l'ethnie Vezo, et dépendent quasi exclusivement des produits de la mer et des protéines qu'ils contiennent pour assurer leur sécurité alimentaire et leur subsistance. Les Vezo figurent parmi les populations les plus démunies et les plus marginalisées de Madagascar au plan économique, et ce, dans l'un des pays les plus pauvres du monde (World Bank 2011). D'après des études récentes, le revenu moyen d'un ménage à Velondriake s'élève à environ 0,83 dollar É.-U. par personne et par jour. La pêche artisanale occupe 87 % de la population, génère 82,4 % des revenus et fournit 99 % de l'apport protéique (Barnes-Mauthe et al., en révision). Le déclin des pêcheries dû à la surexploitation et à l'emploi généralisé d'engins de pêche de moins en moins sélectifs et de plus en plus destructeurs, conjugué à une croissance démographique rapide dans toute la région, a suscité une reconnaissance accrue de la nécessité de diversifier les moyens de subsistance au-delà de l'exploitation des stocks sauvages appauvris.

L'holothuriculture offre aux communautés côtières un produit de forte valeur marchande (environ 3 dollars É.-U. le kilo dans la région étudiée du sud de Madagascar) par rapport aux poulpes de récif, qui constituent dans cette région la principale source de revenus issus des produits de la mer (environ 0,6–1,0 dollar É.-U. par kg — prix au pêcheur pratiqués en 2011). Par ailleurs, la niche écologique cruciale qu'occupent les holothuries, véritables « ingénieurs des écosystèmes » détritivores (Coleman et Williams 2002 ; Wolkenhauer et al. 2010), pourrait conférer à l'élevage des vertus environnementales en favorisant le recyclage de la matière organique, particulièrement dans les lieux où les populations sauvages ont été décimées par la surpêche. À titre d'exemple, les herbiers marins sont plus abondants dans les zones caractérisées par des densités élevées d'holothurie de sable tropicale *Holothuria scabra*, une espèce omniprésente dans l'Indo-Pacifique mais dont la cote élevée lui a valu d'être lourdement exploitée dans toute la partie tropicale et subtropicale de la région (Battaglione 1999 ; James 2004 ; Hamel et al. 2001 ; Purcell et Kirby 2006 ; Purcell et Sime-toga 2008 ; Wolkenhauer et al. 2010).

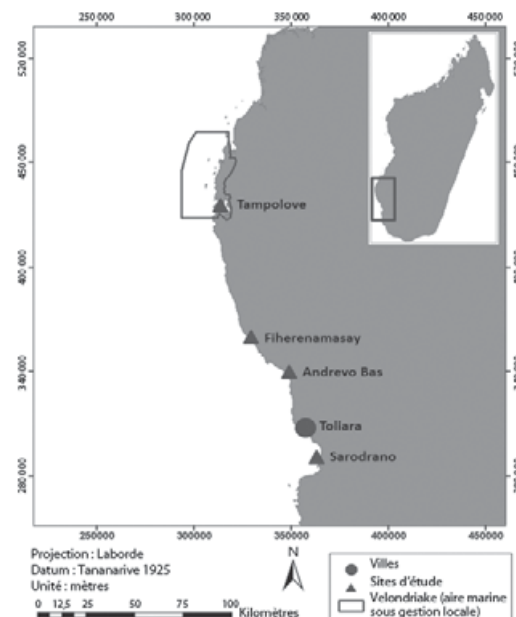
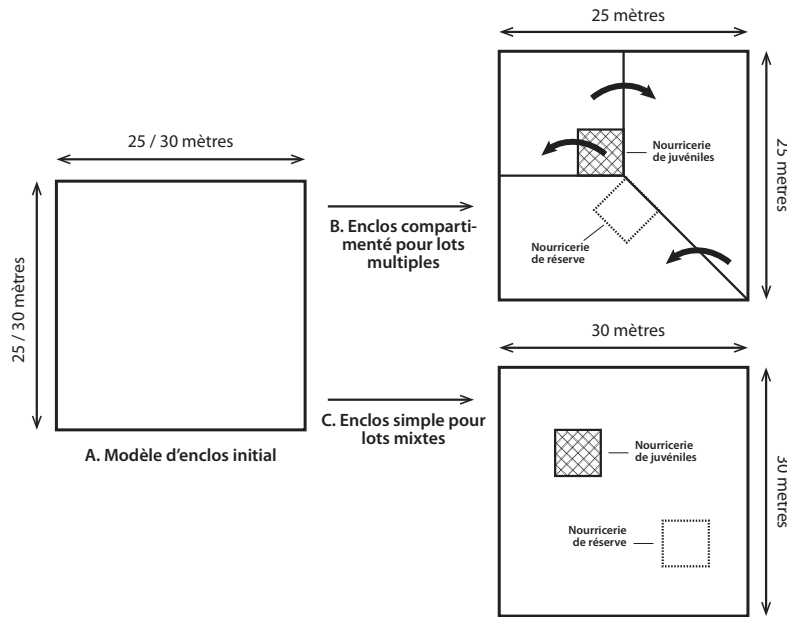


Figure 1. Carte de la zone étudiée indiquant les sites d'élevage (villages).

Au cours de ces dernières années, des recherches considérables ont été consacrées à la mise au point de techniques d'écloserie, de nourricerie et de lâcher de *H. scabra* à grande échelle. Des enclos marins ont été utilisés à divers stades de l'élevage de l'holothurie de sable, y compris pour le stockage des reproducteurs (Pitt 2001 ; Agudo 2006), pour évaluer les taux de croissance et de survie des juvéniles produits en écloserie et modéliser les effets du réensemencement des stocks surexploités (Purcell et Sime-toga 2008). Les résultats de ces travaux ont inspiré un certain nombre d'initiatives de mariculture d'holothuries produites en écloserie dans des régions aussi éparpillées que l'Asie, le Sud-Est asiatique, l'Australie, le Moyen-Orient et l'Océan indien occidental (Conand et al. 2004). Ces initiatives visent différents objectifs, depuis la culture commerciale privée de cette précieuse ressource jusqu'à la diversification des moyens de subsistance traditionnels au travers d'entreprises à vocation sociale. Dans ces dernières, le grossissement en enclos marins de juvéniles d'holothuries de sable produits en écloserie reste une technique relativement nouvelle, et peu d'études ont été publiées sur cette méthode d'élevage (Tsiresy et al. 2011 ; Robinson et Pascal 2009 ; Purcell 2010).

Bien que cette technique aquacole permette d'espérer de nouveaux revenus pour les communautés Vezo de Velondriake, le potentiel rémunérateur de l'initiative ne s'est pas encore concrétisé, principalement en raison de niveaux de mortalité très élevés chez les juvéniles après leur transfert vers les micro-fermes communautaires (Tsiresy et al. 2011). Une analyse de la mortalité mesurée dans 42 enclos situés dans quatre villages au moment du lancement de l'holothuriculture de *H. scabra* à Velondriake, au premier trimestre 2009 (Robinson et Pascal 2009), a révélé des taux moyens de 40,2 % au cours des trois mois qui ont suivi le transfert des juvéniles de l'écloserie de MHSA vers les enclos marins communautaires.



**Figure 2.** Schéma des enclos de grossissement des holothuries. A : modèle d'enclos initial avant amélioration ; B et C : enclos avec compartiments d'élevage des juvéniles.

Entre novembre 2009 et février 2011, plusieurs améliorations techniques ont été apportées aux méthodes d'élevage et de gestion utilisées sur les sites communautaires d'holothuriculture afin de réduire la mortalité des juvéniles dans les enclos après leur transfert depuis l'écloserie. Dans la présente étude, nous comparons les taux de survie des juvéniles aux différentes étapes de l'introduction de ces interventions, et passons en revue chacune de ces interventions tour à tour, ainsi que leur contribution probable à la baisse du taux de mortalité des juvéniles dans les enclos. Nos conclusions et recommandations sont pertinentes au regard du nombre croissant d'initiatives d'holothuriculture en enclos marins dans les régions côtières tropicales et subtropicales du monde.

## Méthodes

### Le modèle de production

L'élevage s'effectue dans des enclos marins placés en zone infratidale dans des habitats adaptés à l'espèce *H. scabra* (figure 2). Les sites sont peu profonds, abrités et riches en nutriments, et comprennent notamment des substrats vaseux et des herbiers (Tsiresy et al. 2011 ; Hamel et al. 2001 ; Agudo 2006). Un certain nombre de critères ont présidé au choix des sites d'élevage : une épaisseur sédimentaire suffisante pour la construction des enclos (20 cm minimum), la proximité du village sélectionné pour faciliter l'entretien et la surveillance des enclos, et une profondeur d'eau d'au moins 10 centimètres pendant les marées basses de vives-eaux.

Chaque enclos est conçu pour optimiser les taux de croissance en maintenant la biomasse totale au même niveau que la capacité de charge des habitats naturels de *H. scabra*, estimée à 692 g m<sup>-2</sup>, soit environ deux individus

adultes de taille commercialisable, dans les herbiers situés près de Toliara dans le sud-ouest de Madagascar (Lavitra 2008).

Les groupements d'éleveurs sont essentiellement composés de groupes de ménages de trois à huit membres, et de groupes communautaires, y compris des collectifs de femmes locales, des associations de jeunes et même une école locale, gérée par des enseignants, des élèves et leurs parents. Au sein de chaque village, les enclos et les systèmes de mise en charge ont été conçus pour recevoir plusieurs lots de juvéniles par an afin de répartir les risques de mortalité et de perte, et d'étaler les revenus.

Pour évaluer l'amélioration des pratiques d'élevage entre l'introduction de l'holothuriculture en milieu communautaire (janvier 2009) et la fin de la présente étude (août 2011), nous avons analysé trois périodes distinctes. La première correspond à la situation de départ, caractérisée par des taux de survie inacceptables ; la deuxième marque l'introduction de la première série de mesures destinées à réduire la mortalité des juvéniles ; la troisième correspond à la mise en œuvre d'activités techniques plus soutenues et d'une gestion plus active. Le tableau 1 précise le nombre d'éleveurs suivis à chacune de ces périodes.

Deux cycles de mise en charge, dans des enclos de 625 m<sup>2</sup> (Tampolove) et de 900 m<sup>2</sup> (les trois autres sites), à raison de quatre livraisons de 195 à 900 juvéniles par an, ont été achevés au cours de la période initiale. Au cours des deux et troisième périodes, des lots de 300 et 450 juvéniles ont été placés dans des nourriceries de 16 m<sup>2</sup> (Tampolove) et de 25 m<sup>2</sup> (les trois autres sites). Pendant toute la durée du projet, les villages ont reçu quatre ou cinq lots annuels de 300 à 450 juvéniles, selon la taille des enclos de grossissement (entre 625 et 900 m<sup>2</sup>). La survie des juvéniles a été évaluée trois mois après leur



introduction dans les différents sites d'étude. À l'issue de cette période seuil, les juvéniles atteignent le poids critique d'environ 50 g, au-delà duquel ils sont considérés comme beaucoup moins vulnérables à la prédation (Pascal et Robinson 2011).

**Tableau 1.** Nombre d'éleveurs suivis dans quatre villages (sites) sur trois périodes caractérisées par différents niveaux d'entretien.

Village / Site	1 <sup>re</sup> période	2 <sup>e</sup> période	3 <sup>e</sup> période
Andrevo	7	14	6
Fiherenamasay	5	2	0
Sarodrano	4	4	12
Tampolove	15	7	23

### Mesures de réduction des pertes de juvéniles

Les mesures prises au cours des deux et troisième périodes pour tenter de réduire la mortalité des juvéniles ont porté essentiellement sur la lutte contre la prédation — due principalement au crabe *Thalamita crenata* — et sur l'amélioration de la structure des enclos pour éviter que les juvéniles ne s'échappent. Les modifications apportées au cours de la deuxième période ont été introduites dans 23 enclos situés dans quatre villages (tableau 2). Elles visaient à améliorer la conception des enclos et à promouvoir une gestion et une surveillance plus actives des enclos par les groupements d'éleveurs communautaires.

### Des enclos de meilleure conception

À l'origine, les modèles d'enclos utilisés dans le sud-ouest malgache étaient fabriqués à l'aide de matériaux disponibles sur place tels que des filets de pêche à petit maillage, en fil de coton, tendus à l'aide de filins en polyéthylène (4 mm de diamètre) attachés à des pieux en bois ou en métal plantés à environ un mètre d'intervalle. Quelques mois seulement après la construction des enclos, les filets en coton présentaient déjà des signes d'usure et certaines parois commençaient à s'affaisser sous l'effet des intempéries. De même, les matériaux utilisés étaient trop souples pour permettre de nettoyer convenablement les structures et d'en déloger les bio-salissures et les débris incrustés. Par ailleurs, les filets

n'étaient pas solidement fixés au fond, laissant s'échapper des holothuries et gênant ainsi l'évaluation des taux de survie et de croissance. En outre, les juvéniles étaient placés directement dans les enclos d'élevage conçus pour recevoir des holothuries adultes, trop grands pour que l'on puisse lutter efficacement contre la prédation.

L'amélioration des techniques d'entretien entreprise au cours de la deuxième période a consisté notamment à introduire des filets en plastique rigide du type utilisé comme brise-vent dans l'agriculture. Un bâti horizontal en bois fixé sur le fond marin et enfoui dans le sédiment empêche désormais les animaux de s'échapper des enclos. Le nouveau système n'a pas tardé à faire la preuve de sa robustesse : les parois des enclos restent en place même lorsque la mer est agitée. Après s'être assurés de l'intégrité des enclos, les éleveurs ont pu se consacrer à l'entretien en inspectant le maillage des filets et en veillant à ce que les parois restent solidement arrimées aux piquets. Les liens de fixation cassés ont été réparés sans attendre. À l'aide de brosses, les éleveurs ont également effectué un nettoyage régulier des parois afin d'éliminer les bio-salissures.

### Réduction de la prédation sur les holothuries juvéniles

La prédation de l'étrille *Thalamita crenata* sur les holothuries juvéniles est considérée comme le principal facteur nuisant à la survie des juvéniles d'élevage *H. scabra* dans la zone étudiée ; en effet, un seul crabe peut tuer jusqu'à un juvénile *H. scabra* de moins de 50 g par jour (Pascal et Robinson 2011). Parmi les mesures prises pour améliorer l'état général des installations, les éleveurs et les techniciens aquacoles ont entrepris d'éliminer les crabes prédateurs. Les premières tentatives ont été laborieuses, en raison de la taille des enclos, et n'ont pas donné les résultats voulus. En outre, la chasse au crabe ne pouvait se pratiquer qu'à marée basse ; les enclos étaient donc à la merci des prédateurs la majeure partie du temps.

Le problème a été résolu en plaçant les juvéniles dans des « pouponnières », compartiments fermés à l'intérieur des enclos destinés à l'élevage des animaux adultes. Contrairement aux enclos, les pouponnières ont été recouvertes d'un filet de faible maillage afin d'empêcher les crabes prédateurs d'y pénétrer par en haut (Tsiresy et al. 2011). Les juvéniles ont séjourné dans ces petits casiers couverts (figure 2) pendant trois mois avant d'être transférés dans les enclos de plus grande taille, une fois atteint le poids critique de 50 g.

**Tableau 2.** Synthèse des mesures prises pour améliorer les techniques d'élevage.

Défaut constaté dans les techniques d'élevage	Amélioration introduite pour remédier au problème
Utilisation de matériaux locaux, peu résistants, pour fabriquer les grillages des enclos	Mise en place de parois grillagées en plastique rigide
Fuite des juvéniles, surtout en période de mer agitée, due à l'absence de fonds fixes dans les enclos	Fixation de bâtis en bois au bas des enclos avant enfouissement dans le sédiment pour stabiliser les structures et éviter la fuite des juvéniles
Mortalité élevée des juvéniles après les premières livraisons, due principalement aux crabes prédateurs	Introduction de nourriceries couvertes destinées aux juvéniles (pouponnières) pendant les trois mois suivant leur livraison
Défaut d'entretien des enclos et mauvaise gestion de la prédation des crabes	Entretien accru des enclos, particulièrement avant les livraisons, et élimination plus intensive des crabes

Les pouponnières mesuraient 16 m<sup>2</sup> (Tampolove) et 25 m<sup>2</sup> (les trois autres sites) et occupaient environ 2,5 % de la superficie des enclos pour adultes, la partie restante étant consacrée au grossissement. Chaque cohorte d'adultes a été placée dans un compartiment différent de l'enclos principal afin de pouvoir mesurer séparément le taux de survie et les modifications de taille au sein de chaque cohorte. Le transfert de chaque cohorte de juvéniles des pouponnières à l'enclos de grossissement, trois ou quatre mois après leur livraison, a permis de maintenir la biomasse critique en deçà de 692 g m<sup>2</sup> dans les compartiments de stockage des juvéniles et dans l'aire de grossissement de chaque enclos (Lavitra 2008).

### **Gestion et surveillances actives**

Afin d'améliorer encore la survie des juvéniles et d'optimiser l'efficacité des pouponnières, les responsables du projet ont formé les équipes d'aquaculteurs aux bonnes pratiques d'élevage (troisième période). L'introduction d'une gestion active et renforcée au cours de la troisième période visait à contrer « l'effet pouponnière » (Tsiresy et al. 2011), qui conduit les éleveurs à se reposer exagérément sur les améliorations techniques, apportées dans notre expérience au cours de la deuxième période, et à se montrer plus négligents, notamment en relâchant leurs efforts de lutte contre les crabes. Sous la direction des techniciens du projet, les groupes d'éleveurs ont dû consacrer deux à quatre jours, à chaque marée de vives-eaux, à l'élimination des crabes présents dans les pouponnières avant chaque livraison de juvéniles, offrant à ces derniers un environnement dépourvu de tout prédateur pendant la phase critique des trois premiers mois. Depuis 2010, l'élimination des crabes tant dans les pouponnières que dans les enclos destinés aux adultes se poursuit à chaque marée de vives-eaux, et s'accompagne d'une maintenance et d'une réparation minutieuses des pouponnières et des filets qui les recouvrent afin d'éviter que des crabes n'y pénètrent. La supervision assurée par les techniciens du projet a garanti une mise en œuvre optimale des mesures susmentionnées et a permis de sensibiliser les éleveurs à l'importance d'un entretien rigoureux.

### **Transport**

Le site le plus éloigné de l'écloserie (Tampolove) se trouve à 200 km de la ville de Toliara. On y accède par une route secondaire, après environ huit heures de trajet en véhicule 4x4. Cette distance présente des difficultés logistiques considérables pour les éleveurs. Les premières tentatives de transport de juvéniles par la mer à bord d'embarcations rapides, dans des bacs de transport alimentés en eau de mer par un système à circulation continue, ont donné des résultats très mitigés ; certains voyages ont provoqué l'éviscération ou la mort de nombreux individus (10,6 % des juvéniles sont arrivés morts ou éviscérés sur le site d'élevage en décembre 2009, données non publiées de Blue Ventures Conservation), sans doute sous l'effet des forts mouvements engendrés par le trajet en bateau.

Depuis mars 2010, des améliorations considérables ont été apportées aux méthodes de transport, avec l'introduction d'une nouvelle technique, qui consiste à placer des lots de 50 à 60 juvéniles dans des sacs en plastique robustes destinés au transport de poissons d'aquarium.

Les sacs sont remplis d'environ quatre litres d'eau de mer et d'air comprimé. Ils sont ensuite fermés hermétiquement et calés dans un véhicule. Toutes les précautions sont prises pour atténuer les chocs durant le trajet par la route. Les livraisons ne sont effectuées qu'au moment des marées basses de vives-eaux, lorsque les éleveurs peuvent accéder aux enclos sans difficulté, et les juvéniles sont lâchés dès leur arrivée au site d'élevage. Cette procédure a permis de réduire les pertes occasionnées par le transport à un niveau négligeable (moins de dix individus sur 20 000 juvéniles livrés). Le taux de mortalité ne présente pas de différence significative d'un site à l'autre, quelle que soit la distance qui les sépare de l'écloserie.

### **Analyse des données**

Des comparaisons ont été effectuées entre les taux de survie des juvéniles mesurés à trois reprises au cours des trois mois consécutifs à leur introduction dans les enclos. Les différences relevées entre les différents villages pour chaque période étudiée ont également fait l'objet de comparaisons. Dans certains villages, plusieurs livraisons ont été effectuées au cours d'une seule période d'entretien. Les cohortes ont elles aussi été comparées afin de déterminer si les variations constatées dans les taux de survie fluctuent en fonction de la livraison et si celle-ci produit un effet de confusion sur les résultats relatifs à l'entretien.

Dans les comparaisons effectuées entre les taux de survie, l'enclos d'élevage a été considéré comme une variable aléatoire. Puisque les enclos étudiés étaient répartis dans le même secteur et que les livraisons destinées à un même site se déroulaient sur une seule journée, les variations constatées sur chaque site s'expliquent essentiellement par des différences dans les efforts d'entretien déployés par les différents groupes d'éleveurs. Des hypothèses statistiques paramétriques ont été testées avant de procéder aux comparaisons statistiques. La normalité des données et l'homogénéité des variances ont été vérifiées à l'aide des tests de Shapiro-Wilk et de Levene, respectivement. Devant l'absence de normalité de la distribution ( $W$  de Shapiro-Wilk = 0,95 ;  $P = 0,0008$ ) et l'hétéroscédasticité des données ( $F$  de Levene = 5,75 ;  $P = 0,004$ ), c'est finalement le test d'analyse de variance de Kruskal-Wallis qui a été retenu, et des comparaisons par paire entre sites pour une même période et entre périodes pour un même site ont été effectuées à l'aide du test du chi-carré de Mann-Whitney.

### **Résultats et discussion**

L'étude a révélé d'importantes variations dans la survie des juvéniles selon le niveau d'entretien, et selon le site considéré au cours d'une même phase d'entretien (figure 3 ; tableau 3). De manière générale, les taux de survie ont augmenté, passant de 40,2 % en moyenne pour la première période à 76,6 % pour la troisième. Les comparaisons entre sites ont révélé que la hausse du taux de survie la plus marquée — de 21,3 à 83 % — avait été enregistrée à Sarodrano entre les deuxième et troisième périodes. À Fiherenamasay, où seules les première et deuxième périodes ont été comparées, aucune différence significative n'a été constatée dans la survie des animaux (1<sup>ère</sup> période : 53,8 % ± 4,4 % ; 2<sup>e</sup> période : 52,1 % ± 7,0 % ;

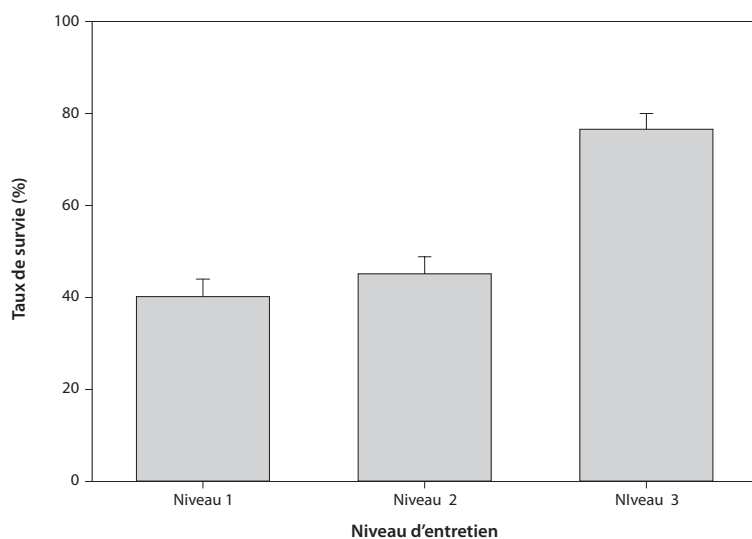


Figure 3. Variation du taux de survie en fonction du niveau d'entretien.

Tableau 3. Comparaison à un facteur effectuée à l'aide du test du Kruskal-Wallis entre les périodes d'entretien pour chaque village / site et pour l'ensemble des sites.

Village / Site	$\chi^2$	P	Comparaison
Andrevo	7,16	0,03	a, a, b
Fiherenamasay	0,15	0,7	a, a
Sarodrano	13,73	0,001	a, a, b
Tampolove	16,92	0,0002	a, ab, b
Ensemble des sites	42,98	< 0,0001	a, a, b

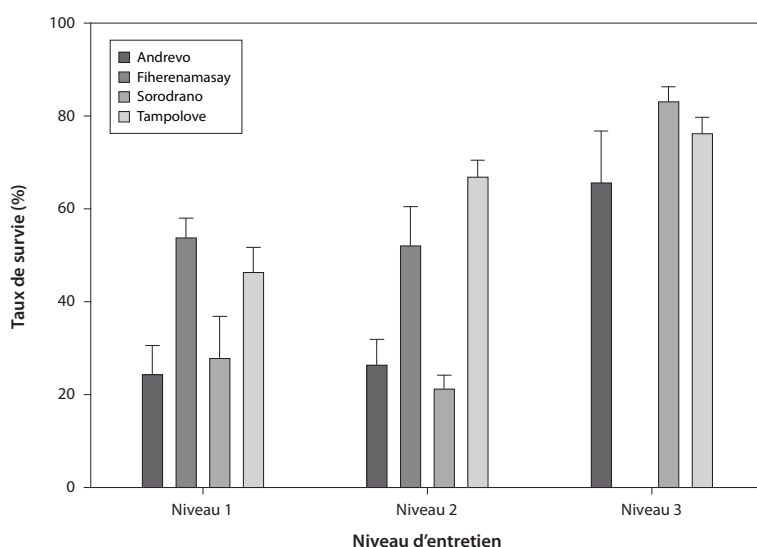


Figure 4. Variation des taux de survie au sein des sites et selon le niveau d'entretien.

$\chi^2 = 0,15$  ;  $P = 0,70$ ). L'écart le plus faible a été observé à Tampolove où le taux initial de survie, déjà relativement élevé (46,3 %) en première période, n'a augmenté que de 29,9 %. Une différence marquée est apparue entre la première et la troisième période ( $\chi^2 = 16,91$  ;  $P = 0,0002$ ). La deuxième période ne présente pas de différence significative avec la première ou la troisième ( $P > 0,05$ ).

La comparaison entre les différentes périodes d'entretien fait apparaître des taux de survie plus élevés à Fiherenamasay et à Tampolove qu'à Andrevo et Sarodrano, pour les première et deuxième périodes. Quant à la troisième période, aucune différence significative ne ressort des taux de survie mesurés sur les trois sites pour lesquels on dispose de données (figure 4). Fiherenamasay, qui présentait pourtant l'un des taux de survie les plus élevés en première et en deuxième périodes, s'est retiré du programme d'holothuriculture au cours de la troisième période et n'a pu faire l'objet d'aucune comparaison. Les comparaisons effectuées entre cohortes d'un même site au cours de la même période n'ont révélé aucune différence significative pour l'ensemble des sites ( $P \geq 0,5$ ).

La forte progression du taux de survie moyen des juvéniles (de 40,2 à 76,6 %) devrait avoir de profondes répercussions, à la fois pratiques et socioéconomiques, sur l'holothuriculture communautaire pratiquée dans le sud de Madagascar. Cette amélioration résulte de plusieurs facteurs parmi lesquels l'amélioration des techniques d'élevage et la mise en place d'une gestion active, ainsi que la réduction des perturbations et de la prédation à un stade de croissance crucial chez les spécimens cultivés de *H. scabra*. L'étude souligne la nécessité d'un entretien permanent des installations et d'une maîtrise continue de la prédation des crabes.

La fuite des juvéniles hors des enclos et la prédation du crabe *Thalamita crenata* étaient les principales causes de mortalité élevée avant l'introduction d'améliorations dans les pratiques d'élevage. Le remplacement des parois en filets de coton, moins stables et moins durables, par des grilles en plastique rigide, résistantes aux éléments, et l'enfouissement des parois plus profond dans le sédiment permettent d'empêcher la fuite des juvéniles vers l'extérieur. Il convient de noter que le nouveau type de grille en plastique renchérit le coût des clôtures, qui passe de 2,17 à 2,62 dollars É.-U. par mètre, soit un surcoût minime pour une

durabilité fortement accrue (durée de vie estimée à cinq à sept ans, contre un à deux ans précédemment). L'introduction de pouponnières permet de maintenir les juvéniles sous étroite surveillance. Leur éparpillement dans des bassins de plus grande superficie entraînerait une marge d'erreur plus importante dans leur dénombrement et dans l'estimation des taux de survie.

Ces petits enclos contribuent également à réduire la prédation des crabes de deux manières différentes : la chasse au crabe effectuée par les éleveurs et les techniciens est plus efficace dans des enclos plus petits et plus faciles à contrôler, et le filet de faible maillage qui les recouvre limite la pénétration des crabes prédateurs.

Outre les ajustements techniques, la préparation des pouponnières deux ou trois jours avant chaque livraison a marqué un pas important dans l'amélioration de la technique d'élevage. L'obturation des ouvertures a réduit la pénétration des crabes. L'élimination des crabes existants, qui auraient pu se retrouver piégés dans les enclos et grossir en se nourrissant essentiellement de juvéniles de *H. scabra*, a marqué une autre étape clé. C'est sans doute lors de cette phase d'acclimatation au milieu aquacole, après un long trajet depuis l'écloserie (jusqu'à huit heures de transport), que les juvéniles sont les plus vulnérables aux effets du stress environnemental, une vulnérabilité exacerbée par la prédation des crabes.

L'absence de différences entre les première et deuxième périodes sur l'ensemble des sites indique que l'amélioration des pratiques d'élevage par l'utilisation de pouponnières fermées pendant les trois mois consécutifs à la livraison des juvéniles ne suffit pas à elle seule à accroître les taux de survie. Ces résultats concordent avec ceux d'études antérieures qui montrent que l'introduction de nourriceries couvertes n'est pas « la panacée » (Tsiresy et al. 2011), mais un facteur clé qui renforce la productivité en réduisant la prédation des crabes. Parmi les deux sites ayant enregistré une progression des taux de survie entre les première et deuxième périodes, l'un présentait une densité naturelle de crabes faible (Fiherenamasay) et l'autre avait vu son niveau d'entretien fortement rehaussé au cours de la deuxième période (Tampolove) (données non publiées). La mise en place d'une gestion plus rigoureuse au cours de la troisième période à Tampolove s'est traduite par une nouvelle progression du taux de survie. Bien que le nombre de crabes éliminés dans tous les enclos et pour les toutes les périodes n'ait pas été consigné, on sait par exemple qu'un éleveur a tué à lui seul 150 crabes en une seule journée à Tampolove (observation personnelle AR). L'élimination des crabes après le transfert vers les grands enclos est moins maîtrisée, dans la mesure où l'activité d'entretien est plus intense au moment des marées basses de vives-eaux et où ses effets sont moins contrôlés dans les périodes intermédiaires. Cependant, les animaux sont transférés dans les enclos de grossissement une fois qu'ils ont atteint le poids critique de 50 g ; ils sont dès lors moins vulnérables à la prédation.

L'aquaculture de *H. scabra* exige peu de main-d'œuvre et offre la promesse d'une activité économique complémentaire aux populations côtières du sud-ouest malgache. Toutefois, comme nous l'avons expliqué plus haut, les solutions techniques proposées pour optimiser la

production ne se suffisent pas à elles-mêmes. La réduction des surfaces à contrôler et à nettoyer et le renforcement de la protection physique contre les crabes par l'introduction de pouponnières présentent certes des avantages, mais ils doivent s'accompagner d'une meilleure gestion des juvéniles de *H. scabra*. Cette étude souligne l'importance de la préparation des enclos d'élevage avant la livraison des holothuries, d'un entretien continu des installations et d'une lutte constante contre les crabes prédateurs après la livraison. L'holothuriculture reste un projet novateur dans la région (Robinson et Pascal 2009) et l'entretien permanent des installations tardera sans doute à figurer parmi les habitudes d'élevage. L'exercice d'une supervision attentive par des techniciens qualifiés sera indispensable à la pleine réalisation du potentiel économique de l'activité.

L'augmentation du taux de survie aura pour autre résultat d'accroître la densité des individus de grande taille. Sur la base d'observations effectuées sur des populations sauvages d'holothuries non exploitées, une densité de stockage de 250 g m<sup>2</sup> a été recommandée pour les fermes holothuricoles (Battaglene 1999 ; Purcell et Simegona 2008), soit moins d'un individu par m<sup>2</sup>. En postulant un taux de survie de 100 %, la densité relevée dans les enclos considérés dans la présente étude serait plus de deux fois supérieure à la valeur recommandée (~ 2 individus m<sup>2</sup> ; Lavitra 2008). Cette valeur repose sur l'étude de la croissance de *H. scabra* dans la région de Toliara au sud-ouest de Madagascar. L'écart important entre les deux estimations de densité optimale témoigne de la nécessité de mener de nouvelles recherches sur le type de sédiment, sa concentration en nutriments et son taux de renouvellement afin d'assurer la pérennité de l'activité aquacole.

L'élevage communautaire des holothuries vise à créer une source de revenus complémentaire pour les populations du sud-ouest malgache qui sont largement tributaires de la pêche. Le projet a pour objectif de générer un revenu supplémentaire net d'au moins 60 dollars É.-U. par mois et par groupement après déduction des frais de fonctionnement des exploitations. La réalisation de cet objectif implique par ailleurs que les éleveurs s'émancipent financièrement des bailleurs et des organisations non gouvernementales qui soutiennent actuellement le projet. Pour assurer la viabilité de l'activité, au niveau actuel des coûts du matériel aquacole et du prix de vente d'un spécimen adulte de *H. scabra* issu de l'holothuriculture, au moins 60 % des juvéniles cultivés doivent atteindre le marché. Les taux de survie obtenus grâce aux améliorations techniques et à un entretien rigoureux dépassent largement ce pourcentage.

En outre, les revenus et avantages socioéconomiques supplémentaires générés devraient encourager les éleveurs actuels à intensifier les efforts d'entretien et renforcer l'intérêt et l'adhésion des habitants des villages soutenus par le projet. Dans le village de Tampolove, par exemple, l'augmentation des taux de survie et des revenus a conduit à la multiplication du nombre de fermes, dont l'une est même gérée par une école. Grâce aux « nombreux bras » disponibles, cette ferme scolaire figure parmi les mieux entretenues et, selon les études les plus récentes, elle affiche l'un des taux de survie de juvéniles



les plus élevés. La participation de l'école à l'activité holothuricole favorisera la transmission des compétences et des connaissances aux générations futures, ainsi que la promotion et le développement de la conservation dans une région figurant parmi les plus pauvres du monde, et caractérisée par une dépendance extrême, tant vivrière que commerciale, à l'égard des ressources écologiques côtières.

L'une des principales difficultés rencontrées dans la gestion des élevages du sud-ouest malgache a été le vol d'animaux de taille commercialisable. Les éleveurs ont réagi en instaurant des tours de garde nocturne auxquels participent tous les membres. Une tour de guet a été construite pour faciliter la surveillance. Le manque d'habitats susceptibles d'accueillir de nouvelles exploitations contrarie également la demande et l'intérêt croissants des membres de la communauté. En outre, la pénurie de financements disponibles limite les possibilités d'expansion du projet qui, à ce stade initial, ne génère pas encore de bénéfices.

### Remerciements

Nous remercions les aquaculteurs et les techniciens chargés du projet, en particulier Georgi Robinson, Gaétan Tsiresy, Zizienne, Angelo Donah et Benjamin Pascal pour leur engagement indéfectible envers cette initiative, ainsi que les partenaires du projet : MHSA, l'Institut Halieutique et des Sciences Marines de Toliara et les Universités de Bruxelles et de Mons. Le projet a bénéficié du soutien de Norges Vel et ReCoMaP-COI.

### Bibliographie

- Agudo N. 2006. Sandfish hatchery techniques. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Secretariat of the Pacific Community (SPC) and the WorldFish Center. 44 p.
- Battaglene S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. *Naga ICLARM* 22:4–11.
- Barnes-Mauthe M., Oleson K.L.L. and Zafindrasilivonona B. (In review). The total economic value of small-scale fisheries with a characterization of post-landing trends.
- Coleman F.C. and Williams S.L. 2002. Overexploiting marine ecosystem engineers: Potential consequences for biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 17:40–44.
- Conand C., Purcell S, Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper No. 463. Rome: Food and Agriculture Organization. 425 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. and Conand C. (eds). *Sea cucumbers: A global review of fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 516. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Eeckhaut I., Lavitra T., Rasoforinina 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.
- Eriksson H., Robinson G., Slater M.J. and Troell M. 2011. Sea cucumber aquaculture in the Western Indian Ocean: Challenges for sustainable livelihood and stock improvement. *AMBIO* 41:109–121.
- 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.
- James B.D. 2004. Captive breeding of the sea cucumber, *Holothuria scabra*, from India. p. 385–395. In: 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: Food and Agriculture Organization.
- Jangoux M., Rasoloforinina R., Vaitilingon D., Ouin J.M., Seghers G., Mara E. et Conand C. 2001. Un projet pilote d'écloserie et de mariculture d'holothuries à Tuléar (Madagascar). *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 14:2–5.
- Lavitra T. 2008. Caractérisation, contrôle et optimisation des processus impliqués dans le développement postmétamorphique de l'holothurie comestible *Holothuria scabra* (Jaeger, 1833). PhD Thesis, Université de Mons-Hainaut.
- Pascal B. and Robinson G. 2011. Handbook for sandfish farming, ReCoMap programme, Indian Ocean Commission.
- Pitt R. 2001. Le point sur les méthodes de reproduction et d'élevage de l'holothurie de sable. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 14:14–21.
- Price A.R.G., Harris A., McGowa A., Venkatachalam A.J. and Sheppard C.R.C. 2010. Chagos feels the pinch: Assessment of holothurian (sea cucumber) abundance, illegal harvesting and conservation prospects in British Indian Ocean Territory. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20:117–126.
- Purcell S.W. 2010. Diel burying by the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*: Effects of environmental stimuli, handling and ontogeny. *Marine Biology* 157:663–671.
- Purcell S.W. and Kirby D.S. 2006. Restocking the sea cucumber *Holothuria scabra*: Sizing no-take zones through individual-based movement modelling. *Fisheries Research* 80:53–61.
- Purcell S.W. and Simentoga 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.
- 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.

- Tsiresy G., Pascal B. et Plotieau T. 2011. Analyse du grossissement d'*Holothuria scabra* exploitée en micro fermes marines (région Sud-Ouest de Madagascar). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 31:17–22.
- Wolkenhauer S.M., Uthicke S., Burridge C., Skewes T. and Pitcher R. 2010. The ecological role of *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) within subtropical seagrass beds. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 90:215–223.
- World Bank. 2011. World Development Indicators Database. Retrieved 14 September 2011 from <http://data.worldbank.org/country/madagascar>.

## Densité, répartition et diversité des holothuries : comparaison de sites exploités à différents degrés dans les lagons peu profonds de l'île Maurice

Katrin Lampe<sup>1\*</sup>

### Résumé

Le présent article vise à présenter une étude de référence sur l'abondance, la répartition et la diversité des holothuries vivant dans les milieux lagonaires peu profonds du sud et de l'ouest de l'île Maurice, en comparant des sites exploités à différents degrés. En juillet et août 2011, l'observation de jour de 78 transects couvrant une superficie de 35 550 m<sup>2</sup> a permis d'enregistrer un total de 3 411 holothuries (152,56 ind. 100 m<sup>-2</sup>) dans 16 sites d'étude de l'ouest (95,50 ind. 100 m<sup>-2</sup>) et du sud (59,06 ind. 100 m<sup>-2</sup>) de l'île Maurice. Les holothuries recensées ont été classées en 17 espèces dont dix d'intérêt commercial. Les principales espèces appartenaient au genre *Synapta* spp. (41,6 % du total). Les autres espèces les plus courantes étaient *Holothuria atra* (29,14 %), *H. leucospilota* (11,93 %) et *Stichopus chloronotus* (6,39 %), trois espèces à valeur marchande. Globalement, la densité des espèces d'intérêt commercial (52,39 %) et celle des espèces peu prisées (47,61 %) étaient à peu près équivalentes. L'analyse de la relation entre la diversité des habitats, la densité des espèces et leur diversité a donné un résultat très disparate à travers les lagons. Cependant, les résultats indiquent que les zones de plus forte densité, mais de moindre diversité, sont principalement constituées de fonds sédimentaires et herbeux.

### Introduction

Espèces clés, les holothuries jouent un rôle essentiel dans la bioturbation et le recyclage de la matière organique dans les lagons. Une variation de leur densité peut même avoir de graves conséquences pour la survie d'autres espèces appartenant au même écosystème (Birkeland 1988).

En plus de ce rôle écologique important, les holothuries représentent aussi une ressource économique majeure à deux points de vue. D'abord, les holothuries transformées (bêches-de-mer) sont considérées comme un mets de premier choix en Asie, particulièrement au Japon et en Corée. Ensuite, les holothuries possèdent des propriétés pharmacologiques. Les entreprises pharmaceutiques investissent dans la recherche sur les toxines produites par les holothuries. Certains composés extraits des holothuries présentent des vertus antimicrobiennes ou agissent comme des anti-inflammatoires. D'autres composés contiennent des propriétés antivirales, antitumorales, anticancéreuses et contraceptives (Bordbar et al. 2011).

La pêche de l'holothurie sur l'île Maurice s'est rapidement accrue ces dernières années. Conand (2004) y a recensé environ 11 espèces comestibles. Il est facile pour les pêcheurs de ramasser les *Bambara*, nom local couramment donné aux holothuries. Elles sont destinées à la consommation locale ou vendues aux hôtels. Cependant, la plus grande partie est vendue à des exploitants qui exportent les produits transformés vers les pays d'Asie (Luchmun et al. 2001). La diversité des holothuries et les effets de leur exploitation dans les eaux mauriciennes,

qui semblent en être riches, ne sont que très peu connus (Luchmun et al. 2001). La présente étude vise à obtenir des informations de référence sur la densité, la répartition et la diversité des holothuries vivant dans les milieux lagonaires peu profonds du sud et de l'ouest de l'île Maurice, en comparant des sites exploités à différents degrés.

### Matériel et méthodes

Dotée de près de 200 km de côtes, l'île Maurice est presque entièrement entourée de lagons s'étendant sur plus de 150 km<sup>2</sup>, nés de la formation de récifs barrières ou de récifs frangeants. Sur la côte est de l'île, la largeur des lagons, c'est-à-dire la zone située entre le rivage et la crête récifale, varie entre 400 m et 7 km environ. Les marées sont semi-diurnes et d'une amplitude moyenne de 0,9 m pendant la période des vives-eaux et de 0,1 m durant la période des mortes-eaux (McClanahan et al. 2005). Les lagons de l'île Maurice s'étendent de la zone proche du rivage au platier. Un lagon dont le fond est plat présente généralement une homogénéité dans la composition de ses espèces, contrairement à un lagon où l'amplitude bathymétrique est grande. L'étude s'est concentrée sur deux zones géographiques différentes — le sud et l'ouest de l'île Maurice — où les recherches ont été menées sur 16 sites au total (figure 1). À l'ouest de l'île, les lagons sont relativement calmes et protégés par des récifs coralliens frangeants, tandis qu'au sud, la côte est exposée aux alizés de sud-est et à de rudes conditions maritimes. Cependant, la région occidentale est plus sujette aux houles cycloniques qui se forment au nord et au nord-ouest (Padya 1984, 1989).

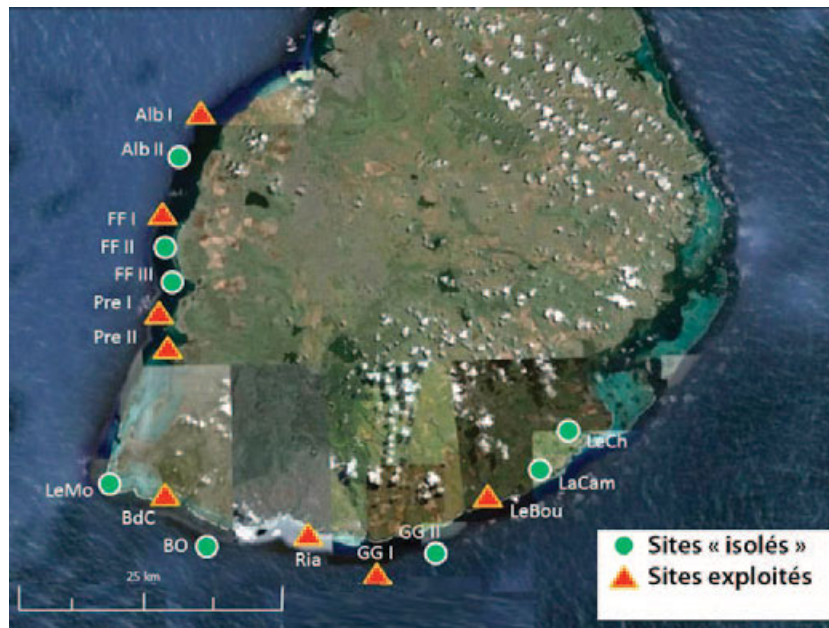
<sup>1</sup> Université de sciences appliquées de Brême

\* Courriel : lampe-katrin@gmx.de

Les sites étudiés sont exploités à différents degrés ; en d'autres termes, leur utilisation et ses effets varient selon la facilité d'accès et d'exploitation des sites et selon la présence d'hôtels et de touristes.

Dans chaque site, les observations ont été menées le long de cinq transects en bandes. Chacun était constitué d'une ligne principale de 50 m de long et de cinq

transects transversaux de 20 m de long et de 3 m de large. Chaque transect couvrait ainsi une superficie de 450 m<sup>2</sup>. Dans chacun des sites d'étude, la superficie totale couverte était donc de 2 250 m<sup>2</sup> (450 m<sup>2</sup> x 5) (figure 2). Les cinq transects ont été disposés en quinconce, séparés les uns des autres par une distance minimum de 10 m. Toutes les observations ont été faites de jour.



**Figure 1.** Image satellite des 16 sites d'étude répartis dans les lagons peu profonds des côtes ouest et sud de l'île Maurice. Les sites en rouge sont exploités tandis que ceux en vert sont considérés comme « isolés » (cliché Google Earth 2011).



**Figure 2.** Exemple de transects mis en place pour l'étude des holothuries sur le site appelé Flic en Flac II (cliché Google Earth 2011).



Des plongeurs équipés de palmes, masques et tubas ont cherché minutieusement les holothuries en commençant par suivre la ligne principale du premier transect, puis en longeant les transects transversaux. Le nombre d'individus découverts et l'espèce à laquelle ils appartenaient ont été recensés. Pour rendre compte de l'influence du type d'habitat sur la répartition des holothuries et leur abondance dans chaque site, le pourcentage des différents types de substrat a aussi été relevé. Les substrats ont été classés selon six types : sable, corail vivant, débris de coraux, herbier, macroalgues, roches.

L'indice de Shannon-Wiener (Nentwig et al. 2004) a été calculé pour mesurer la prépondérance et la diversité des espèces et des habitats dans chacun des 16 sites, selon la formule suivante :

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

$p_i$  étant la proportion d'une espèce (i) par rapport au nombre total d'espèces.

Le coefficient de corrélation des rangs de Spearman ( $R^2$ ), non paramétrique, a été utilisé pour déterminer le degré de relation entre diversité de l'habitat et densité des espèces.

Une corrélation de Spearman ( $R^2$ ), dont la valeur oscille entre +1 et -1, indiquera alors le degré de dépendance entre la diversité de l'habitat et la densité des espèces.

## Résultats

En juillet et août 2011, l'observation de jour de 78 transects couvrant une superficie de 35 550 m<sup>2</sup> a permis d'enregistrer un total de 3 411 holothuries (152,56 ind. 100 m<sup>-2</sup>) dans 16 sites d'étude de l'ouest (95,50 ind. 100 m<sup>-2</sup>) et du sud (59,06 ind. 100 m<sup>-2</sup>) de l'île Maurice (tableau 1).

La proportion relative des différents types d'habitats a été calculée pour les 16 sites étudiés. Les types de substrat les plus couramment observés le long de chaque transect sont les substrats sablonneux (39,7 %), suivis par les herbiers (20,9 %). Les débris de coraux et le corail vivant se trouvent dans des proportions similaires (respectivement 15 % et 12,2 %). Les types d'habitat les moins représentés sont les macroalgues et les roches avec moins de 8 % chacun. Pour neuf des 17 espèces recensées, on a compté au moins dix individus à travers l'ensemble des sites étudiés (tableau 2) ; quant aux espèces *Bohadschia* sp., *B. atra*, *Stichopus* sp., *Holothuria nobilis*, *Actinopyga mauritiana*, *Stichopus hermanni* ainsi qu'une espèce non identifiée, elles se sont faites très rares pendant toute l'étude et moins de dix individus de chaque espèce ont été dénombrés.

**Tableau 1.** Densité absolue et valeur marchande (0 en blanc : aucune valeur ; 1 en rouge : grande valeur ; 2 en orange : valeur moyenne ; 3 en jaune : faible valeur, d'après Conand 2008) des espèces recensées dans les lagons de l'île Maurice en juillet et août 2011.

Espèces	Valeur marchande	Densité absolue	Total dans la zone ouest (ind. 100 m <sup>-2</sup> )	Total dans la zone sud (ind. 100 m <sup>-2</sup> )
<i>Holothuria nobilis</i>	1	3	0,04	0,08
<i>Actinopyga echinites</i>	2	37	0,31	1,87
<i>A. mauritiana</i>	2	2	0,00	0,08
<i>Stichopus chloronotus</i>	2	218	8,98	0,71
<i>S. hermanni</i>	2	1	0,04	0,00
<i>Bohadschia atra</i>	3	7	0,18	0,19
<i>B. marmorata</i>	3	110	3,35	1,24
<i>Bohadschia</i> sp.	3	8	0,27	0,07
<i>Holothuria atra</i>	3	994	38,73	5,39
<i>H. leucospilota</i>	3	407	14,13	4,67
<b>Sous-total</b>		<b>1 787</b>	<b>66,04</b>	<b>14,31</b>
<i>Holothuria hilla</i>	0	120	0,76	4,58
<i>Holothuria pervicax</i>	0	68	1,29	1,73
<i>Stichopus monotuberculatus</i>	0	10	0,31	0,13
<i>Stichopus</i> sp.	0	6	0,27	0,00
<i>Synapta</i> spp.	0	1 419	24,81	38,31
Espèces non identifiées	0	1	0,03	0,00
<b>Sous-total</b>		<b>1 624</b>	<b>27,46</b>	<b>44,76</b>
<b>Total</b>		<b>3 411</b>	<b>93,50</b>	<b>59,06</b>

Au nombre de 1 419 et d'une densité de 42 % (tableau 2), les individus du genre *Synapta* se sont avérés les plus abondants. En ce qui concerne leur fréquence relative (81 %), ils ont été observés dans 13 des 16 sites, et en plus grand nombre à Riambel, Flic en Flac II et Bel Ombre (figure 3). Cependant, ce pourcentage est plus faible que celui de l'espèce la plus fréquente, *Holothuria atra* (94 %), qui est aussi la plus abondante : 994 individus

recensés au total (tableau 1 et figure 4) et une densité relative de 29 % (tableau 2). On la trouve principalement à Le Morne, Bel Ombre et Albion II (figure 4).

*Holothuria leucospilota* et *Stichopus chloronotus* sont les espèces les plus courantes après *Synapta* spp. et *Holothuria atra*. Avec respectivement 407 et 218 individus (tableau 1 et figure 3), elles représentent 12 % et 6 % du nombre total d'individus. Mais *H. atra* a été observée sur 12 sites (fréquence relative de 95 %), alors que *S. chloronotus* est moins répandue : elle a été trouvée sur 8 sites seulement (50 %) (figures 3 et 4).

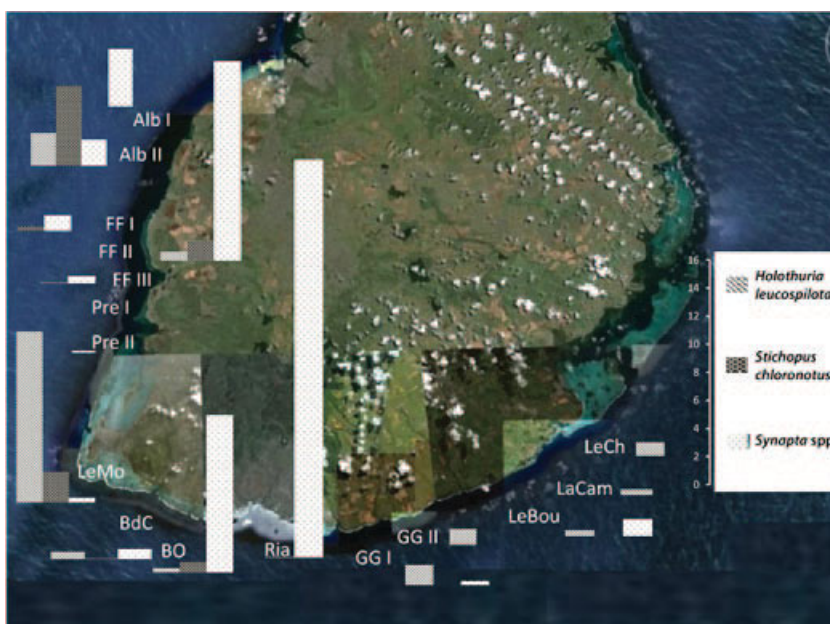
De densités quasiment identiques, les espèces *Bohadschia marmorata* et *Holothuria hilla* comptent respectivement 110 individus (densité relative de 3,22 %) et 120 individus (densité relative de 3,52 %). La première est plus fréquente que la seconde (fréquences respectives de 56,25 % et 25 %) (tableau 2). Certaines espèces rares, telles que *Actinopyga echinites* (1,08 %) et *Holothuria pervicax* (1,99 %), en dépit de leur faible densité relative, sont assez répandues. Leurs fréquences respectives sont de 43,75 % et 31,25 %, ce qui les place juste derrière les quatre espèces les plus répandues (tableau 2). *Actinopyga mauritiana*, *Bohadschia atra*, *Bohadschia* sp., *Holothuria nobilis*, *Stichopus hermanni*, *S. monotuberculatus* et *Stichopus* sp. sont des espèces plutôt rares dont la densité relative est inférieure à 1 %. Elles ont été recensées sur deux ou trois des 16 sites, voire sur un seul.

#### Densité des espèces d'holothuries d'intérêt commercial et non commercial

Dix espèces ont été identifiées comme des espèces d'intérêt commercial [clé de Conand (2008)] : *Holothuria nobilis* (grande valeur marchande), quatre espèces de valeur moyenne et cinq autres de valeur plutôt faible. Les six espèces restantes (dont l'une est en réalité un genre) ont été classées dans la catégorie des espèces sans intérêt commercial. Dans les sites de l'ouest, la densité absolue des espèces sans valeur marchande a été établie à 93,5 ind. 100 m<sup>2</sup>, alors qu'elle n'est que de 59,06 ind. 100 m<sup>2</sup> dans les sites du sud. Les sites de

**Tableau 2.** Densité absolue, densité relative (en %) et fréquence (en %) de chaque espèce d'holothurie sur les 16 sites d'étude couvrant une superficie totale de 35 550 m<sup>2</sup>.

Espèce	Nombre d'individus	Densité relative (%)	Fréquence (%)
<i>Actinopyga echinites</i>	37	1,08	43,75
<i>A. mauritiana</i>	2	0,06	12,50
<i>Bohadschia atra</i>	7	0,21	18,75
<i>B. marmorata</i>	110	3,22	56,25
<i>Bohadschia</i> sp.	8	0,23	18,75
<i>Holothuria atra</i>	994	29,14	93,75
<i>H. hilla</i>	120	3,52	25,00
<i>H. leucospilota</i>	407	11,93	75,00
<i>H. nobilis</i>	3	0,09	18,75
<i>H. pervicax</i>	68	1,99	31,25
<i>Stichopus chloronotus</i>	218	6,39	50,00
<i>S. hermanni</i>	1	0,03	6,25
<i>S. monotuberculatus</i>	10	0,29	18,75
<i>Stichopus</i> sp.	6	0,18	12,50
<i>Synapta</i> spp.	1 419	41,60	81,25
Espèces non identifiées	1	0,03	6,25
<b>Total</b>	<b>3 411</b>		



**Figure 3.** Carte des sites d'étude dans les lagons peu profonds des côtes ouest et sud de l'île Maurice et densité des holothuries (ind. m<sup>2</sup>) *Holothuria leucospilota*, *Stichopus chloronotus* et *Synapta* spp. (Google Earth 2011).

l'ouest présentent aussi une densité plus élevée d'espèces cotées (66,04 ind. 100 m<sup>-2</sup>) (tableau 1).

Une observation approfondie des sites de l'ouest met en évidence un fait notable : *Holothuria atra* et *H. leucospilota* y sont relativement abondantes. Dans les quatre sites classés « isolés », une densité moyenne de 79,87 ind. 100 m<sup>-2</sup> a été observée. Le nombre élevé de spécimens *Holothuria atra*, dont la valeur marchande est faible (catégorie 3), explique cette haute densité, particulièrement à Le Morne (figure 5). De plus, dans ce seul site, la deuxième espèce la

plus prisée, *Holothuria leucospilota*, présentait une densité de 11,38 ind. 100 m<sup>-2</sup>.

Après avoir comparé la relation entre les différences d'habitat et la densité des espèces, les différences d'habitat et les indices de Shannon-Wiener de chaque espèce, les indices de Shannon-Wiener des habitats et la densité des espèces, ainsi que les indices de Shannon-Wiener des habitats et ceux des espèces, il en ressort que le coefficient de corrélation le plus élevé est de 0,6359 et a été enregistré dans les sites du sud. Les autres sites présentent un coefficient inférieur à 0,5.

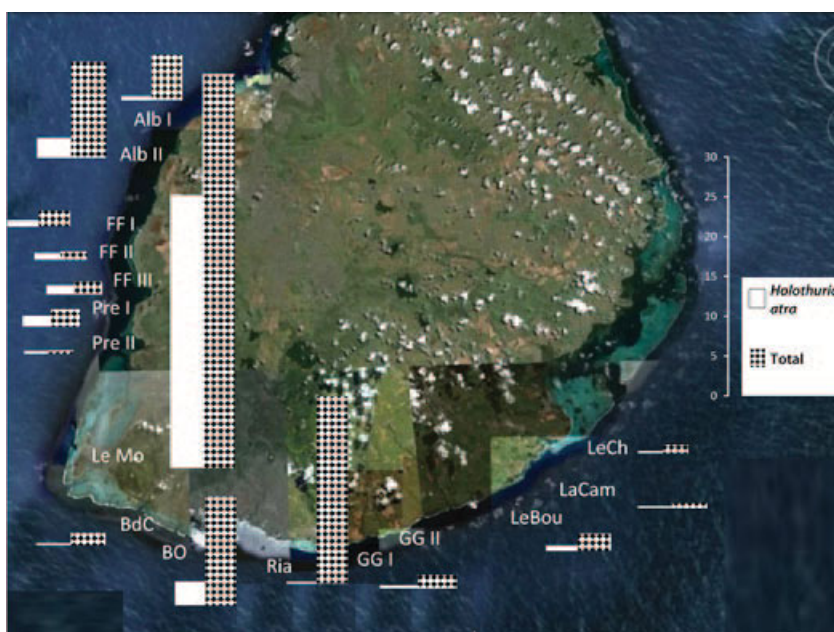


Figure 4. Carte des sites étudiés dans les lagons peu profonds de l'île Maurice indiquant les densités (ind. 100 m<sup>-2</sup>) de *Holothuria atra* en comparaison avec la densité totale des espèces (Google Earth 2011).

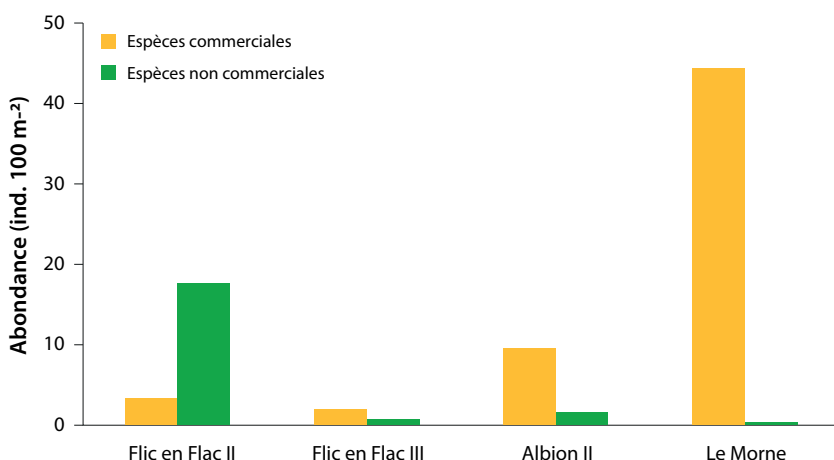


Figure 5. Densités d'holothuries dans les sites d'étude isolés des lagons peu profonds de l'ouest de l'île Maurice en juillet et août 2011 : comparaison entre les espèces d'intérêt commercial et non commercial.

## Discussion

### Richesse et composition par espèce

Les résultats de la présente étude révèlent une plus grande diversité d'espèces que les études précédemment menées à l'île Maurice (Müller 1998 ; Luchmun et al. 2001 ; AFRC 2011). Les lagons peu profonds des îles Maurice et Rodrigues sont principalement peuplés de quatre espèces d'holothuries présentes en grande abondance, bien que réparties de façon hétérogène. Ces quatre espèces, *Holothuria atra*, *H. leucospilota*, *Stichopus chloronotus* et *Bohadschia marmorata*, sont très cotées sur les marchés. À l'inverse, certaines espèces d'intérêt commercial, telles que *Thekenota anax*, *T. ananas* et *Holothuria scabra*, observées lors de précédentes recherches sur l'île Maurice (Luchmun et al. 2001 ; AFRC 2011), sont absentes de la présente étude. Les espèces sans valeur marchande, en particulier le genre *Synapta*, font augmenter les densités.

Au regard de la répartition très hétérogène des espèces, il est utile de préciser que certaines zones des lagons n'ont pas été couvertes par les recherches et qu'elles abritent certainement les espèces d'holothuries manquantes dans la présente étude. Les recherches n'ont été menées que dans les lagons peu profonds, excluant les zones médiolittorales et infralittorales peu profondes, les zones profondes et les chenaux à l'intérieur du lagon, ainsi que les zones situées à l'extérieur des lagons côtiers. *Thekenota anax* se rencontre dans les secteurs externes des lagons ainsi qu'au voisinage des passes, et s'installe



de préférence sur les fonds durs, les gros débris de coraux et les fonds sablonneux. D'après Conand (2006), *T. anax* fréquente les pentes récifales qui ne sont pas exposées aux ruissellements, c'est-à-dire là où les mouvements d'eau sont forts. De plus, cette espèce n'a été observée qu'à des profondeurs de 8 à 28 mètres.

### **Densité des holothuries d'intérêt commercial et non commercial dans des sites exploités à différents degrés**

Sans surprise, la plus grande densité d'holothuries a été mesurée dans les zones isolées de l'ouest (13,63 ind. 100 m<sup>-2</sup> dans les sites exploités et 79,87 ind. 100 m<sup>-2</sup> dans les sites isolés de l'ouest). De plus, les espèces d'intérêt commercial sont plus abondantes dans les sites isolés. Par exemple, la densité de *Holothuria atra* et *H. leucospilota* sur le site isolé du Morne est étonnamment élevée par rapport aux valeurs excessivement faibles relevées dans les sites exploités de l'ouest. De même, *Stichopus chloronotus*, espèce d'une valeur marchande moyenne, se trouve particulièrement en abondance dans les sites isolés de l'ouest. Le site du Morne, situé sur une langue de terre du sud-ouest, est quasiment coupé du reste de l'île. Aucune population locale ne vit aux alentours puisqu'il est entièrement dédié à des complexes hôteliers. Son lagon est principalement utilisé par les touristes pour la pratique des sports aquatiques tels que le kitesurf, ce qui dissuade les pêcheurs de venir y ramasser des holothuries et explique peut-être l'abondance d'holothuries d'intérêt commercial sur ce site. La teneur en nutriments organiques des eaux du Morne pourrait aussi contribuer à cette abondance. Ce site est en effet le seul où la turbidité et l'accumulation de matières détritiques sont importantes.

L'abondance de *Synapta* spp. contribue pour beaucoup aux densités totales des espèces non commerciales, à la fois dans les sites isolés et dans les sites exploités. Cela dit, elles sont deux fois plus nombreuses dans les sites isolés que dans les sites exploités. Une telle différence était imprévue. Elle peut néanmoins s'expliquer par la composition des habitats dans les sites où les individus ont été observés ou par d'autres paramètres tels que la salinité et les nutriments qui peuvent avoir une influence sur la densité des espèces.

### **Habitat**

En général, la répartition des holothuries est disparate, même si certaines espèces ont une préférence pour un type d'habitat. Par exemple, la plus haute densité de *Synapta* spp. a été relevée dans des sites sablonneux et herbeux, d'une profondeur maximale de 30 à 50 cm.

*Holothuria atra* semble s'adapter à un large éventail d'habitats. Elle a été observée en très grand nombre dans certains habitats comme celui du Morne (sable et herbier dans des eaux profondes et très troubles, couvert vaseux), parfois en compagnie de *Holothuria leucospilota*. Dans d'autres sites, dont les substrats sont plus variés, elle a assez souvent été aperçue sur des débris coralliens, sur des sédiments et dans des endroits principalement non abrités, légèrement recouverte de sable. Cette affinité avec les sédiments n'est pas étonnante car ces derniers constituent l'alimentation primaire de *H. atra* (Roberts et Bryce 1982).

Les paramètres physiques tels que le degré de salinité, la température et la turbidité de l'eau, la profondeur de l'habitat ainsi que la composition des nutriments peuvent avoir une influence directe sur la répartition et la fréquence des holothuries.

### **Remerciements**

Je tiens à remercier Vincent Florens de l'Université de l'île Maurice et Claudia Baider de l'Herbier de l'île Maurice, qui ont supervisé mes travaux et m'ont accompagnée tout au long de ce projet. Ma gratitude va également aux professeurs Heiko Brunken et Dietmar Zacharias de l'Université de sciences appliquées de Brême qui ont beaucoup soutenu ce projet. Je suis redevable envers Chantal Conand pour son aide dans l'identification des espèces ainsi que pour ses conseils précieux. Mes remerciements vont également à la Mauritius Marine Conservation Society et à Sodus Khadun du centre de recherche sur la pêche Albion de l'île Maurice (Ministère de la pêche). Je remercie tous ceux qui ont participé aux recherches sur site pour leur service et leurs encouragements.

### **Bibliographie**

- AFRC (Albion Fisheries Research Center). 2011. Report on sea cucumber in the Lagoon of Mauritius. Ministry of Fisheries in Mauritius, unpublished report.
- Bordbar S., Anwar F. and Nazamid S. 2011. High Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods – A Review. *Marine Drugs* 9(10):1761–1805.
- Birkeland C. 1988. The influence of echinoderms on coral reef communities. *Echinoderm Studies* 3:1–79.
- Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilisation: An international overview. p. 13–24. In: 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: Food and Agriculture Organization.
- 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. and Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 516. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Conand C., Muthiga N., Aumeerudy R., De La Torre-Castro M., Frouin P., Mgeya Y., Mirault E., Ochiewo J. et Rasolofonirina R. 2006. Projet triennal sur les holothuries dans l'océan Indien Sud-Ouest : analyses nationales et régionales en vue d'améliorer la gestion. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 23:11–15.
- Luchmun J.P., Mangar V., Mosaheb J.I., Terashima H. and Yamamoto M. 2001. Holothurian Distribution in the Lagoon at La Preneuse and Baie du Cap, Mauritius, Indian Ocean. *Report of Marine Ecology Research Institute* 3:13–25.



- McClanahan T.R., Maina J., Moothien-Pillay R. and Baker A.C. 2005. Effects of geography, taxa, water flow, and temperature variation on coral bleaching intensity in Mauritius. *Marine Ecology Progress Series* 298:131–142.
- Müller C.V. 1998. The Role and Distribution of Holothurians in a Shallow Coastal Lagoon, Mauritius. MSc Thesis. University of Wales: Bangor. 100 p.
- Nentwig W., Bacher S., Beierkuhnlein C., Brandl R. and Grabherr G. 2004. *Ökologie*. Spektrum, Heidelberg: Berlin. 466 p.
- Padya B.M. 1984. The climate of Mauritius. Mauritius: Meteorological Office: Mauritius. 217 p.
- Padya B.M. 1989. Weather and climate of Mauritius. Mahatma Gandhi Institute: Moka, Mauritius. 283 p.
- Roberts D. and Bryce C. 1982. Further observations on tentacular feeding mechanisms in holothurians. *Journal of Experimental Marine Biology* 59:151–163.

## Reproduction artificielle et élevage larvaire de trois espèces d'holothuries tropicales — *Holothuria scabra*, *Pseudocolochirus violaceus* et *Colochirus quadrangularis* — au Sri Lanka

P.A.D. Ajith Kumara<sup>1\*</sup>, J.S. Jayanatha<sup>1</sup>, J. Pushpakumara<sup>1</sup>, W. Bandara<sup>1</sup> et D.C.T. Dissanayake<sup>2</sup>

### Résumé

La surpêche des holothuries est aujourd'hui un phénomène mondial. La reproduction artificielle et l'aquaculture offrent donc une solution de remplacement aux communautés côtières de pêcheurs du monde entier. Au Sri Lanka, des chercheurs sont parvenus à induire la ponte chez *Holothuria scabra*, *Pseudocolochirus violaceus* et *Colochirus quadrangularis* pour la première fois à la fin de l'année 2011. Des géniteurs de ces trois espèces ont été prélevés dans leur milieu naturel et soumis à plusieurs méthodes d'induction. La stimulation thermique (modification de la température ambiante de  $\pm 3-5$  °C) s'est révélée être la méthode la plus efficace pour induire la ponte chez *H. scabra*, tandis que l'ajout de microalgues avait plus de succès chez *P. violaceus*. La ponte chez *C. quadrangularis* a été déclenchée par le stress subi pendant le transport. Les étapes de développement larvaire de ces trois espèces sont très semblables, mais la croissance juvénile chez *H. scabra* est bien plus forte que chez les deux autres espèces. Les juvéniles de *H. scabra* d'un poids moyen de  $11 \pm 4$  g ont été transférés dans un enclos marin où elles ont atteint un poids moyen de  $207 \pm 56$  g en quatre mois. Durant cette période, la croissance moyenne observée était de  $1,7$  g jour<sup>-1</sup> et 89 % des juvéniles ont survécu. En revanche, les juvéniles de *P. violaceus* et *C. quadrangularis* ont mis plus de deux mois avant d'atteindre une fourchette de longueur moyenne de 5 à 8 mm.

**Mots clés :** *Holothuria scabra*, *Pseudocolochirus violaceus*, *Colochirus quadrangularis*, induction de la ponte, élevage larvaire.

### Introduction

Les holothuries (classe des Holothuroidea) sont un groupe d'invertébrés marins représentant une ressource économique importante pour de nombreux artisans pêcheurs du monde entier et plus particulièrement des pays en développement situés dans les régions tropicales et subtropicales (Choo 2008 ; Friedman et al. 2010). La demande croissante en holothuries a poussé les pêcheurs à exploiter indifféremment la plupart des espèces et même des animaux immatures, ce qui a débouché sur une surexploitation et un appauvrissement des stocks dans de nombreuses régions du monde (Lovatelli et Conand 2004 ; Conand 2005 ; Bruckner 2006). Pour protéger leurs populations d'holothuries, nombre de pays ont mis au point diverses mesures de gestion ainsi que de nouvelles méthodes pour produire des bêtes-de-mer. Dans cette mouvance, les techniques de reproduction artificielle et d'aquaculture ont été introduites pour satisfaire la demande croissante du marché et reconstituer les populations en milieu naturel grâce au repeuplement et au pacage marin (Ivy et Giraspy 2006 ; Agudo 2006).

La pêche des holothuries a été introduite au Sri Lanka par les Chinois et la bêche-de-mer a été pendant des siècles l'un des principaux produits exportés vers la Chine (Hornell 1917). Comme pour beaucoup d'autres

pêcheries côtières du Sri Lanka, la pêche des holothuries est principalement artisanale, mais elle représente une ressource économique importante pour les communautés de pêcheurs des côtes nord, est et nord-ouest du pays. On rencontre quelque 21 espèces commerciales d'holothuries au Sri Lanka dont les réserves se trouvent pour la plupart à des niveaux critiques (Dissanayake et Stefansson 2010). C'est pourquoi il est urgent de développer des techniques de production des juvéniles et d'holothuriculture pour réduire la pression de pêche exercée sur les populations sauvages.

D'après de nombreuses études, la ponte des holothuries vivant dans les milieux tropicaux et tempérés est généralement déclenchée par des stress environnementaux de courtes durées. La variation de température, la luminosité, la photopériode, la salinité, les flux des marées, la disponibilité de l'alimentation et le changement dans le type d'alimentation sont vraisemblablement des facteurs environnementaux jouant un rôle dans la gamétogenèse et la libération des gamètes chez les holothuries (Smiley et al. 1991). La stimulation thermique est la méthode la plus fréquemment utilisée, bien que les individus matures émettent souvent leurs gamètes spontanément face aux stress provoqué par leur ramassage et transport (Tanaka 1958 ; Smiley et al. 1991 ; Yanagisawa 1998 ; Morgan 2000 ; Eeckhaut et al. 2012).

<sup>1</sup> Centre national de recherche et de développement des ressources aquatiques (NARA), île Crow, Colombo 15, Sri Lanka

<sup>2</sup> Département de zoologie, Université de Sri Jayewardenepura, Gangodawila, Nugegoda, Sri Lanka

\* Courriel : padajithkumara@yahoo.com

Or, on ne dispose de techniques d'induction fiables que pour un nombre assez restreint d'espèces (Engstrom 1980 ; James et al. 1994 ; Hamel et Mercier 1996 ; Yanagisawa 1998 ; Morgan 2000 ; Eeckhaut et al. 2012). La présente étude vise à induire la ponte chez trois espèces d'holothuries tropicales : *Holothuria scabra* (holothurie de sable), *Pseudocolochirus violaceus* (pomme de mer) et *Colochirus quadrangularis*.

*H. scabra* a été prise comme objet d'étude, car elle est l'une des holothuries les plus pêchées dans le monde (Giraspy et Ivy 2005) et représente une ressource halieutique importante au Sri Lanka. De plus, elle semble être le meilleur candidat pour l'aquaculture (James 1996 ; Battaglène et Bell 1999 ; Battaglène et al. 1999). Les deux autres espèces ont été choisies pour les raisons suivantes : *P. violaceus* fait partie des espèces protégées par le règlement de protection de la faune et de la flore du Sri Lanka et *C. quadrangularis* représente un débouché à l'export sur les marchés aquariophiles.

## Matériel et méthodes

### Ramassage des géniteurs et induction de la ponte

Fin 2011, des géniteurs de *H. scabra* et *P. violaceus* ont été prélevés dans leur milieu naturel et transportés au centre de recherche régional de Kapitiya, rattaché au centre national de recherche et de développement des ressources aquatiques (NARA), tandis que *C. quadrangularis* a été ramassée au début du mois de mai 2012 (figure 1). *H. scabra* et *P. violaceus* ont été conditionnées en écloserie avant que la reproduction artificielle ne soit provoquée.

Les méthodes décrites par Natacha Agudo (2006) ont été utilisées pour induire la ponte chez ces trois espèces : stimulation thermique, utilisation d'un jet d'eau puissant, mise à sec, stress du transport et ajout de grandes quantités de microalgues. Pour la stimulation thermique, la température de l'eau a été augmentée de 3 à 5 °C en ajoutant de l'eau de mer chaude dans le bac de ponte et en maintenant une température homogène. Les géniteurs de *H. scabra* ont été placés dans le bac, pendant 45 à 60 minutes environ ; après quoi l'eau a été remplacée par de l'eau à température ambiante. Dès que la température ambiante de l'eau de mer dépassait 32 °C, un choc thermique froid a été appliqué en plaçant des sachets de glace dans le bac.

Pour l'utilisation du jet d'eau de mer puissant, les géniteurs ont été conservés au sec pendant 45 minutes

environ avant d'être exposés au jet pendant 15 minutes. Ils ont ensuite été remis dans le bac de ponte dans une eau à température ambiante. Pour la méthode de mise à sec, les géniteurs ont été placés dans un environnement sec pendant 45 à 60 minutes environ, puis le bac a été rempli d'eau à température ambiante. Pour la dernière méthode, des microalgues *Chaetoceros* spp. (40 000 cellules ml<sup>-1</sup>) ont été introduites dans le bac de ponte jusqu'à ce que l'eau devienne trouble. Au bout d'une heure, l'eau a été renouvelée à l'aide d'eau à température ambiante.

Une fois la ponte achevée, les holothuries ont été replacées dans le bac de stockage. Après chaque tentative fructueuse de reproduction, les œufs ont été comptés. La fécondation a eu lieu dans les bacs de ponte ; les œufs fécondés ont été prélevés et placés dans des bacs d'élevage larvaire. Les observations des différents stades de développement de l'œuf ont été faites à différents intervalles de temps.

### Élevage larvaire

Le nourrissage des larves a commencé deux jours après la fécondation. Aux stades initiaux, les larves des trois espèces ont été nourries de *Chaetoceros* spp. (de 20 000 à 40 000 cellules ml<sup>-1</sup>). Aux stades avancés, les larves de *H. scabra* ont été alimentées de granulés pour crevettes broyés et de pâte fine de *Sargassum* spp. Les larves et les juvéniles de *P. violaceus* et *C. quadrangularis* ont été alimentés en continu avec *Chaetoceros* spp. (40 000 cellules ml<sup>-1</sup>). Au bout d'un mois, les juvéniles de *H. scabra* ont été transférés dans un bac de nurserie en intérieur et y ont été maintenus jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids de 1 g (~ 3 cm). Ils ont ensuite été placés en extérieur dans des bacs en fibre de verre.

### Renouvellement de l'eau et aération

L'eau des bacs d'élevage larvaire a été renouvelée quotidiennement, le matin. L'utilisation d'un siphon a permis de débarrasser le bac des algues mortes, des déjections et des larves mortes accumulées au fond. L'eau a été aérée



Figure 1. Les trois espèces d'holothurie utilisées pour la reproduction artificielle : *Holothuria scabra* (à gauche), *Pseudocolochirus violaceus* (au centre) et *Colochirus quadrangularis* (à droite).



Figure 2. Comportement des mâles *H. scabra* lors de la reproduction (à gauche) et expulsion du sperme (à droite).



Figure 3. Renflement formé par une femelle *H. scabra* avant la ponte (à gauche) et lors de la ponte (à droite).

de façon continue mais modérée. La température a été maintenue entre 26 et 29 °C, la quantité d'oxygène dissous à plus de 5,5 mg l<sup>-1</sup>, le taux de salinité entre 33 et 37 ‰ et le pH entre 8,0 et 8,3.

## Résultats

### Induction de la ponte

La stimulation thermique (modification de la température ambiante de  $\pm 3-5$  °C) s'est avérée être la méthode la plus efficace pour induire la ponte chez *H. scabra*. Trois essais de reproduction ont été menés avec succès depuis octobre 2011. Les mâles ont libéré leurs gamètes avant les femelles. Le comportement de pré-ponte a été caractérisé par des roulements et des tortillements sur le substrat. Les mâles ont redressé leur extrémité antérieure à la verticale avant l'émission, et se sont balancés latéralement, pour la plupart, en expulsant leur sperme en un jet continu provenant de leur unique gonopore situé dans la partie supérieure de leur extrémité antérieure (figure 2). Les mâles dressés ont libéré leurs gamètes pendant plusieurs minutes voire pendant plusieurs heures, même lorsqu'ils sont dérangés.

Les femelles ont commencé à pondre environ une heure après la première émission de gamètes mâles. Elles ont redressé leur corps à peu près de la même façon que les mâles et ont formé un renflement à l'extrémité antérieure de leur corps, d'où elles ont expulsé de pâles œufs jaunes en salves puissantes de 20 à 30 secondes (figure 3). Immédiatement après la ponte, les femelles ont retrouvé leur position horizontale. Chez *H. scabra*, environ 0,7 million d'œufs ont été produits lors du premier essai, 0,38 million lors du second et 1,8 million lors du troisième.

La ponte chez *C. quadrangularis* a été déclenchée par le stress du transport, tandis que chez *P. violaceus*, l'addition de quantités accrues de microalgues (*Chaetoceros* spp.) a été plus efficace.

Trois essais de reproduction ont été menés avec succès : un en avril et un en mai 2012 pour *P. violaceus*, et un troisième en mai 2012 pour *C. quadrangularis*. Chez les deux espèces, les mâles ont libéré leurs gamètes en premier et les femelles ont réagi entre 40 et 50 minutes environ après la première émission mâle. Les mâles ont émis leurs gamètes en continu pendant quelque 35 minutes



et les femelles pendant 20 à 30 secondes. *P. violaceus* a produit approximativement 0,52 et 0,09 million d'œufs durant les deux essais, contre 0,73 million pour *C. quadrangularis*. Un taux de mortalité élevé a été relevé à la fin du processus d'élevage larvaire. Les taux de survie ont varié entre 0,7 % et 1,5 % chez les trois espèces étudiées.

### Développement et élevage des larves

Après la fécondation, la division cellulaire a débuté et l'embryon a poursuivi son développement, protégé par la membrane de fécondation. La division s'est faite de façon complète et holoblastique. Le stade blastula a été atteint dans l'heure qui a suivi la fécondation et le stade gastrula un jour après. Au cours de son développement larvaire, *H. scabra* est passé par le stade auricularia, pendant lequel les larves se sont alimentées, puis par le stade doliolaria, caractérisé par l'absence d'alimentation, et enfin par le stade pentactula. Les larves auricularia se caractérisent par un corps transparent en forme de chausson, entouré d'une bandelette ciliée. Elles sont dotées d'un lobe préoral antérieur et d'un lobe anal postérieur. Trois stades de développement ont été identifiés chez les larves auricularia : le stade initial, le stade intermédiaire et le stade avancé. Le stade initial des larves auricularia a été atteint au bout de deux jours, et le stade avancé au bout de cinq ou six jours. Ce dernier a duré entre 10 et 13 jours. L'appareil digestif, qui comprend le tube digestif antérieur, l'estomac, le tube digestif postérieur et l'anus, était formé au stade avancé d'auricularia. Les larves auricularia sont pélagiques et se nourrissent de microalgues.

Les larves doliolaria sont plus petites et plus compactes que les larves auricularia. Leur corps, en forme de baril, est marron foncé et doté de cinq bandelettes ciliées (figure 4). Au cours de ce stade, le corps subit des changements rapides et commence à prendre la forme adulte. Ce stade dure entre 2 et 3 jours (du 14<sup>e</sup> au 16<sup>e</sup> jour du cycle de vie). Des plaques en plastique (PVC) ont été placées dans les bacs larvaires dès que la première larve doliolaria

est apparue. Ces larves ont en effet besoin d'un substrat favorable à leur fixation et à leur métamorphose en larves pentactula.

Les larves pentactula sont apparues au 16<sup>e</sup> jour. Elles ont une forme tubulaire et sont dotées de cinq tentacules au niveau de leur extrémité antérieure et d'un seul pied au niveau de leur extrémité postérieure. Elles sont de couleur foncée, tirant sur le gris vert. Leur corps se couvre peu à peu de podia. Les larves pentactula rampent le long des parois et au fond du bac. Elles se nourrissent activement d'algues benthiques et de détritus. Au bout d'un mois, elles se transforment en holothuries typiques présentant les mêmes caractéristiques anatomiques que les adultes, à la différence qu'elles sont munies de deux longs podia postérieurs durant les premiers temps du stade juvénile. Durant cette étude, les juvéniles se sont fermement fixés au substrat, mais ils ont pu mener une activité lente. Pour la phase de nourricerie, les juvéniles produits dans l'écloserie (~ 3 cm de long) ont été placés en extérieur dans un bac en fibre de verre jusqu'à ce qu'ils atteignent environ 5 à 10 g (figure 4). Ils ont ensuite été transférés dans un enclos marin de grossissement.

Les stades de développement de *P. violaceus* et de *C. quadrangularis* sont très semblables à ceux de *H. scabra*. Ces deux espèces atteignent le stade doliolaria aux environs du 13<sup>e</sup> ou 14<sup>e</sup> jour, mais la croissance juvénile est très lente en comparaison de celle de *H. scabra*. Les juvéniles de *P. violaceus* et de *C. quadrangularis* ont atteint une longueur moyenne située entre 5 et 8 mm après plus de deux mois. Les juvéniles de *P. violaceus* n'ont atteint 1 cm en moyenne qu'au bout de quatre mois (figure 5).

### Grossissement des juvéniles

Les juvéniles *H. scabra* d'un poids moyen de  $11 \text{ g} \pm 4$  ont été transférés dans un enclos aménagé dans le lagon de Puttalam. L'enclos mesurait  $56 \text{ m}^2$  et la densité de stockage était de  $3 \text{ ind. m}^{-2}$ . Les juvéniles ont été pesés tous les mois et ont atteint un poids moyen de  $207 \text{ g} \pm 56$  au

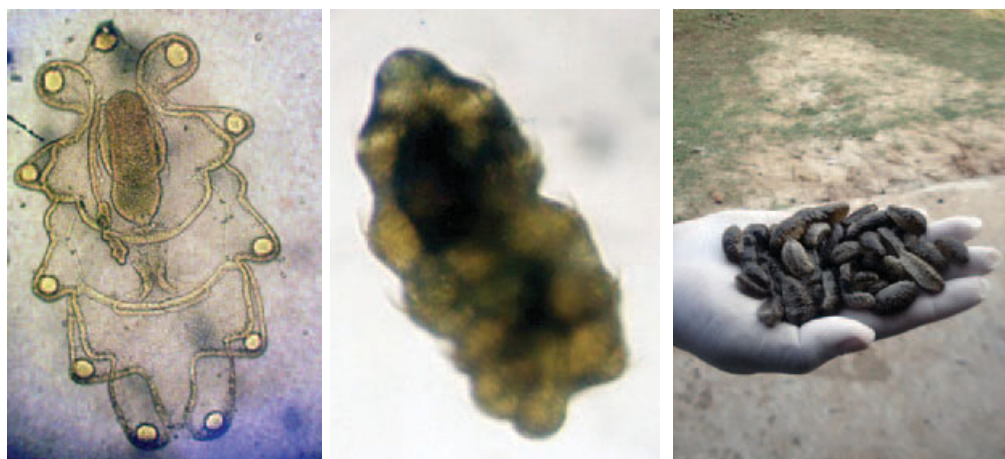


Figure 4. Différents stades du cycle de *H. scabra* : auricularia (à gauche), doliolaria (au centre) et juvéniles (à droite).

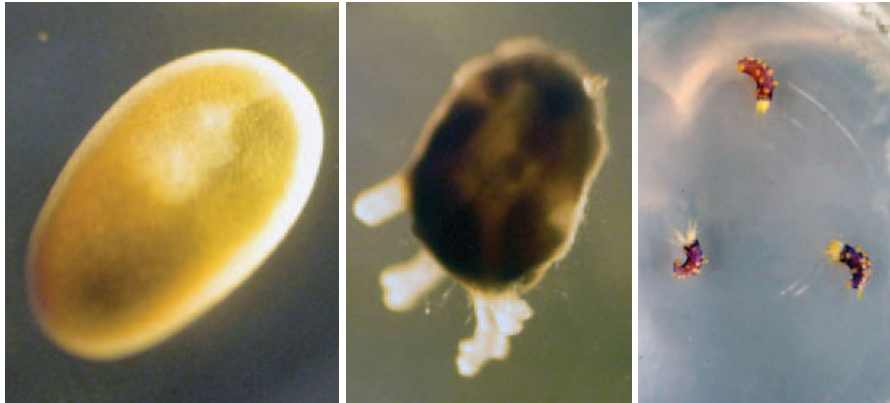


Figure 5. Stades larvaires de *P. violaceus* : gastrula (à gauche), pentactula (au centre) et juvéniles (à droite).

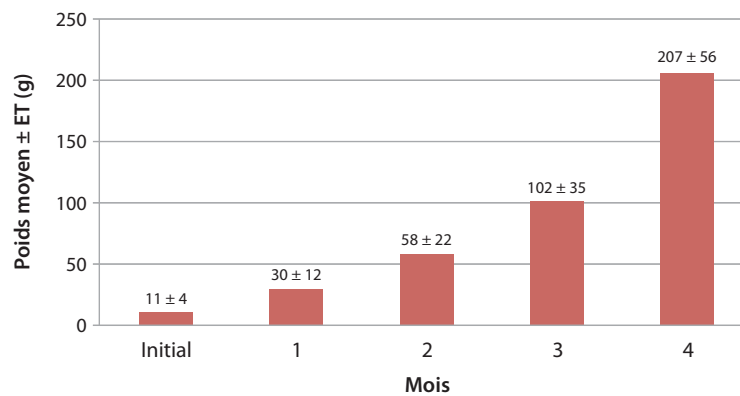


Figure 6. Évolution du poids de *H. scabra* élevée dans un enclos marin.



Figure 7. Apparence de *H. scabra* : au début de l'élevage en mer (à gauche), après un mois (au centre) et après 3 mois dans l'enclos (à droite).

bout de quatre mois (figures 6 et 7). Le taux de croissance a augmenté progressivement au cours du temps : il est passé de 0,8 g jour<sup>-1</sup> au premier mois à un maximum 3,6 g jour<sup>-1</sup> au quatrième mois. Le taux de croissance moyen sur cette période de quatre mois a été de 1,7 g jour<sup>-1</sup>. Le taux de survie était de 89 % après quatre mois.

### Discussion

*H. scabra* est considérée comme l'une des espèces d'holothuries tropicales les plus adaptées à l'aquaculture (Battaglione 1999 ; Battaglione et Bell 1999). La reproduction artificielle et l'élevage de *H. scabra* sont pratiqués dans plusieurs pays dont l'Australie (Bell et al. 2007 ; Morgan

2001), les Fidji (Hair et al. 2011), l'Inde (James 2004), Madagascar (Lavitra et al. 2009), la Nouvelle-Calédonie (Giraspy et Ivy 2005), les Îles Salomon (Battaglène et al. 1999), le Viêt Nam (Pitt et Duy 2004) et l'Iran (Dabbagh et Sedaghat 2012). Le choc thermique est une méthode couramment utilisée pour stimuler la ponte des holothuries (James et al. 1988 ; Battaglène et al. 1999, 2002 ; Morgan 2000 ; Giraspy et Ivy 2005 ; Eeckhaut et al. 2012), mais dans la présente étude, ce procédé n'a été efficace que pour *H. scabra*. L'ajout de microalgues et le stress provoqué par le transport sont deux autres méthodes possibles pour induire la ponte des holothuries (Dolmatov et Yushin 1993 ; Reichenbach 1999). Dans cette étude, elles ont été employées avec succès sur *P. violaceus* et *C. quadrangularis* respectivement.

De précédents travaux ont montré que la ponte des holothuries peut dépendre des saisons. Par exemple, au Viêt Nam, la ponte a pu être induite chez *H. scabra* tout au long de l'année (Pitt et Duy 2004), mais en Iran, les pics de ponte se situent au début et à la fin de l'été. Il est cependant difficile de tirer une conclusion sur la périodicité de la reproduction chez *H. scabra*, *P. violaceus* et *C. quadrangularis* au Sri Lanka, car aucune expérience d'induction de la ponte n'a été menée sur une année entière.

A chacun de nos essais d'induction, les mâles *H. scabra* ont émis leurs gamètes en premier et les femelles ont réagi environ une heure plus tard. Pour les trois espèces étudiées, l'intervalle de temps entre les premières émissions mâles et les premières émissions femelles était en général inférieur à une heure, ce qui concorde avec de précédentes observations faites sur plusieurs espèces d'holothurie. Selon James et al. (1994), les femelles sont stimulées par la présence de sperme dans la colonne d'eau. D'après nos expériences, la plupart des aspidochirotides dressent leur extrémité antérieure lors de l'émission des gamètes afin d'en faciliter la dispersion et la fécondation (McEuen 1988). La libération des œufs en salves courtes et puissantes est observée chez la plupart des holothuries ; cela favorise la libération des œufs dans la colonne d'eau, leur dispersion et leur fécondation (Battaglène et al. 2002).

Les stades de développement des trois espèces étudiées paraissent très semblables. Cependant, d'après Agudo (2006), il peut y avoir des différences dans la durée du cycle larvaire selon les espèces, voire parfois au sein d'une même espèce, selon la situation géographique. Dans des eaux tropicales, *H. scabra* (James et al. 1988), *H. spinifera* (Asha et Muthiah 2002) et *Actinopyga echinites* (Chen et Chian 1990) ont atteint le stade doliolaria en moins de 15 jours, observation confirmée pour les trois espèces de notre étude. Le présent rapport étant le premier sur l'induction de la ponte et l'élevage larvaire de *P. violaceus* et de *C. quadrangularis*, les résultats présentés sur les stades de développement larvaire, l'élevage larvaire, la croissance et la survie de ces deux espèces ne peuvent être comparés à aucune autre étude publiée.

D'après de précédents travaux, la fixation des larves d'holothuries peut être provoquée en ajoutant des aliments adaptés. L'Algamac a été identifié comme un facteur de fixation potentiel et comme aliment approprié pour les larves pentactula de *H. scabra* une fois fixées (Battaglène 1999). De plus, Asha et Muthiah (2002) ont

remarqué que l'Algamac et les diatomées périphtiques agissent comme de bons facteurs de fixation sur *H. spinifera*. Cependant, nous n'avons pas utilisé de stimulant dans nos expériences, ce qui peut expliquer les taux de mortalité larvaire élevés que nous avons observés.

Au Viêt Nam, les juvéniles de *H. scabra*, d'un poids moyen de 84 g et stockés selon une densité de 0,73 juvéniles m<sup>-2</sup>, ont affiché un taux de croissance de 1,05 g jour<sup>-1</sup> sur une période de 5 mois (Agudo 2006). Durant la présente étude, un taux de croissance bien plus élevé a été enregistré (1,7 g jour<sup>-1</sup>) pour une densité de stockage de 3 juvéniles m<sup>-2</sup>. Cela dit, en Iran, les juvéniles de *H. scabra* élevés dans un enclos marin ont atteint 22 g au bout d'un an (Dabbagh et Sedaghat 2012).

D'après nos observations préliminaires, l'élevage des holothuries de sable représente un gros potentiel commercial au Sri Lanka. Il faut toutefois préciser qu'il s'agit ici de la toute première tentative de reproduction et d'élevage de larves d'holothurie au Sri Lanka. Avant de démarrer toute activité commerciale, il faudra conduire de plus amples recherches sont indispensables pour améliorer l'élevage larvaire et les installations de grossissement.

## Remerciements

Nous souhaitons remercier Indika Wijesinghe et Hashan Tharurange pour leur soutien sans faille tout au long de cette étude. Nous sommes aussi reconnaissants à tous les membres du centre de recherche régional du NARA à Kalpitiya et à T.H. Sunil Shantha pour leur aide. Un grand merci à Sujeewa Athukorala qui nous a fourni en géniteurs de pommes de mer. Nous tenons enfin à remercier la direction du NARA pour son soutien financier et la mise à disposition de toutes les installations nécessaires à cette étude.

## Bibliographie

- Agudo N. 2006. Sandfish hatchery techniques. New Caledonia: ACIAR, SPC and the WorldFish Center. 45 p.
- Asha P.S. et Muthiah P. 2002. Ponte et élevage de larves de l'holothurie *Holothuria (Theelothuria) spinifera* Theel. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 16:11-15.
- Battaglène S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for the purposes of stock restoration and enhancement. Naga 22:4-11.
- Battaglène S.C. and Bell J.D. 1999. Potential of the tropical Indo-Pacific sea cucumber, *Holothuria scabra*, for stock enhancement. p. 478-490. In: Howell B.R., Moksness E. and Svasand T. (eds). Stock Enhancement and Sea Ranching. Proceedings First International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching, 8-11 September 1997, Bergen, Norway: Blackwell, Oxford.
- Battaglène S.C., Seymour J.E. and Ramofafia C. 1999. Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. Aquaculture 178:293-322.



- Battaglione S.C., Seymour T.E., Ramofafia C. and Lane I. 2002. Spawning induction of three tropical sea cucumbers, *Holothuria scabra*, *Holothuria fuscogilva* and *Actinopyga mauritiana*. *Aquaculture* 207:29–47.
- 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.
- Bruckner A. 2006. Management and conservation strategies and practices for sea cucumbers. In: Workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae. 74 p.
- Chen C.P. and Chian C.S. 1990. Larval development of the sea cucumber, *Actinopyga echinites* (Echinodermata: Holothuroidea). *Bulletin of Zoological Academy* 29:127–133.
- Choo P.S. 2008. Philippines: A hot spot of sea cucumber fisheries in Asia. p. 119–142. 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 516.
- Conand C. 2005. Present status of world sea cucumber resources and utilization: An international overview. FAO Fisheries Technical Paper. 24 p.
- Dabbagh A. et Sedaghat M.R. 2012. Reproduction et élevage d'*Holothuria scabra* en Iran. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 32:49–52.
- Dissanayake D.C.T. and Stefansson G. 2010. Abundance and distribution of commercial sea cucumber species in the coastal waters of Sri Lanka. *Aquatic Living Resources* 23(3):303–313.
- Dolmatov I.Y. and Yushin V.V. 1993. Larval development of *Eupentacta fraudatrix* (Holothuroidea, Dendrochirota). *Asian Marine Biology* 10:123–132.
- Eeckhaut I., Lavitra T., Leonet A., Jangoux M. and Rasolofonirina R. 2012. In-vitro fertilisation: A simple, efficient method for obtaining sea cucumber larvae year round. p. 40–49. In: Hair C.A., Pickering T.D. and Mills D.J. (eds). Asia-Pacific tropical sea cucumber aquaculture. Proceedings of an international symposium held in Noumea, New Caledonia, 15–17 February 2011. ACIAR Proceedings No. 136. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.
- Engstrom N.A. 1980. Reproductive cycles of *Holothuria (Halodeimeia) floridana*, *H. (H.) mexicana* and their hybrids in Southern Florida, USA. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 2:237–244.
- 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* 2(4):1–10.
- Giraspy D.A.B. et Ivy G. 2005. L'influence des régimes à base d'aliments disponibles dans le commerce sur la croissance et la survie de *Holothuria scabra* var. *versicolor* (Conand, 1986), une espèce très prisée sur les marchés. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 28:46–52.
- Hair C., Pickering T., Meo S., Vereivalu T., Hunter J. et Cavakiqali L. 2011. L'élevage des holothuries aux Fidji. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 31:3–11.
- Hamel J.F. and Mercier A. 1996. Early development, settlement, growth and spatial distribution of the sea cucumber, *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuriidea). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:253–271.
- Hornell J. 1917. Indian beche-de-mer industry: Its history and recent revival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11(4):119–150.
- Ivy G. et Giraspy D.A.B. 2006. Dans le Queensland (Australie), élaboration de techniques de production en éclosure à grande échelle de *Holothuria scabra* var. *versicolor* (Conand, 1986), espèce très prisée sur les marchés. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 24:28–34.
- James D.B. 1996. Culture of sea cucumber. *CMFRI Bulletin* 48:120–126.
- 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.
- James D.B., Rajapandian M.E., Baskar B.K. and Gopinathan C.P. 1988. Successful induced spawning and rearing of holothurian, *Holothuria (Metriatyla) scabra*, Jaeger at Tuticorin. *Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Service* 87:30–33.
- James D.B., Rajapandian M.E., Gopinathan C.P. and Baskar B.K. 1994. Breakthrough in induced breeding and rearing of the larvae and juveniles of *Holothuria (Metriatyla) scabra* Jaeger at Tuticorin. *CMFRI Bulletin* 46:66–70.
- Lavitra T., Rasolofonirina R., Jangoux M. et Eeckhaut I. 2009. Problèmes liés à l'élevage aquacole d'*Holothuria scabra* (Jaeger, 1833). *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 29:20–29.
- Lovatelli A. and Conand C. 2004. *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- McEuen F.S. 1988. Spawning behaviour of northeast Pacific sea cucumbers (Holothuroidea: Echinodermata). *Marine Biology* 98:565–585.
- Morgan A.D. 2000. Induction of spawning in the sea cucumber *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea). *Journal of World Aquaculture Society* 31(2):186–194.
- Morgan A.D. 2001. Les effets de la disponibilité en nourriture sur le début de la croissance, le développement et la survie de l'holothurie *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea). *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 14:6–12.
- Pitt R. and Duy N.D.Q. 2004. Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Viet Nam. *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper 463:333–346.



- Reichenbach N. 1999. Ecology and fishery biology of *Holothuria fuscogilva* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Maldives. *Bulletin of Marine Science* 64:103–113.
- Smiley S., McEuen F.S., Chaffee C. and Krishan S. 1991. Echinodermata: Holothuroidea. p 663–750. In: Giese A.C., Pearse J.S. and Pearse V.B. (eds). *Reproduction of Marine Invertebrates*. Vol. VI: Echinoderms and Lophophorates. Pacific Grove, California: The Boxwood Press.
- Tanaka Y. 1958. Seasonal changes in the gonad of *Stichopus japonicus*. *Bulletin of Fish Hokkaido University* 9:29–36.
- Yanagisawa T. 1998. Aspects of the biology and culture of the sea cucumber. p 292–308. In: De Silva S.S. (ed.). *Tropical Mariculture*. London: Academic Press.

## Capacité de sélection des particules sédimentaires et de la matière organique chez les holothuries

Karim Mezali<sup>1\*</sup> et Dina Lila Soualili<sup>1</sup>

### Résumé

La sélectivité des détritivores vis-à-vis des particules joue un rôle important dans l'écologie des espèces benthiques. Les holothuries, elles-mêmes détritivores, se nourrissent de la matière organique recouvrant les sédiments et les particules détritiques. Ainsi, partant de la stratégie optimale de prospection alimentaire, les auteurs posent que la taille des particules peut être un élément de différenciation des niches. Selon les auteurs, les préférences granulométriques interspécifiques peuvent réduire la compétition interspécifique entre les détritivores benthiques.

Les espèces ciblées d'holothurie ont été échantillonnées dans deux zones situées dans des eaux peu profondes d'Algérie et leurs contenus digestifs ont été analysés. Les résultats montrent la spécificité de chaque espèce : on distingue les holothuries ingérant le sédiment grossier et fin [*Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *H. (Roweothuria) poli* et *H. (H.) stellati*] et les holothuries sélectionnant le sédiment fin et très fin [*H. (Panningothuria) forskali* et *H. (Platyperona) sanctori*]. En ce qui concerne la sélection vis-à-vis de la matière organique, *H. (P.) forskali* est l'espèce la plus sélective, suivie de *H. (Platyperona) sanctori*, *H. (H.) tubulosa*, *H. (H.) stellati* et *H. (R.) poli*. Le comportement alimentaire a été examiné selon les espèces et les sites étudiés.

**Mots clés :** Holothuries aspidochirotés, bassin algérien, matière organique, herbiers à *Posidonia oceanica*, stratégie optimale de prospection alimentaire.

### Introduction

Les holothuries détritivores appartenant au groupe des aspidochirotés ingèrent des sédiments non vivants et des débris organiques (Coulon et al. 1991 ; Coulon et Jangoux 1993) pour en extraire des particules nutritives et des micro-organismes tels que bactéries (Yingst 1976 ; Moriarty 1982 ; Birkeland 1989 ; Plotieau et al. sous presse), cyanobactéries (Sournia 1976), méiofaune (Berthon 1987), microalgues et fragments de phanérogames marins (Massin et Jangoux 1976 ; Traer 1980 ; Verlaque 1981). Ce comportement alimentaire comprend plusieurs processus : sélection des aliments, manipulation, ingestion, digestion et assimilation (Massin 1982b).

En se nourrissant, les holothuries influencent les processus microbiologiques qui ont lieu au niveau de l'interface eau-sédiment (Amon et Herndel 1991a, 1991b) ainsi que la bioaccumulation des particules chimiques et organiques (Lappanen 1995). De plus, le rejet de boulettes fécales enrichit le sédiment marin en matière organique, ce qui attire d'autres détritivores (Amon et Herndel 1991a, 1991b). En sélectionnant les particules qu'elles ingèrent, les holothuries détritivores peuvent influencer sur les propriétés physico-chimiques du sédiment (Taghon 1982). Elles remanient en effet le sédiment de façon active et modifient la stabilité des fonds (Massin 1982a, 1982b). Ce

phénomène, appelé renouvellement, influence l'intégration de la matière organique dans la couche sédimentaire sous forme de particules fines (Roberts et Bryce 1982 ; Francour 1989) pouvant être assimilées par le meiobenthos et le microbenthos (Mann 1978).

La présente étude s'est concentrée sur la granulométrie des particules ingérées par les holothuries et sur la matière organique trouvée dans leur tractus digestif. Nous avons analysé les contenus digestifs et leur teneur en matière organique. Nous avons ensuite comparé ces données à celles concernant le sédiment environnant. La sélection des particules alimentaires a été étudiée en comparant la distribution granulométrique des particules du sédiment environnant à celle des particules du sédiment trouvé dans le tube digestif de cinq espèces d'holothurie vivant dans les herbiers à *Posidonia oceanica* de deux zones contiguës du littoral algérien.

### Matériel et méthodes

#### Sites d'échantillonnage

Les recherches ont été menées sur deux sites à des profondeurs comprises entre 1 et 9 mètres. Le premier site se situe dans la partie est de la baie d'Alger (Tamentefoust)

<sup>1</sup> Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abelhamid Ibn Badis-Mostaganem, BP 300 rue Hocine Hamadou, 27000, Mostaganem, Algérie

\* Courriel : mezialikarim@yahoo.fr

et le second dans la baie de Bou Ismaïl (Sidi Fredj). Le site de Tamentefoust, crique semi-fermée, est une zone bien protégée des vents dominants mais influencée par les eaux du fleuve Oued El-Hamiz. Les holothuries y fréquentent les fonds rocaillieux aux algues photophiles, notamment *Colpomenia sinuosa* présente toute l'année, clairsemés d'herbiers à *Posidonia oceanica* (Semroud 1993) et constellés de faune benthique telle que *Fosliella* sp. et *Ulva rigida* selon les saisons. Il s'agit d'une zone polluée par les activités portuaires et les eaux usées domestiques.

Le site de Sidi Fredj est éloigné de la zone très industrialisée d'Alger. Il se situe dans la baie de Bou Ismaïl, une zone beaucoup moins touchée par les eaux usées domestiques que Tamentefoust et moins polluée (Soualili et al. 2008), mais plus exposée aux vents dominants (Guettaf et al. 2000). La presqu'île de Sidi Fredj se trouve dans une zone semi-protégée (on y trouve un centre de thalassothérapie) constituée d'un plateau rocheux abritant des bandes de sable hétérogènes où foisonnent les phanérogames marins. L'herbier à *Posidonia oceanica* y est en meilleure santé qu'à Tamentefoust. On y trouve également un herbier à *Cymodocea nodosa*.

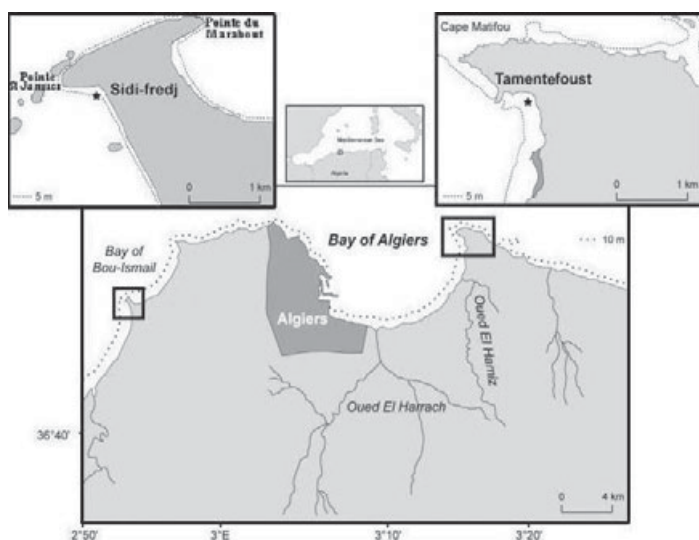


Figure 1. Situation géographique des deux sites d'échantillonnage : Tamentefoust et Sidi Fredj.

Tableau 1. Densités moyennes [écart-type] sur 240 m<sup>2</sup> des espèces d'holothurie étudiées dans les deux sites (Mezali 1998, 2008).

Espèce	Sidi Fredj	Tamentefoust
<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>	0,942 [0,113]	0,396 [0,045]
<i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>	0,400 [0,068]	0,096 [0,022]
<i>Holothuria (Holothuria) stellati</i>	0,050 [0,017]	0,038 [0,014]
<i>Holothuria (Panningothuria) forskali</i>	0,225 [0,036]	0,054 [0,024]
<i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>	0,250 [0,051]	0,050 [0,026]

### Collecte et préparation des échantillons

Il est courant de trouver les trois espèces d'holothurie détritivores *Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *H. (Roweothuria) poli* et *H. (Panningothuria) forskali* dans les herbiers à *Posidonia* de la Méditerranée. Dans les herbiers à *Posidonia* algériens, en plus de ces trois espèces, on rencontre *H. (Platyperona) sanctori* et *H. (Holothuria) stellati*. Le tableau 1 recense les densités moyennes de ces espèces pour les sites de Sidi Fredj et de Tamentefoust (Mezali 1998, 2008).

Les holothuries ont été ramassées au printemps par des plongeurs en scaphandre autonome à des profondeurs situées entre 1 et 9 mètres. Des lots d'échantillons, chacun composé de dix individus de chaque espèce (longs de 150 mm au moins à l'état de contraction), ont été prélevés sur les deux sites. Chaque individu a été mesuré et placé dans un sachet en plastique avec du sédiment prélevé dans son environnement. Une boîte en plexiglas, ouverte à l'une de ses extrémités, a été utilisée pour échantillonner les premiers millimètres de sédiment. Chaque individu a été disséqué par incision longitudinale en laboratoire pour en prélever avec

précaution l'appareil digestif. Pour calculer le pourcentage de matière organique, les sédiments extraits du tube digestif des dix individus de chaque espèce ont été mis en commun. Nous avons utilisé la formule suivante : % MO = (1-PC/PS) x 100 où PS est le poids sec, PC le poids des cendres et MO la matière organique (Massin 1980). Le même protocole a été suivi pour le sédiment prélevé sur les fonds marins. La teneur en matière organique du sédiment prélevé dans les tubes digestifs et celle du sédiment environnant ont été comparées pour chaque site.

La technique granulométrique utilisée est illustrée dans la figure 2. Pour chaque espèce, le sédiment du tube digestif des 10 individus prélevés a été mis en commun pour obtenir des échantillons suffisants pour une analyse granulométrique ( $\geq 150$  g) (Roberts 1979). Le sédiment recueilli a été séché au four (24 heures à 105 °C) puis pesé (poids initial = 150 g). Une fraction fine a été obtenue par tamisage sous eau courante (tamis 40  $\mu$ m) (figure 2). Le reste du sédiment a été séché, pesé (poids final) puis tamisé mécaniquement à l'aide de tamis normalisés AFNOR. Chaque refus de tamis a été pesé et exprimé en pourcentage du poids initial. Les pourcentages des différentes fractions, sédiment grossier (600–2 000  $\mu$ m), moyen (200–600  $\mu$ m), fin (60–200  $\mu$ m) et très fin (40–60  $\mu$ m), ont ainsi été déterminés (Berthois 1975).

Une comparaison multiple des taux moyens a été effectuée à l'aide d'un test statistique non paramétrique [analyse de variance de Kruskal-Wallis par rangs ( $P < 0.05$ ) (Statistica 6.0)]. Avant de procéder à cette analyse, on a appliqué une transformation arcsinus aux pourcentages ( $x' = \arcsin(x)$ ).

Résultats

Sélection de la taille des particules de sédiment

L'analyse révèle que les pourcentages des différentes classes de taille des deux sites diffèrent selon que l'on considère le sédiment environnant ou le sédiment prélevé dans les tubes digestifs des holothuries. Le sédiment environnant comprenait une proportion élevée de fraction fine (59,87 % à Sidi Fredj et 55,13 % à Tamentefoust, tableau 2). Sur le site de Sidi Fredj, toutes les espèces d'holothurie ont affiché une préférence pour la fraction

fine (42,76–57 % ; 49 % ± 5,7 en moyenne, tableau 2). Sur ce site, c'est *Holothuria (R.) poli* qui a présenté la sélectivité la plus significative vis-à-vis de cette fraction ( $P < 0,01$ ).

Sur le site de Tamentefoust, *Holothuria (R.) poli* a également sélectionné la fraction fine (31,92 %, tableau 2). Sur le site de Sidi Fredj, *H. (P.) forskali* et *H. (P.) sanctori* choisissaient de préférence la fraction très fine (22,09–31,32 %, tableau 2). Sur le site de Tamentefoust, les pourcentages les plus élevés pour cette fraction (200–600 µm) ont été relevés chez *H. (H.) tubulosa* et *H. (R.) poli* : respectivement 60,26 et 40,36 %, contre 35,12 %

dans le sédiment environnant (tableau 2). Ces deux espèces ont donc sélectionné de manière significative la fraction moyenne (40,36–60,26 %, tableau 2) sur ce site, *H. (H.) tubulosa* ayant été plus sélective que *H. (R.) poli* ( $P < 0,01$ ). Cette sélectivité vis-à-vis de la fraction moyenne n'a pas été observée pour ces espèces sur le site de Sidi Fredj. En comparant les fractions du sédiment des contenus digestifs et celles du sédiment environnant sur les deux sites, nous avons remarqué que *H. (R.) poli* faisait preuve d'une capacité d'adaptation à son environnement. Ainsi, la fraction la plus ingérée était celle située entre 60 et 200 µm à Sidi Fredj et celle entre 200 et 600 µm à Tamentefoust (tableau 2).

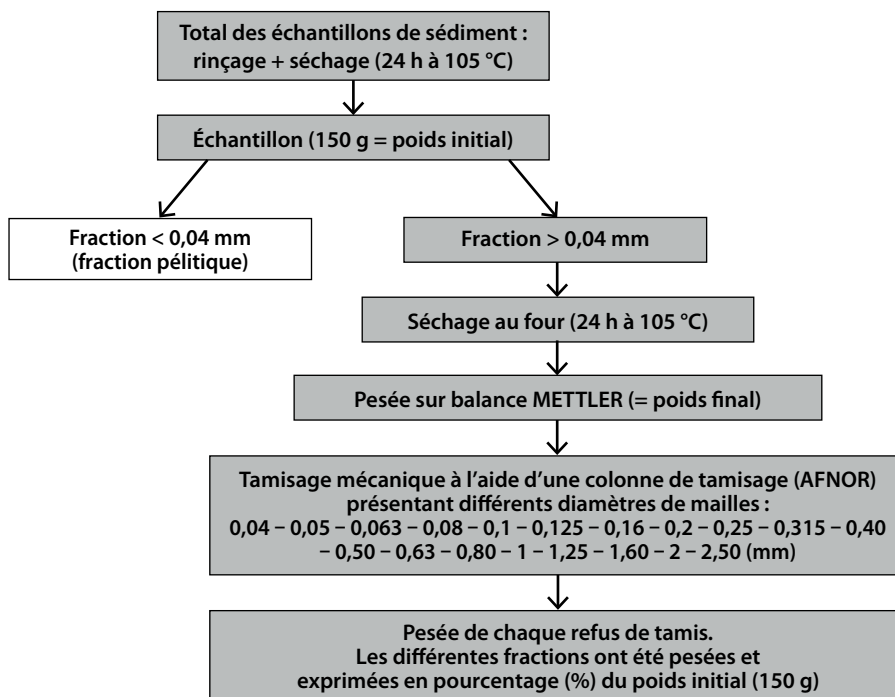


Figure 2. Analyse granulométrique des sédiments présents dans le tube digestif des holothuries et des sédiments environnants.

Tableau 2. Distribution granulométrique en pourcentage du poids sec par classe de taille du sédiment prélevé dans le tube digestif des holothuries et du sédiment environnant.

\* : classification de Berthois (1975). T = Tamentefoust ; SF = Sidi Fredj.

La première ligne des classes de taille correspond à la moyenne tandis que la seconde ligne indique l'écart-type.

Fraction* (µm)	Substrat	<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>	<i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>	<i>Holothuria (Holothuria) stellati</i>	<i>Holothuria (Panningothuria) forskali</i>	<i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>
	T/SF	T/SF	T/SF	---/SF	---/SF	---/SF
< 40	3,50/4,59 [1,20/2,40]	4,81/6,05 [1,00/2,30]	2,89/4,32 [2,30/2,70]	6,86 [2,00]	5,06 [2,30]	6,16 [2,70]
40–60	3,70/18,80 [2,40/2,50]	1,75/9,81 [3,30/2,50]	9,10/10,20 [1,70/2,10]	8,96 [2,50]	22,09 [2,50]	31,32 [2,10]
60–200	55,13/59,87 [3,50/2,30]	17,32/42,76 [4,00/3,50]	31,92/57,09 [2,10/3,40]	47,21 [2,30]	52,56 [2,50]	45,64 [1,40]
200–600	35,12/4,54 [2,10/2,34]	60,26/13,35 [5,50/2,80]	40,36/11,34 [3,10/2,20]	9,57 [2,34]	11,00 [2,80]	10,68 [2,20]
600–2 000	2,55/12,20 [2,20/2,30]	15,86/28,03 [2,70/2,30]	15,73/17,05 [1,20/2,70]	27,40 [2,10]	9,29 [3,40]	6,20 [2,20]



### Assimilation de la matière organique

Le taux élevé de matière organique présente dans le contenu digestif de *Holothuria* (*R.*) *poli* et de *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* sur le site de Tamentefoust [respectivement 6,67 % et 8,70 % (Kruskal-Wallis,  $P < 0,01$ ), tableau 3] montre que les deux espèces ont tendance à sélectionner les particules organiques du sédiment environnant (3,18 %, tableau 3). Ce résultat vaut aussi pour *Holothuria* (*P.*) *forskali* et *H.* (*P.*) *sanctori* sur le site de Sidi Fredj (respectivement 8,58 % et 7,72 %, tableau 3) ( $P < 0,01$ ) mais n'a pas été obtenu pour *H.* (*R.*) *poli*, *H.* (*H.*) *tubulosa* et *H.* (*H.*) *stellati* (respectivement 2,49 % ; 4,31 % et 3,55 %, tableau 3). La teneur en matière organique chez *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* sur le site de Sidi Fredj (4,31 %) était plus proche de celle du substrat (4,77 %) (tableau 3). En revanche, les pourcentages de matière organique relevés chez *H.* (*P.*) *forskali* sur le site de Sidi Fredj et chez *H.* (*H.*) *tubulosa* sur le site de Tamentefoust ( $P > 0,01$ ) ne différaient pas significativement. À Tamentefoust, la concentration de matière organique dans l'appareil digestif de *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* était environ trois fois supérieure à celle du sédiment environnant, alors que *Holothuria* (*P.*) *forskali* a pu concentrer une teneur en matière organique près de deux fois supérieure à celle du sédiment environnant (tableau 3).

### Discussion

Le taux élevé de fraction fine trouvée dans le sédiment environnant s'explique par les facteurs environnementaux des zones d'échantillonnage (les deux sites sont relativement protégés), d'une part, et par la concentration en matière organique, d'autre part. En effet, selon Berthois et al. (1968), le taux de matière organique augmente avec le volume de fraction fine présente dans le sédiment. Cela a pu être observé sur le site de Tamentefoust chez *H.* (*R.*) *poli* qui tend à sélectionner cette fraction (31,92 %). Plotieau et al. (résultats non publiés) ont émis l'hypothèse que la valeur nutritionnelle des sédiments fins serait plus élevée que celle des sédiments grossiers, en raison du grand nombre de micro-organismes nutritifs présents dans les sédiments fins. *H.* (*H.*) *tubulosa* et *H.* (*R.*) *poli* ont aussi montré une nette préférence pour la fraction moyenne (200–600  $\mu\text{m}$ ).

Les résultats obtenus confirment les observations de Massin et Jangoux (1976) sur *H.* (*H.*) *tubulosa*, capable d'accumuler environ trois fois plus de matière organique que le sédiment environnant. La variation des concentrations en matière organique dans les contenus digestifs des différentes espèces pourrait s'expliquer par la micro-répartition des holothuries dans l'herbier à *Posidonia oceanica* (richesse en matière organique du biote de prédilection). *H.* (*H.*) *tubulosa* a été observée entre les feuilles de *Posidonia* (30 % des individus, Mezali 2004). Or, Blanc (1958) a démontré que la longueur des feuilles de *Posidonia* détermine le niveau de décantation et d'accumulation de la matière biodétritique et terrigène. *H.* (*H.*) *tubulosa* a également été observée sur les fonds mixtes (33 % des individus, Mezali 2004) où la nourriture s'amasse. *Holothuria* (*R.*) *poli* préfère les fonds sablonneux (40 % des individus, Mezali 2004) où l'hydrodynamisme disperse la nourriture.

La différence de concentration en matière organique observée dans les contenus digestifs est également due à la morphologie des tentacules. En effet, selon Massin et Jangoux (1976), *H.* (*H.*) *tubulosa* est capable de reconnaître les particules couvertes de matière organique.

Nous pouvons en conclure que ces espèces d'holothurie aspidochirote sont des détritivores se nourrissant des matières présentes au niveau de l'interface eau-sédiment. Elles se nourrissent de façon sélective et sont capables de différencier les particules riches en éléments nutritifs des particules pauvres et de sélectionner les plus riches. Les récepteurs gustatifs situés sur les tentacules sont sans aucun doute à l'origine de cette capacité. Les préférences alimentaires des holothuries sont fonction de la taille des individus (Paine 1976), ce qui a de grandes conséquences sur la répartition et l'abondance des éléments nutritifs.

La capacité des holothuries aspidochirotés à choisir leur nourriture a été étudiée en comparant la composition du sédiment présent dans les tractus digestifs à celle du sédiment environnant. Cette comparaison donne des informations fiables, car les sites étudiés sont relativement homogènes (Khrpounoff et Sibuet 1982). Le détritus (matière organique morte ou en décomposition) est une source nutritive essentielle pour ces animaux benthiques : les spécimens *H.* (*R.*) *poli* observés sur le site de Tamentefoust présentent la plus forte sélectivité pour la matière organique.

**Tableau 3.** Pourcentages (%) de matière organique (MO) dans le sédiment prélevé dans le tube digestif des holothuries et dans le sédiment environnant des deux sites.  
T = Tamentefoust ; SF = Sidi Fredj ; ET = écart-type.

MO	Substrat	<i>Holothuria</i> ( <i>Holothuria</i> ) <i>tubulosa</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Roweothuria</i> ) <i>poli</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Holothuria</i> ) <i>stellati</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Panningothuria</i> ) <i>forskali</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Platyperona</i> ) <i>sanctori</i>
	T/SF	T/SF	T/SF	---/SF	---/SF	---/SF
Moyenne	3,18/4,77	8,70/4,31	6,67/2,49	3,55	8,58	7,72
ET	---/---	4,83/2,92	2,34/1,67	2,82	6,05	4,46

L'analyse granulométrique des contenus digestifs illustre la spécificité alimentaire de *H. (H.) tubulosa* et de *H. (R.) poli*. Ces deux espèces ingèrent les fractions moyenne et fine du sédiment. L'analyse granulométrique des contenus digestifs nous a permis de classer les holothuries en deux groupes : (1) holothuries ingérant les fractions grossière et fine du sédiment (600–2 000  $\mu\text{m}$  et 60–200  $\mu\text{m}$ ) : *H. (H.) tubulosa*, *H. (R.) poli* et *H. (H.) stellati* ; (2) holothuries ayant tendance à sélectionner les fractions fine et très fine du sédiment (40–200  $\mu\text{m}$  et < 40  $\mu\text{m}$ ) : *H. (P.) forskali* et *H. (P.) sanctori*. Les deux groupes réagissent différemment selon qu'ils se trouvent dans des zones plus ou moins polluées ; leurs réponses physiologiques peuvent être interprétées à la lumière de la théorie de la stratégie optimale de recherche alimentaire.

### Remerciements

Les auteurs aimeraient présenter leurs remerciements les plus sincères à Chantal Conand et à Igor Eeckhaut pour leurs critiques constructives et précieux conseils durant la préparation de cet article. Les auteurs souhaitent également remercier Patrice Francour (du laboratoire ECOMERS à Nice, France) et Valerio Zupo (du laboratoire d'écologie benthique, Stazione Zoologica « A. Dohrn », à Ischia, Italie) pour leur aide et leurs conseils précieux.

### Bibliographie

- Amon R.M.W. and Herndel G.J. 1991a. Deposit Feeding and sediment: I- Inter-relationship between *Holothuria tubulosa* (Holothurioidea: Echinodermata) and the sediment microbial community. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology* 12:163–174.
- Amon R.M.W. and Herndel G.J. 1991b. Deposit feeding and sediment: II- Decomposition of fecal pellets of *Holothuria tubulosa* (Holothurioidea: Echinodermata). *P.S.Z.N.I. Marine Ecology* 12:175–184.
- Berthois L. 1975. Étude sédimentologique des roches meubles : Techniques et méthodes. In: Doin (ed.). *Les roches sédimentaires*. Paris. 278 p.
- Berthois L., Crosnier A. et Le Calvez Y. 1968. Contribution à l'étude sédimentologique du plateau continental dans la baie de Biafra. *Cahier ORSTOM Vol. VI*:1–34.
- Berthon J.F. 1987. Relations trophiques entre quelques espèces d'échinodermes et le phytobenthos dans la baie de Port-Cros (Var, France). DEA. France: Université Pierre et Marie Curie. 72 p.
- Birkeland C. 1989. The influence of echinoderms on coral reef communities. p. 1–79. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). *Echinoderm Studies* 3. Rotterdam: Balkema.
- Blanc J.J. 1958. Études géologiques et sédimentologiques. *Annales de l'Institut Océanographique* 32:123–153.
- Coulon P., Jangoux M. and Bulteel P. 1991. Respiratory rate and assessment of secondary production in the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from the Mediterranean seagrass beds. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology* 13:63–68.
- 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 Progression Series* 92:201–204.
- Francour P. 1989. Le taux d'ingestion de sédiment par *Holothuria polii* et *H. tubulosa* (Echinodermata: Holothuroidea) dans un herbier à *Posidonia oceanica*. *Posidonia Newsletter* 2:33–43.
- Guettaf M., San Martin G.A. and Francour P. 2000. Inter-population variability of the reproductive cycle of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in the south-western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 80:899–907.
- Khripounoff A. et Sibuet M. 1982. La nutrition d'échinodermes abyssaux: alimentation des holothuries. *CNEXO Publications et Travaux du Centre Océanologique de Bretagne* 10:43–52.
- Lappanen M. 1995. The rule of feeding behaviour in bioaccumulation of organic chemicals in benthic organisms. *Annal Zoologique Feennici* 32:247–255.
- Mann K.H. 1978. Benthic secondary production. p. 103–118. In: Barnes R.S.K. and Mann K.H. (eds). *Fundamentals of aquatic ecosystems*. Guildford, London and Worcester: Blackwell Science Publications Billing and sons Ltd.
- Massin M. 1980. The sediment ingested by *Holothuria tubulosa* Gmelin (Holothurioidea: Echinodermata). p. 205–208. In: Jangoux M. (ed.). *Echinoderms: Present and Past*. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Massin C. 1982a. Food and feeding mechanisms, Holothuroidea. p. 43–55. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). *Echinoderm Nutrition*. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Massin C. 1982b. Effects of feeding on the environment: Holothuroidea. p. 193–197. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). *Echinoderm nutrition*. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Massin C. et Jangoux M. 1976. Observations écologiques sur *Holothuria tubulosa*, *H. polii* et *H. forskali* et comportement alimentaire de *Holothuria tubulosa*. *Cahier de Biologie Marine France* 17:45–59.
- Mezali K. 1998. Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espèces d'holothuries aspidochiotes [*Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria (Lessonothuria) polii*, *Holothuria (Holothuria) stellati*, *Holothuria (Panninogothuria) forskali* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*] de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) Delile de la Presqu'île de Sidi-Fredj. Thèse Magister. Alger, Algérie : ISMAL.
- Mezali K. 2004. Micro-répartition des holothuries aspidochiotes au sein de l'herbier de Posidonies de la presqu'île de Sidi-Fredj — Algérie. *Rapports P.V. Commission International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée Vol. 37*. 534 p.

- Mezali, K. 2008. Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat D'état. Alger, Algérie : USTHB. 208 p.
- Moriarty D.J.W. 1982. Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. Australian Journal of Marine and Freshwater Resources 33:255–263.
- Paine R.T. 1976. Size-limited predation: An observational and experimental approach with the *Mytilus-Pisaster* interaction. Ecology 57:858–873.
- Plotieau T., Baele J-M., Vaucher R., Hasler C-A., Koudad D. and Eeckhaut I. (in press). Analysis of the impact of *Holothuria scabra* intensive farming on sediment.
- Roberts D. 1979. Deposit feeding mechanisms and resource partitioning in tropical holothurians. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 37:43–56.
- Roberts D. and Bryce C. 1982. Further observations on tentacular feeding mechanisms in holothurians. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 59:151–163.
- Semroud R. 1993. Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la région d'Alger: Étude de quelques compartiments. Thèse de Doctorat D'état Alger. Algérie : USTHB.
- Soualili D., Dubois Ph., Gosselin P., Pernet Ph. and Guillo M. (2008) Assessment of seawater pollution by heavy metals in the neighbourhood of Algiers: Use of the sea urchin, *Paracentrotus lividus*, as a bioindicator. ICES Journal of Marine Science 65:132–139.
- Sournia A. 1976. Écologie et productivité d'une Cyanophycée en milieu corallien: *Oscillatoria limosa* Agardh. Phycologia 15:363–366.
- Taghon G.L. 1982. Optimal foraging by deposit-feeding invertebrates: Roles of particle size and organic coating. Oecologia 52:295–297.
- Traer K. 1980. The consumption of *Posidonia oceanica* by the echinoids at the island of Ischia. p. 241–244. In: Jangoux M. (ed.). Echinoderms: Present and Past. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Verlaque M. 1981. Preliminary data on some *Posidonia* feeders. Rapport de la Commission Internationale Mer Méditerranée, Monaco 27:201–202.
- Yingst J.Y. 1976. The utilization of organic matter in shallow marine sediments by an epibenthic deposit feeding holothurian. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 23:55–69.

## Estimation des populations d'*Holothuria arguinensis* de la Ria Formosa (sud du Portugal)

Mercedes González-Wangüemert<sup>1</sup>, Tiago Braga<sup>1</sup>, Mariana Silva<sup>1</sup>, Sara Valente<sup>1</sup>, Fernanda Rodrigues<sup>1</sup> et Ester Serrao<sup>1</sup>

### Résumé

La population d'*Holothuria arguinensis* de la Ria Formosa (sud du Portugal) a été évaluée par recensement visuel dans le cadre du programme de volontariat du projet CUMFISH. Des densités élevées de cette espèce ont été relevées à Praia de Faro ( $267 \pm 152$  ind. ha<sup>-1</sup>), mais les résultats ont varié selon les transects et les habitats. *H. arguinensis* semble préférer les herbiers, notamment *Cymodocea nodosa* et *Zostera marina*. La distribution des fréquences de taille était multimodale, pour des classes allant de 7 à 33 cm. Au cours de l'échantillonnage de mars dernier (dont les données ne sont pas prises en compte dans cet article), nous avons constaté un pourcentage élevé de juvéniles de taille inférieure à 6 cm, ce qui indique un bon renouvellement de la population dans la Ria.

### Introduction

Le genre *Holothuria* est le seul de la famille des Holothuriidae à être présent en Méditerranée et dans le nord-est de l'Atlantique. On le rencontre dans des habitats marins variés situés dans des eaux côtières peu profondes. Les holothuries, trouvées en abondance, remplissent des fonctions écologiques fondamentales, en améliorant le recyclage des nutriments et la productivité locale des sédiments carbonatés oligotrophiques par leurs activités détritivores et de bioturbation (Byrne et al. 2010).

*Holothuria (Roweothuria) arguinensis* (Koehler et Vaney, 1906), qui appartient à ce genre, est devenue depuis quelques années une cible pour les pêcheries d'holothuries en plein essor (Aydin 2008 ; Sicuro et Levine 2011). Jusqu'à présent, *H. (Roweothuria) arguinensis* était considérée comme une espèce du nord-est de l'Atlantique, son aire de répartition s'étendant des côtes du Portugal à la Mauritanie en passant par le Maroc et même des Îles Canaries (Thandar 1988). Elle n'a encore jamais été observée dans les autres îles de la Macaronésie, à savoir les Açores, les Selvagens, Madère et les îles du Cap-Vert (Borerro-Pérez et al. 2010 ; Micael et al. 2012). Cependant, sa répartition géographique évolue ; elle conquiert désormais de nouvelles parties de la Méditerranée, où des spécimens ont été observés le long de la côte d'Alicante dans le sud de l'Espagne (González-Wangüemert et Borrero-Pérez 2012), et vers le nord du Portugal, le long des côtes de l'archipel des Berlengas (Rodrigues 2012). En dépit de son grand potentiel halieutique et de sa répartition très limitée géographiquement, on possède peu d'informations sur cette espèce (densité, abondance, habitat et reproduction). Dans le cadre du projet CUMFISH (PTDC/

MAR/119363/2010, <http://www.ccmr.ualg.pt/cumfish/>), nous conduisons un programme de volontariat visant à estimer par recensement visuel les populations de *H. Arguinensis* peuplant la Ria Formosa. Cette étude, qui doit se poursuivre encore deux ans, apportera de précieuses informations sur les densités, les habitats de prédilection des spécimens et la distribution des classes de taille, et permettra de faire des observations *in situ* sur le recrutement des populations de *H. arguinensis* dans la Ria Formosa.

### Matériel et méthodes

D'une superficie totale de 170 km<sup>2</sup>, la Ria Formosa est un grand lagon intertidal s'étendant sur 55 km le long de la côte sud du Portugal. Le lagon présente un réseau très ramifié de criques et de chenaux, relié à l'océan par six passes. Les marées y sont semi-diurnes et à chacune d'elle, entre 50 et 75 % du volume d'eau est renouvelé. La salinité du lagon tourne autour de 35,5–36,9 PSU et la température de l'eau varie entre 12 et 28 °C.

Les comptages ont été effectués à Praia de Faro (36° 59' 0" N, 7° 55' 0" O) des deux côtés du pont principal (figure 1), à marée basse, au moins deux fois par mois. Les résultats présentés dans notre article ont été obtenus entre novembre 2012 et février 2013.

Pour les besoins de notre étude, nous avons utilisé deux transects de 100 x 2 m (trois répétitions chacun) (Dissanayake et Stefansson 2010) placés à deux niveaux distincts établis à partir de la marée la plus basse (transect 1 : émergé, transect 2 : immergé) (figure 2).

<sup>1</sup> Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal

\* Courriel : mwanguemert@ualg.pt





**Figure 1.** Sites d'échantillonnage à Praia de Faro (Ria Formosa, sud du Portugal).  
A : côté est du pont ; B : côté ouest du pont.



**Figure 2.** Transect émergé à marée basse avec deux individus *Holothuria arguinensis*.

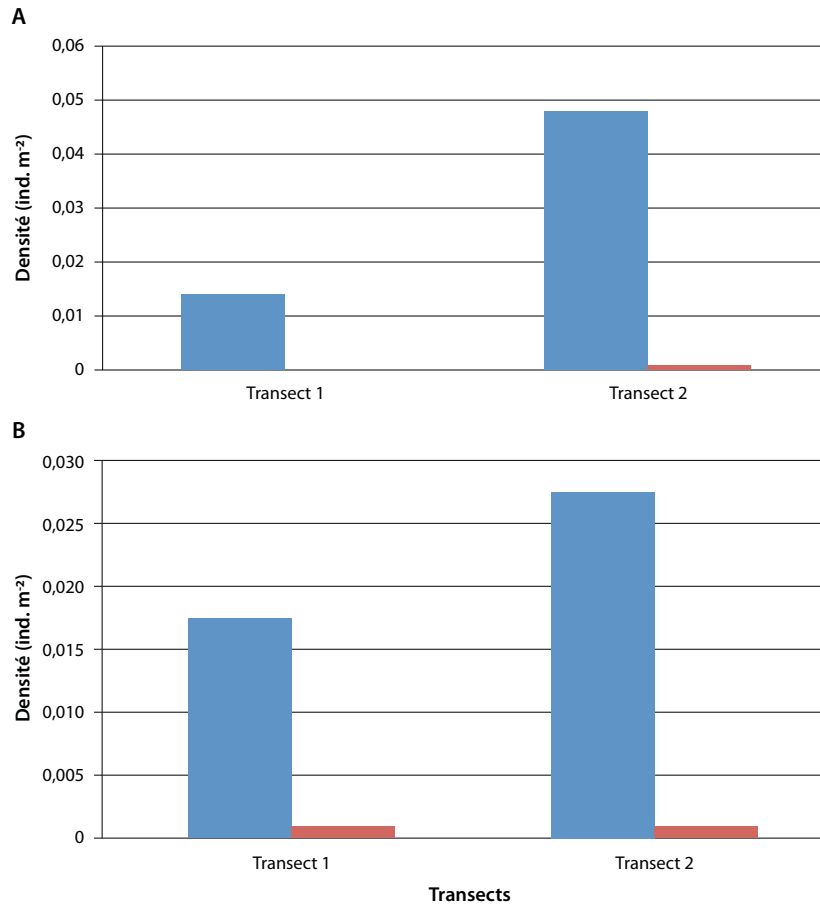
Nous avons choisi la date de l'échantillonnage en fonction des marées basses les plus favorables selon l'annuaire local des marées (<http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php>). À chaque transect et pour chaque individu, nous avons relevé l'espèce, la longueur, les signes distinctifs, le type de fond et d'habitat (sable, argile, galets, rochers, algues, herbier) et la position dans le transect. Quelques photos ont été prises pendant l'échantillonnage.

### Résultats et discussion

*Holothuria arguinensis* a été observée dans tous les sites d'échantillonnage. Sa densité moyenne était de  $267 \pm 152$  ind.  $ha^{-1}$ , même s'il faut préciser que les densités ont varié de 140 à 480 ind.  $ha^{-1}$  selon le transect et l'habitat. Nous avons aussi noté la présence d'une autre espèce d'holothurie, *H. mammata*, mais sa densité était très faible. Globalement, les densités de *H. arguinensis* étaient plus fortes du côté ouest du pont et le long du transect 2 (immergé) (figure 3).

Ces résultats peuvent être attribués à la présence dense et régulière d'herbiers à *Zostera marina* et *Cymodocea nodosa* du côté ouest et à l'habitat hétérogène constitué de petites parcelles d'herbier, de sable et de vase du côté est. *H. arguinensis* semble préférer les fonds couverts d'herbiers. Une autre raison peut être avancée pour expliquer les fortes densités relevées le long du transect 2 (immergé) : pour se protéger de la lumière, les holothuries restent sous l'eau ou s'enfouissent dans les algues. En effet, certaines holothuries découvertes à marée basse et exposées au rayonnement ultraviolet lors des journées très lumineuses présentaient un aspect flétri et mucilagineux (figure 4).

La taille des individus *Holothuria arguinensis* recensés à Praia de Faro allait de 7 à 33 cm et, selon la distribution multimodale des classes de taille, les individus de 19–20 cm étaient les plus abondants (figure 5).



**Figure 3.** Densités (ind. m<sup>-2</sup>) de *H. arguinensis* (en bleu) et *H. mammata* (en rouge) sur une période de quatre mois à Praia de Faro, relevées au niveau des différents transects (transect 1 : émergé, transect 2 : immergé).  
A : Densités à l’ouest du pont ; B : densités à l’est du pont.



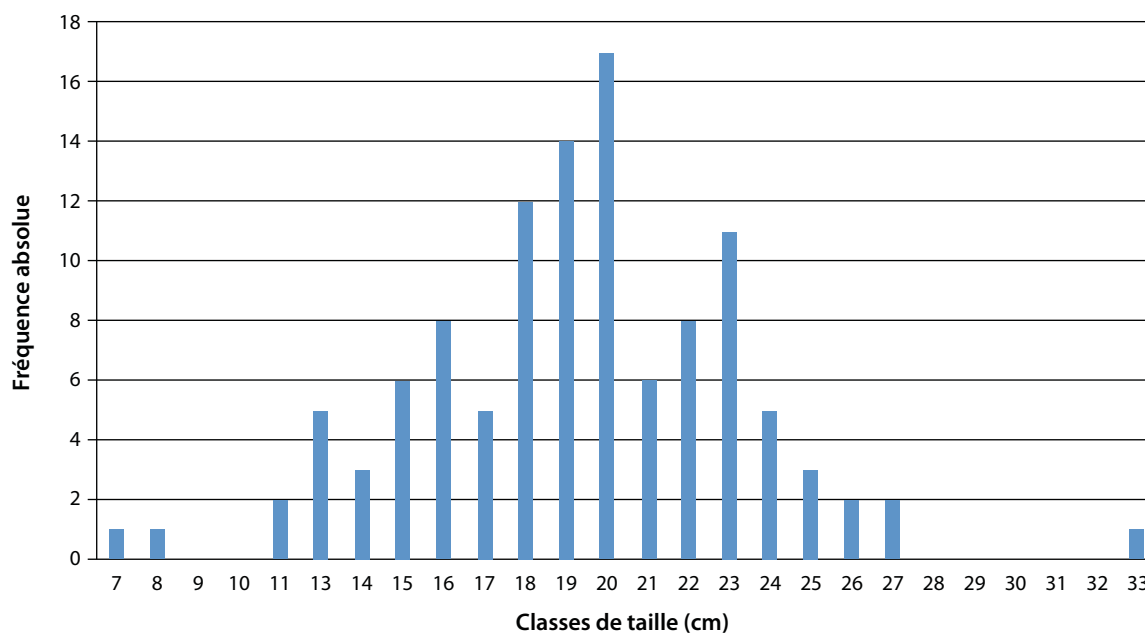
**Figure 4.** *Holothuria arguinensis* affectée par l’exposition à la lumière.

Il est important de noter que, lors de notre dernier échantillonnage, nous avons trouvé de nombreux juvéniles, particulièrement dans les herbiers du côté ouest (figure 6).

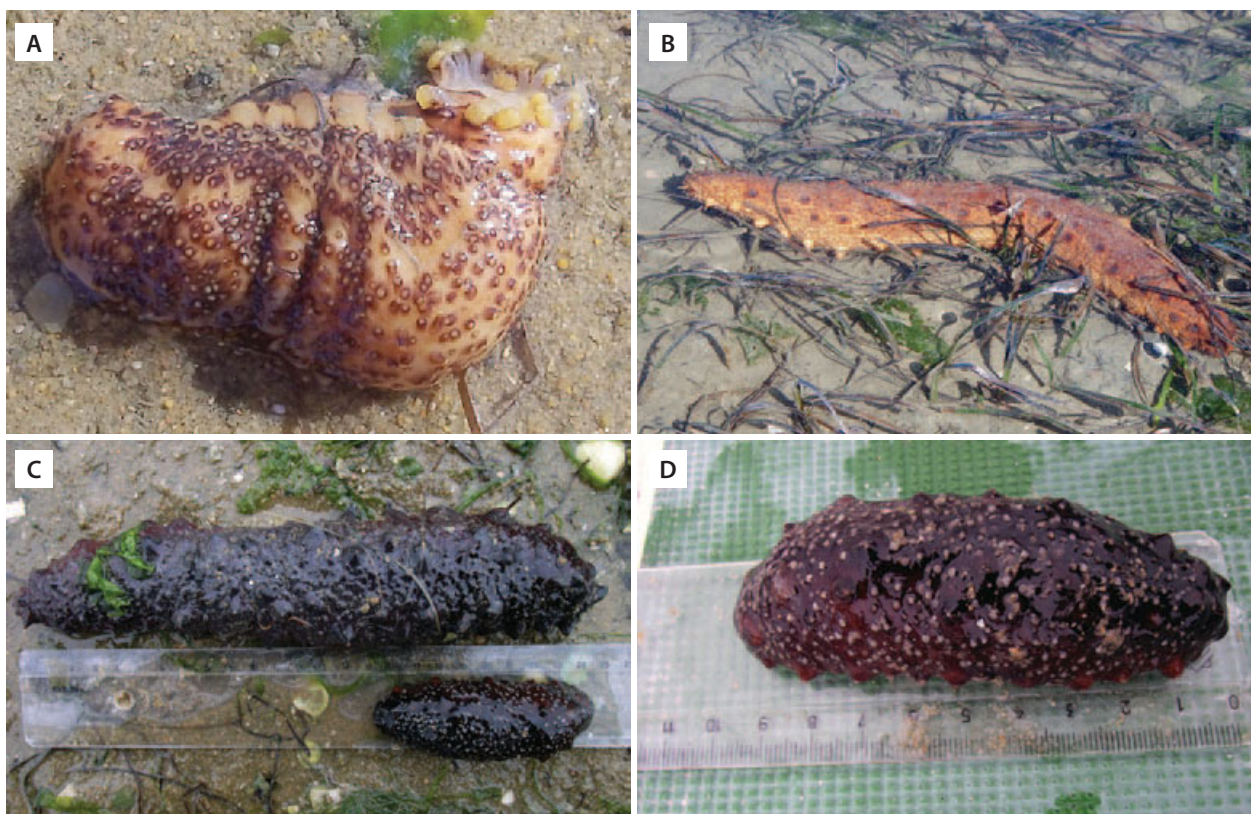
Au cours des deux prochaines années, nous continuerons notre projet de recensement à Praia de Faro et dans trois autres sites de la Ria Formosa (Tavira, Fuseta et Culatra). En plus des paramètres actuellement étudiés, nous en

relèverons d’autres tels que la couverture d’herbier, le rayonnement solaire, la température de l’eau et de l’air, et la granulométrie des sédiments. Ces informations, recueillies grâce à un programme de volontariat, et les recherches des étudiants de master sur la diversité génétique, l’éthologie, la reproduction et l’alimentation, nous permettront de mieux cerner les populations de *Holothuria arguinensis* de la Ria Formosa en prévision d’une future gestion de la pêche.





**Figure 5.** Distribution des classes de taille d'*Holothuria arguinensis* de la Ria Formosa sur une période de quatre mois.



**Figure 6.** Différents spécimens de *H. arguinensis* recensés dans la Ria Formosa.  
 A : juvénile *H. arguinensis* trouvé dans de l'herbier (5 cm) ;  
 B : *H. arguinensis* adulte trouvé sur une parcelle couverte de *Cymodocea nodosa* et *Ulva* sp. ;  
 C : juvénile et adulte *H. arguinensis* ;  
 D : juvénile *H. arguinensis* de 9 cm.

## Remerciements

Cette étude est réalisée avec le soutien du projet CUMFISH (PTDC/MAR/119363/2010; <http://www.ccmr.ualg.pt/cumfish/index.html>), financé par la Fundação para Ciência e Tecnologia (FCT, Portugal). M. González-Wangüemert a bénéficié d'une bourse de recherche FCT (SFRH/BPD/70689/2010). Un grand merci aux volontaires — Divna Djokic, Ewelina Heil, Siel Wellens et Nadia Morado — pour leur aide lors des échantillonnages.

## Bibliographie

- Aydin M. 2008. La pêche commerciale d'holothuries en Turquie. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 28:40–41.
- Borrero-Pérez G., Gómez-Zurita J., González-Wangüemert M., Marcos C. and Pérez-Ruzafa A. 2010. Molecular systematic of the genus *Holothuria* in the Mediterranean and Northeastern Atlantic and a molecular clock for the diversification of the Holothuriidae (Echinodermata: Holothuroidea). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57:899–906.
- Byrne M., Rowe F. and Uthicke S. 2010. Molecular taxonomy, phylogeny and evolution in the family Stichopodidae (Aspidochirotida: Holothuroidea) based on COI and 16S mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 56:1068–1081.
- Dissanayake D.C.T and Stefansson G. 2010. Abundance and distribution of commercial sea cucumber species in the coastal waters of Sri Lanka. *Aquatic Living resources* 23:303–313.
- González-Wangüemert M. and Borrero-Pérez G. 2012. A new record of *Holothuria arguinensis* colonizing the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records* 5:e105.
- Micael J., Alves M.J., Jones M.B. and Costa A.C. 2012. Diversity of shallow-water asteroids (Echinodermata) in the Azorean Archipelago Research Articles. *Marine Biodiversity Records* 5:doi:1017/S1755267211000534.
- Rodrigues N. 2012. New geographic distribution records for Northeastern Atlantic species from Peniche and Berlengas Archipelago. *Arquipelago: Life and Marine Sciences* 29:1–4.
- Sicuro B. and Levine J. 2011. Sea Cucumber in the Mediterranean: A Potential Species for Aquaculture in the Mediterranean. *Reviews in Fisheries Science* 19:299–304.
- Thandar A.S. 1988. A new subgenus of *Holothuria* with a description of a new species from the south-east Atlantic Ocean. *Journal of Zoology* 215:47–54.



## État des lieux de la gestion des pêcheries d'holothuries dans le Pacifique

Kalo Pakoa<sup>1</sup> et Ian Bertram<sup>1</sup>

Un grand nombre de pêcheries d'holothuries sont dans un état critique dans les États et Territoires insulaires océaniques (ETIO) et nécessitent d'être réhabilitées. Beaucoup d'entre elles sont fermées, les autorités nationales s'efforçant de prendre des mesures draconiennes pour éviter tout effondrement supplémentaire de cette ressource. La pression constante de la demande en holothuries crée une tension croissante sur les pêcheries de nombreux ETIO qui tentent de maîtriser l'exploitation de la ressource. De nombreux pays se heurtent également à l'absence de cadres efficaces pour la gestion de la pêche, de mesures de réglementation et d'autorité pour les faire appliquer. Le présent article fait un état des lieux de la gestion de la pêche de l'holothurie dans plusieurs pays (situation de mars 2013) et décrit brièvement la mise en place progressive de cadres de gestion officiels, en collaboration avec la CPS. La figure 1 indique, selon un code de couleurs, l'état des pêcheries d'holothuries dans les îles du Pacifique.

### Vanuatu : fermeture de la pêcherie prolongée à dix ans

Le Service des pêches de Vanuatu, les détenteurs des ressources en holothuries et toutes les personnes intéressées par le réensemencement des stocks sont soulagés : la pêcherie restera fermée encore cinq ans. Alors que les cinq premières années de fermeture touchaient à leur fin (2008–2012), la pression pour une ouverture de la pêcherie s'était accrue à l'approche des élections législatives, d'autant plus que les négociants jouaient de leur influence pour obtenir la levée du moratoire sur la pêche et les exportations. Le Service des pêches a organisé une réunion d'information à l'intention des politiques intéressés afin d'amorcer une prise de conscience de l'état critique des ressources du pays et de la nécessité de garder la pêcherie fermée pour reconstituer les stocks. Suivant les conseils de la CPS, qui s'est appuyée sur les résultats de plusieurs enquêtes menées en 2011 et 2012, le Service des pêches de Vanuatu a prolongé le moratoire de cinq ans. Adopté le 19 décembre

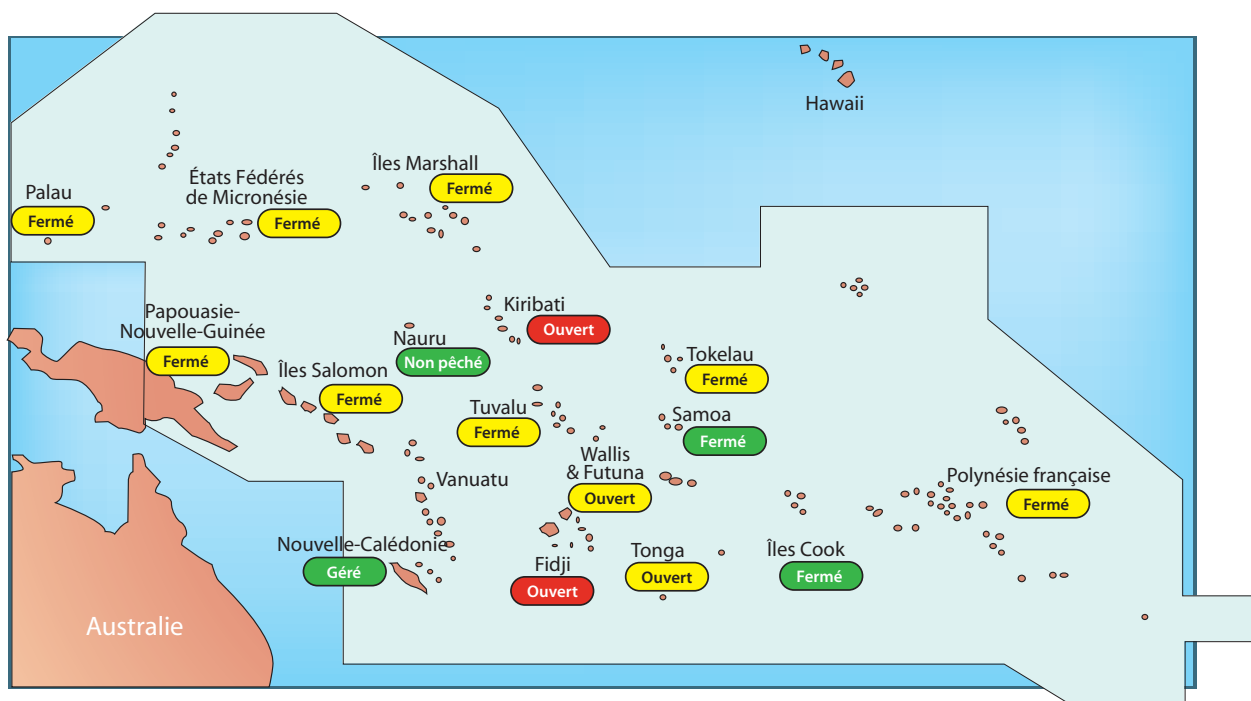


Figure 1. État des pêcheries d'holothuries dans les ETIO.

Rouge : pêcheries très peu réglementées ; jaune : pêcheries fermées dans les cinq dernières années ou fermeture saisonnière et instauration ou amélioration de plans de gestion ; les Tonga et Wallis et Futuna ont des saisons de pêche annuelles ; vert : pêcheries relativement bien gérées, pêcheries fermées durant les 20 dernières années et pêcherie sans activité de Nauru.

<sup>1</sup> Section science et gestion de la pêche côtière, CPS

2012, ce nouvel amendement a pris effet le 1<sup>er</sup> janvier 2013. Après avoir évalué la ressource en 2003, la CPS avait préconisé en 2006 un moratoire sur la pêche à Vanuatu. En conséquence, la pêche a été fermée en 2008. La prolongation de l'interdiction est nécessaire au renouvellement des stocks et, au cours des cinq prochaines années, d'autres études détermineront l'état de la ressource en holothurie. Dans cet intervalle, il faudra mettre la dernière main au projet de plan national de gestion et préparer l'ouverture de la pêche. Des essais seront également menés pour estimer la valeur de produits autres que la traditionnelle bêche-de-mer bouillie et séchée.

### **Papouasie-Nouvelle-Guinée : le moratoire en vigueur reconduit sur trois ans malgré les pressions**

La Papouasie-Nouvelle-Guinée possédait la pêcherie d'holothuries la plus importante de la région et assurait, à elle seule, environ 10 % de la production mondiale d'holothuries. Malgré un plan national de gestion de la pêche de l'holothurie, mis en place par les autorités dans les années 90, les taux de prises de certaines espèces n'ont cessé de diminuer, au point où des épuisements de stocks ont été constatés dans certaines zones. C'est pourquoi un moratoire de trois ans a été appliqué en 2009. D'après une étude du Service des pêches de Papouasie-Nouvelle-Guinée, les ressources n'étaient pas encore complètement renouvelées en 2012. Début 2013, le Service national des pêches a décidé de maintenir l'interdiction de pêche pendant trois années de plus, durant lesquelles l'état des stocks sera sous surveillance. Le plan de gestion actuel est en cours de modification et instaurera vraisemblablement un nouveau total autorisé de captures annuel ainsi que des quotas spécifiques.

### **Îles Salomon : ouverture de la pêche pour trois mois et autorisation de l'exportation des holothuries en stock**

Les Îles Salomon ont interdit la pêche d'holothuries en 2005. Deux ans plus tard, l'interdiction a été levée dans la Province Ouest pour offrir une issue économique aux sinistrés du tsunami et du tremblement de terre qui ont frappé la région. Mais, profitant de cette décision, les pêcheurs des autres provinces ont aussi repris la pêche de l'holothurie si prisée, transformant la levée de l'interdiction dans une zone en une ouverture nationale de la pêche. En 2009, le moratoire a été reconduit pour l'ensemble du pays, mais ces quatre dernières années, des activités de pêche illicites ont été signalées et des stocks ont été constitués. En 2011, la CPS est venue en aide au Ministère des pêches et des ressources marines des Îles Salomon en dispensant des formations à l'inventaire des ressources à Marau et à Ngella. Le ministère a ensuite poursuivi l'étude des ressources dans deux sites de chacune des sept provinces ; à présent en cours d'analyse, les données feront l'objet d'une publication. En 2012, la CPS a collaboré avec le ministère pour concevoir un projet de plan de gestion qui doit être soumis aux provinces avant d'être achevé. La constitution de stocks a engendré une pression en faveur de la levée du moratoire pour autoriser l'exportation des produits en réserve. La pêche a été rouverte le 1<sup>er</sup> mars 2013 pour une durée de trois mois.

### **Îles Cook : instauration de mesures de gestion avant l'ouverture de la pêche**

Aux Îles Cook, la pêche des holothuries d'intérêt commercial était une activité très marginale dans les années 90 et elle n'a d'ailleurs pas duré. La filière suscite toutefois un regain d'intérêt depuis que des investisseurs ont manifesté leur souhait d'exploiter ces ressources. La CPS travaille avec le Ministère des ressources marines pour former des fonctionnaires locaux à l'étude des ressources et prodigue des conseils en matière de quotas de récolte. Un site a été évalué ; la formation à l'analyse de données, qui doit s'achever au premier trimestre 2013, sera une aide supplémentaire pour l'étude des ressources dans les autres zones. La CPS contribue également à l'élaboration de réglementations sur la pêche de l'holothurie ; réglementations que les autorités s'efforcent de mettre en place avant d'autoriser l'exportation d'holothuries.

### **Samoa : des récoltes illicites malgré les mesures de gestion**

Au Samoa, où la pêche commerciale mettait en péril les stocks d'espèces vivrières essentielles à la sécurité alimentaire (*Bohadschia argus*, *B. vitiensis*, *Holothuria atra*, *Stichopus hermanni*, *S. Horrens*), l'exploitation a été interdite au milieu de l'année 1994. En 2005, la CPS a évalué la densité de deux des espèces les plus importantes du pays. Les ressources des deux îles principales du Samoa ont été inventoriées au second semestre 2012 ; les résultats sont en cours de traitement. En parallèle, les autorités travaillent à l'établissement d'un plan de gestion de la pêche. L'ouverture de la pêche suscite beaucoup d'intérêt ; plusieurs récoltes illicites ont d'ailleurs été signalées ces deux dernières années, dont l'une a fait l'objet d'une saisie à l'aéroport. Cette situation incite donc le Service des pêches du Samoa à se doter au plus vite d'un plan de gestion et des réglementations nécessaires au contrôle de la pêche. C'est dans cette optique qu'il collabore avec la CPS.

### **Tonga : essor et effondrement de la production**

Les ressources en holothuries aux Tonga ont fait l'objet de nombreuses études auxquelles la CPS a collaboré. La première étude, datant de 1990, a débouché sur une recommandation visant à développer la pêche. Six ans plus tard, une nouvelle étude faisant état d'un fort déclin des réserves a incité les autorités locales à instaurer en 1997 un moratoire de dix ans. En 2004, une autre étude menée sous l'égide de la CPS a révélé que la plupart des ressources s'étaient renouvelées. La pêche a alors été à nouveau ouverte en 2008. Un an plus tard, la production à l'exportation est passée de 15 tonnes (t) à 370 t, puis à 312 t. En 2011, à la suite d'une nouvelle étude, une fermeture de trois ans à cinq ans a été recommandée ; cependant, face aux pressions des partisans de la pêche, c'est une baisse du quota qui a finalement été appliquée (100 t au lieu de 200 t). Si la production totale de 2011 (80 t) était légèrement inférieure au quota, il faut noter que le plan de gestion de la pêche en vigueur n'a pas été totalement appliqué et respecté en 2009 et 2010, d'où un nombre de prises atteignant des niveaux insoutenables ces deux

années. De plus, en dépit de l'interdiction d'utiliser des appareils respiratoires de plongée pour pêcher l'holothurie, plusieurs pêcheurs sont décédés suite à des accidents de plongée en scaphandre autonome. Les résultats d'une étude actuellement en cours permettront de juger fin 2013 si de nouvelles mesures de gestion, et éventuellement une fermeture de la pêche, sont nécessaires.

### **Fidji : intérêt croissant pour l'holothurie et efforts de réglementation de l'utilisation d'équipement de plongée**

Dans la région, les Fidji contrôlent une importante filière en activité depuis la période d'essor des années 90. La directive de 1998 sur l'exploitation de la bêche-de-mer est la seule directive officielle sur la gestion de la ressource, comme le souligne la politique de la Chambre fidjienne de commerce et d'investissement en faveur d'un développement privé de la pêcherie. Actuellement, aucun quota ne limite le nombre de licences d'exportation ni la quantité de produits exportés — par entreprise ou par secteur — de sorte que, nombre de pêcheries étant fermées dans la région, les exportateurs intéressés sont de plus en plus nombreux à convoiter une licence leur permettant d'exploiter la ressource. De plus, la limite de taille établie à 7,6 cm n'est pas adaptée et ne peut être appliquée à toutes les holothuries, d'autant plus que l'absence de réglementations complique les contrôles. L'autorisation des appareils respiratoires de plongée a ouvert l'accès aux stocks situés dans les eaux plus profondes, occasionnant de nombreux accidents de plongée. En 2012, la CPS s'est de nouveau engagée aux côtés du Service des pêches des Fidji et d'ONG pour améliorer la situation. Dans ce but, des inventaires des ressources ont été effectués à Bua, l'une des principales zones de production ; les équipes locales, spécialement formées, ont ensuite évalué les ressources de plusieurs autres sites. Les équipes suivent à présent une formation sur l'utilisation de ces informations à des fins de conseil en gestion de pêche. La gestion par les communautés est fortement encouragée aux Fidji ; cependant, la tendance à la baisse des ressources met en évidence la nécessité de renforcer le système de gestion au niveau supérieur pour soutenir la gestion locale communautaire. La CPS contribue à l'élaboration d'un plan national de gestion de la pêche d'holothuries et dispense des conseils sur l'inventaire des ressources dans les autres zones. Parallèlement, elle a épaulé le Service des pêches des Fidji dans sa campagne auprès du gouvernement pour faire interdire l'utilisation d'appareils respiratoires de plongée pour la pêche de l'holothurie. Cette campagne s'appuie sur l'étude des ressources dans la province de Bua, qui prouve l'effet négatif sur les réserves d'holothuries de l'utilisation d'appareils respiratoires de plongée, ainsi que sur des résultats similaires provenant d'autres zones de la région océanique.

### **Îles Marshall : nouvelles réglementations**

Il y a deux ans, les Îles Marshall n'avaient ni politique en matière de gestion de la ressource en holothuries, ni réglementation, et aucun système ne permettait de réguler ni de suivre la pêche et l'exportation des produits. Début 2011, une interdiction stricte d'exporter a été promulguée

et un travail a été initié en collaboration avec la CPS en vue de mettre sur pied un cadre de gestion. Fin 2012, de nouvelles réglementations ont été publiées au Journal officiel. L'ouverture de la pêche se prépare désormais dans le respect des nouvelles réglementations.

### **Palau : volonté d'appliquer des mesures plus efficaces pour faire cesser les pratiques non soutenables**

La pêche commerciale de l'holothurie a pris fin en 1994 lorsque les autorités de Palau ont interdit la récolte des six espèces les plus prisées dans les années 90, âge d'or de la filière. Ainsi, la mesure interdisait toute exploitation commerciale de l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*), de l'holothurie blanche à mamelles (*H. fuscogilva*), de l'holothurie noire à mamelles (*H. whitmaei*), de l'holothurie brune des brisants (*Actinopyga mauritiana*), de l'holothurie noire (*A. miliaris*) et de l'holothurie ananas (*Theleota ananas*), mais tolérait la pêche vivrière de certaines des espèces protégées et des espèces non réglementées. L'holothurie de sable, l'holothurie curry (*Stichopus herrmanni*) et une espèce non identifiée d'*Actinopyga* sp. sont consommées localement et donc ramassées pour être vendues sur le marché local. Il est autorisé de les exporter pour la consommation personnelle aux ressortissants de Palau vivant à l'étranger. Ces vides juridiques ont suscité des récoltes illégales d'espèces protégées ces dernières années. En 2011, la pêche d'une espèce (*Actinopyga* sp., espèce non identifiée) a été autorisée 48 jours (deux jours de pêche par semaine) sur une période de six mois, dans le seul État de Ngardmau. Grâce au contrôle des quantités débarquées, le Bureau des ressources marines a pu recueillir des informations utiles sur les prises et les prix auprès des acheteurs. D'après ces données, la pratique courante qui consiste à vendre les holothuries vivantes par seaux de 20 litres n'est pas rentable pour les pêcheurs et doit être complétée par une valorisation du produit. Comme dans le cas des Îles Salomon, des pêcheurs originaires d'autres états proches de celui de Ngardmau se sont engouffrés dans cette brèche juridique pour pêcher des espèces non autorisées, ce qui a conduit à une nouvelle fermeture de la pêcherie en 2012. Il est indispensable qu'une solution plus globale soit apportée avant toute ouverture prochaine de la pêche. Le Bureau des ressources marines et la CPS ont élaboré un projet de plan de gestion de la ressource en holothuries pour Palau ; des consultations plus approfondies avec les parties intéressées et une évaluation des stocks dans les autres États sont encore nécessaires.

### **États fédérés de Micronésie : pressions pour l'ouverture de la filière**

La pêche d'holothuries est interdite dans l'État de Yap depuis 2007, mais la pression exercée par les exploitants des éclosiers d'holothuries de l'île principale de Yap pourrait avoir raison de l'interdiction. La CPS avait évalué les ressources en 2009 et recommandé le maintien de la fermeture jusqu'au renouvellement complet des stocks.

La pêcherie de l'État de Pohnpei a été fermée pendant neuf ans et les ressources n'ont pas encore été évaluées. Les

autorités subissent actuellement les pressions des négociants intéressés par l'ouverture de la pêche. En 2013, la CPS apportera son aide à l'État de Pohnpei pour estimer les ressources et élaborer un plan de gestion de la pêche.

#### **Tuvalu et Tokelau : pêche de l'holothurie fermée**

Les archipels de Tuvalu et de Tokelau ont des ressources en holothuries certes limitées, mais qui sont d'une grande importance pour les habitants. Les négociants ont commencé à s'intéresser à Tuvalu en 2009-2010 et ont incité les pêcheurs à cibler les holothuries blanches à mamelles et les holothuries ananas à l'aide d'appareils respiratoires de plongée permettant d'atteindre des profondeurs situées entre 50 et 70 mètres. L'utilisation d'équipement de plongée a provoqué la perte de plusieurs vies à Funafuti. Le Conseil insulaire a donc interdit l'accès aux zones extérieures à l'atoll de Funafuti pour protéger ses ressources et la vie de ses habitants. La pêche a été fermée à Tuvalu fin 2010.

C'est dans le cadre d'un partenariat commercial avec un Tokelauan que la pêche de l'holothurie a démarré à Tokelau en décembre 2011. Inquiet, le Conseil insulaire a interdit la pêche jusqu'à ce que les ressources aient été évaluées et des mesures de gestion mises en place. En avril 2012, la CPS a évalué les ressources et présenté au Conseil insulaire un projet de plan de gestion qui autorise les négociants asiatiques à transformer et à exporter une part limitée des ressources de l'atoll de Nukunonu.

#### **Nauru : intérêt de négociants pour la ressource en holothuries brunes des brisants**

Le Ministère des pêches a sollicité l'aide et les conseils de la CPS pour évaluer l'état de la ressource en holothuries brunes des brisants avant de prendre une décision quant à l'ouverture de la pêche.

#### **Polynésie française : pêche fermée pour instaurer un système de gestion et évaluer les ressources**

De même qu'aux Îles Cook, en Polynésie française les holothuries n'ont pas été pêchées à but commercial depuis 20 ou 30 ans (il se peut que des pêcheurs aient ciblé la ressource au début des années 90, mais aucune information fiable ne permet de le confirmer). La pêche commerciale et l'exportation ne sont que très récentes et n'ont cessé de s'intensifier, passant de trois tonnes en 2008 à 125 tonnes en 2011. L'absence d'informations sur les stocks d'holothuries et de mesures de gestion a incité les autorités à interdire la pêche en 2013 pour mettre fin à l'augmentation effrénée de la production, qui aurait pu avoir de lourdes conséquences sur les ressources naturelles. L'évaluation des ressources en holothuries dans les pêcheries et dans les zones non exploitées du pays est en cours, de même que l'élaboration d'un plan de gestion et de réglementations.

#### **Wallis et Futuna : autorisation de pêcher l'holothurie maintenue**

À Wallis, la pêche et l'exportation d'holothuries sont pratiquées par intermittence, selon l'état des ressources. Les exportations ont démarré dans les années 90, puis ont cessé quelques années, avant de repartir en 2001. Après une nouvelle période creuse, les exportations ont repris en 2010. En partenariat avec une compagnie dont le siège est aux Fidji, une entreprise locale exploite et exporte les holothuries ramassées à Wallis par des plongeurs venus des Fidji. À Wallis et Futuna, les licences de pêche sont délivrées par le Service de l'environnement conformément au code de l'environnement, alors que le suivi des ressources relève du Service de la pêche. En 2012, environ sept tonnes ont été exportées. La pêche est pour l'heure ouverte, mais on ignore si le rythme d'exploitation actuel permettra aux stocks de se renouveler sans qu'une fermeture ne soit nécessaire.



## Observations de pontes en milieu naturel sur l'île Rodrigues (océan Indien)

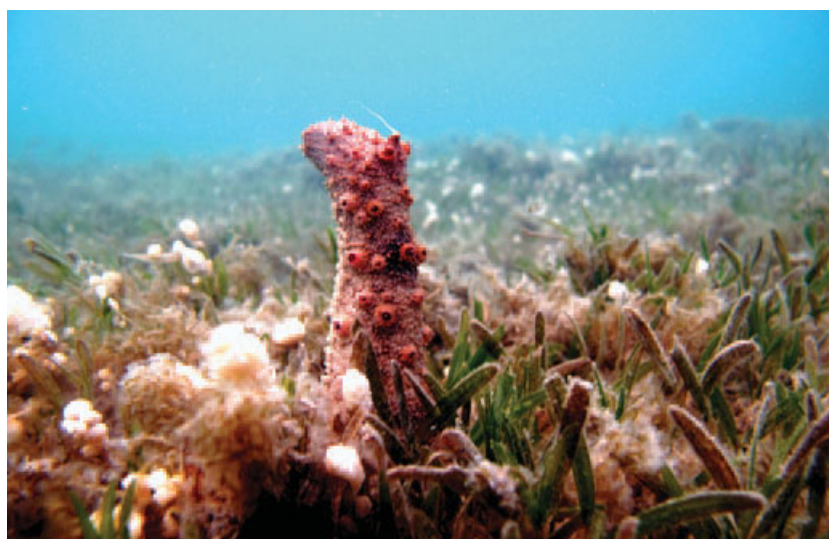
Alexandre Bédier<sup>1</sup>, Chloé Bourmaud<sup>1</sup> et Chantal Conand<sup>1</sup>

En 2004, Rowe et Richmond ont décrit l'ensemble des holothuries de l'île Rodrigues réparties en 29 espèces. Le présent article rapporte les premières observations de ponte naturelle chez *Holothuria fuscocinerea*, une espèce qui n'avait pas été recensée sur l'île jusque-là, et signale la présence de plusieurs autres espèces affichant un comportement reproducteur.

**Espèce :** *Holothuria (Stauropora) fuscocinerea*, Jaeger, 1833.

**Lieu :** nord-est de Paté Reynieux, Anse Mourouk, côte est de l'île Rodrigues, Maurice.

**Date :** 12 janvier 2013, 16h00–16h30 heure locale. Climat subtropical, observation faite en été. Temps nuageux et relativement venteux.



**Figure 1.** Individu mâle *Holothuria fuscocinerea* libérant ses gamètes dans la colonne d'eau (image : Chloé Bourmaud).

### Paramètres environnementaux

**Phase de la lune :** nouvelle lune + 1 jour.

**Bathymétrie et marée :** spécimens observés à environ 2 m de profondeur, 20 m du rivage, sur un herbier dense. Marée haute (276 cm) descendante (121 cm), courants d'eau modérés faisant vaciller les spécimens redressés.

**Substrat :** substrat mou composé de grains de sable fins d'origine corallienne et volcanique, recouvert d'herbier. L'herbier était colonisé par des épiphytes et des algues filamenteuses. Des algues *Caulerpa* spp. et des ascidies blanchâtres s'y trouvaient en relative abondance. Deux colonies de corail *Porites* spp. étaient présentes sur le lieu de l'observation.

**Note :** un seul spécimen (*H. fuscocinerea*) a libéré ses gamètes dans la colonne d'eau pendant la durée de l'observation. Quelques autres spécimens de la même espèce étaient redressés, à proximité raisonnable les uns des autres (trois spécimens dans un rayon de 15 m).

<sup>1</sup> Université de la Réunion, Ecomar, 15 avenue Renée Cassin, CS 92003, 97744 Saint Denis Cedex 9

### Autres espèces d'holothuries présentant une posture typique de reproduction

La densité multispécifique des holothuries était relativement élevée sur le site de ponte fréquenté par plusieurs espèces (*Holothuria leucospilota*, *H. atra*, *Bohadschia vitiensis*) (figures 2 et 3) et par des synaptides (figure 3). En particulier, plusieurs spécimens dressés de *H. leucospilota* et *H. atra* ont été observés, au moment où les individus *H. fuscocinerea* expulsaient leurs gamètes, comportement typique de ponte massive. Cependant, aucune preuve n'a attesté la libération de gamètes chez ces espèces. Aucun autre échinoderme n'a été observé en train de pondre pendant la durée de l'observation.

Plusieurs observations de pontes dans l'océan Indien ont fait l'objet de publications dans de précédents numéros du bulletin d'information de la CPS La bêche-de-mer ; elles sont récapitulées dans le tableau 1. La présente contribution est la première portant sur l'île Rodrigues et fait état de plusieurs holothuries en position de ponte dans un herbier dense. Pearse et al. (1988) ont décrit un phénomène de ponte synchronisée en Colombie-Britannique, impliquant plusieurs classes d'échinodermes, mais ce n'est pas ce dont il s'agit ici puisque seules des holothuries ont adopté la posture typique de reproduction. Ces observations sont importantes pour la distribution des géniteurs et le succès de la fécondation.



Figure 2. *Holothuria leucospilota* (à gauche) et *H. atra* (à droite) redressées dans un herbier (île Rodrigues).



Figure 3. Synaptides (à gauche) et *Bohadschia vitiensis* (à droite) à proximité des holothuries en train de pondre.

**Tableau 1.** Observations de pontes naturelles dans l'océan Indien, recensées dans les numéros 1 à 32 du bulletin d'information La bêche-de-mer de la CPS, et les présentes observations.

Espèces	Sites	Bibliographie	Date de l'observation	Numéro BDM	Observations	Notes
<i>Holothuria nobilis</i>	Maldives	Reichenbach (1995)	1994	BDM 7	Trois mâles ont émis leur sperme dans un bac après avoir été ramassés dans leur milieu naturel. Les individus ont été collectés en juin et octobre 1994.	
<i>Thelotrema ananas</i>	Maldives	Reichenbach (1995)	1994	BDM 7	Deux mâles et une femelle ont libéré leurs gamètes dans un bac après avoir été prélevés dans leur milieu naturel. Les mâles ont émis leurs gamètes avant la femelle.	
<i>Bohadschia vitiensis</i>	La Saline île de la Réunion	Durville (1996)	1995	BDM 8	Deux spécimens ont pondu en fin d'après-midi, à marée basse, en période de pleine lune.	
Indéterminé	Seychelles	Durville (1998)	1997	BDM 10	Des mâles isolés ont expulsé leurs gamètes en fin d'après-midi. Indéterminé.	Probablement <i>H. fuscocinerea</i> .
<i>Holothuria atra</i>	India	Mohan (1999)	1998	BDM 11	Six épisodes de ponte spontanée (mâles pour la plupart) observés dans un bac, de mars à octobre 1998.	
<i>Bohadschia marmorata</i>	Petit trou d'eau île de la Réunion	Rard (2004)	2004	BDM 20	Deux mâles ont émis leur sperme en fin d'après-midi à 1 m de profondeur.	Probablement <i>B. vitiensis</i> .
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	Île Vabbinfaru Atoll de Malé Nord Maldives	Muthiga (2005)	2005	BDM 27	Quelques individus, proches les uns des autres, ont pondu en fin d'après-midi.	
<i>Bohadschia vitiensis</i>	Trou d'eau île de la Réunion	Gaudron (2006)	2006	BDM 24	Sur les 20 sujets, deux ont libéré leurs gamètes, en fin d'après-midi, à la suite d'une tempête tropicale et d'une augmentation du ruissellement d'eau douce dans le récif frangeant.	
<i>Stichopus chloronotus</i>	Étang Salé île de la Réunion	Barrere et Bottin (2007)	2007	BDM 25	Plusieurs spécimens ont émis leurs gamètes simultanément sur une période de deux jours, en fin d'après-midi, deux jours après la pleine lune. La période de ponte a duré deux jours.	
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	Île Aride Seychelles	Engelhardt (2007)	2007	BDM 27	Deux individus redressés ont pondu en milieu d'après-midi.	
<i>Stichopus monotuberculatus</i>	Saint Leu île de la Réunion	Bollard (2008)	2008	BDM 30	L'espèce a pondu en milieu de journée (12h30) bien que communément admise comme nocturne.	
<i>Synapta maculata</i>	La Varanague Saint Leu île de la Réunion	Ribes (2009)	2009	BDM 30	Plusieurs spécimens ont expulsé leurs gamètes simultanément.	
<i>Bohadschia vitiensis</i>	N'Gouja Mayotte	Bigot (2009)	2009	BDM 30	Individus redressés sur un fond sablonneux parsemé de parcelles d'herbier.	
<i>Holothuria fuscocinerea</i>	Île Rodrigues Mauritius	Bédier et al.	2013	Ce numéro	Mâle isolé émettant son sperme en fin d'après-midi.	Des individus appartenant à d'autres espèces ( <i>Holothuria atra</i> , <i>H. leucoplota</i> ) ont adopté un comportement typique de ponte, mais aucune émission de gamète n'a été observée.



## Observation de juvéniles *Holothuria fuscogilva* sur les récifs frangeants de la Nouvelle-Irlande (Papouasie-Nouvelle-Guinée)

Jeff Kinch<sup>1\*</sup>, Yolarnie Amepou et John Aini

**Espèce :** *Holothuria fuscogilva*

**Note :** les juvéniles *Holothuria fuscogilva* ont été observés dans des herbiers sur le platier d'un récif frangeant situé sur la côte sud-ouest de la Nouvelle-Irlande (Papouasie-Nouvelle-Guinée). Ces herbiers y ont poussé contre nature, protégés par la présence d'une digue qui s'étend en angle droit de la côte à la bordure du récif frangeant et qui délimitait autrefois un bassin de stockage de grumes. La digue a interrompu l'écoulement naturel de l'eau le long de la côte, formant une petite baie, à l'abri des processus côtiers, où les sédiments s'amassent. Les juvéniles *H. fuscogilva* ont été dénichés dans la zone intertidale, recouverts d'une épaisse couche d'algues. D'après une récente étude, parue cette année, les densités de juvéniles *H. fuscogilva* à Belifu sont de 19 individus ha<sup>-1</sup>. *H. fuscogilva* semble se développer dans les herbiers peu profonds avant de migrer vers des eaux plus profondes lorsqu'elle atteint la maturité sexuelle.

**Date de l'observation :** 14 septembre 2012 (vers midi).

### Bibliographie

- Kaly U., Preston G., Opnai J. and Aini J. 2007. Sea cucumber survey, New Ireland Province. Kavieng: National Fisheries Authority and Coastal Fisheries Management and Development Project.
- Reichenbach N. 1999. Ecology and Fishery Biology of *Holothuria fuscogilva* in the Maldives, Indian Ocean (Echinodermata: Holothuroidea). Bulletin of Marine Science. 64:103–113.
- Uthicke S., O'Hara T. and Byrne M. 2004. Species composition and molecular phylogeny of the Indo-Pacific teatfish (Echinodermata: Holothuroidea) beche-de-mer fishery. Marine and Freshwater Research 55: 837–848.



Carte : avec l'aimable autorisation de Paul Anderson.  
Photographies : avec l'aimable autorisation de Cathy Hair.

<sup>1</sup> Directeur, Institut d'études halieutiques, Papouasie-Nouvelle-Guinée

\* Courriel : jkinch@fisheries.gov.pg



## Observation de juvéniles *Holothuria pardalis* sur la côte de Sikka, golfe de Kutch (Inde)

H.K. Kardani<sup>1\*</sup> et M.K. Gadhavi<sup>1</sup>

**Espèce :** *Holothuria pardalis*

**Note :** Nous avons étudié la zone intertidale de la côte de Sikka, à proximité de la jetée de GSFC (22° 27' 39,23" N ; 69° 48' 16,64" E), à marée basse, dans le cadre de notre projet de recherche sur les huîtres perlières. Les juvéniles *H. pardalis* se trouvaient sous du corail mort. Le substrat était sablonneux et rocailleux, couvert principalement de deux genres d'algues (*Sargassum* spp. et *Colurappa* spp).

**Date :** 1<sup>er</sup> janvier 2013.

**Heure :** 12h30.



Juvenile *Holothuria pardalis*.

<sup>1</sup> Station de recherche sur la pêche, Campus de Sikka, Université d'agriculture de Junagadh, Sikka 361140, Gujarat, Inde

\* Courriel : hiteshkardani@gmail.com

# Communications...

C. Conand, H. Eriksson, A. Lovatelli, N. Muthiga et S.W. Purcell

## Atelier sur les pêcheries d'holothuries : une approche écosystémique de la gestion dans l'océan Indien, Zanzibar, Tanzanie, du 12 au 16 novembre 2012

L'atelier a été organisé par l'Association des sciences de la mer de l'océan Indien occidental (WIOMSA) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) dans le cadre du programme Smartfish de l'Union européenne et de la FAO, mis en œuvre par la Commission de l'océan Indien. L'atelier a également reçu le soutien financier du Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) et du Sultanat d'Oman. Le rapport final sera publié par la FAO courant 2013. Pour obtenir une version papier, veuillez contacter Alessandro Lovatelli (alessandro.lovatelli@fao.org).

Les pêcheries d'holothuries de l'océan Indien se dégradent sensiblement sous le poids d'une exploitation irresponsable (Conand 2008). La situation est d'autant plus inquiétante que les holothuries sont une ressource économique importante pour les populations et les pays de la région. Le manque de gestion expliquerait, du moins en partie, cette dégradation (Eriksson et al. 2012a). Pour aider les responsables de la gestion des pêcheries d'holothuries du monde entier dans leurs décisions, la FAO contribue, par le biais de différents programmes, à l'amélioration des systèmes de gestion (Lovatelli et al. 2004 ; Toral-Granda et al. 2008 ; FAO 2010 ; Purcell 2010). La FAO soutient notamment un projet régional visant une meilleure compréhension des holothuries sous divers aspects. Le projet est soutenu par la WIOMSA, au titre du programme « Les sciences de la mer au service de la gestion » (MASMA) (Conand et Muthiga 2007).

Par ailleurs, l'ACIAR (Friedman et al. 2008) et la FAO (2010) ont récemment publié des guides pratiques sur la gestion des pêcheries d'holothuries. Le manuel de l'ACIAR fournit une « boîte à outils du gestionnaire » qui définit les indicateurs permettant d'évaluer l'état de la pêche. Le manuel de la FAO propose une « feuille de route » pour la prise de décision en matière de gestion. Ces guides ont certes été distribués en grand nombre dans les pays tropicaux, mais la pêche de l'holothurie reste si peu comprise que le besoin s'est fait ressentir de former les responsables de la filière à l'utilisation pratique de ces manuels, afin de les guider dans leurs décisions de gestion. Ainsi, une série d'ateliers a été proposée sous le titre Pêcheries d'holothuries : une approche écosystémique pour leur gestion (SCEAM) (Purcell et Lovatelli 2012a). Tenu aux Fidji en 2011, le premier atelier s'est focalisé sur les pêcheries d'holothuries en Océanie (Purcell et Lovatelli 2012b).



Figure 1. Participants de l'atelier SCEAM de l'océan Indien (image : Saad M.).

L'atelier SCEAM de l'océan Indien s'est tenu à Zanzibar en novembre 2012 (voir Eriksson et al. 2012b). Les candidats devaient répondre à deux conditions pour participer à l'atelier : occuper un poste de responsable ou de dirigeant et avoir une très bonne connaissance de la pêche dans leur pays (figure 1). Il était également important qu'ils soient en mesure de contribuer activement à l'atelier et, une fois ce dernier achevé, d'imprimer des changements dans la gestion afin de mettre en valeur leurs pêcheries. Quinze participants originaires de 14 pays différents ont pris part à cet atelier. Chacun d'eux avait auparavant établi une fiche d'informations résumant les aspects les plus importants de leur pêche. Ces fiches ont mis en lumière, entre autres, la variété des opérations de pêche ciblant les holothuries dans la région et la multiplicité des besoins et des capacités de gestion dans les pays de l'océan Indien.

Les objectifs de l'atelier étaient les suivants : 1) fournir un espace d'échanges sur les expériences de gestion de la pêche de l'holothurie et les enseignements tirés ; 2) favoriser l'apprentissage pour soutenir l'établissement de nouveaux plans de gestion (ou la modification de plans préexistants) ; et 3) recueillir des informations sur les pratiques et les contraintes de gestion actuelles auprès des acteurs de la filière dans l'océan Indien et les analyser. L'atelier s'est déroulé sur une semaine, divisée en huit séances réparties entre exposés théoriques présentés par les organisateurs, débats plénières, travaux pratiques en groupes et une journée sur le terrain.

Les organisateurs (C. Conand, H. Eriksson, A. Lovatelli, N. Muthiga et S.W. Purcell) ont ouvert l'atelier par une série d'exposés sur les recherches les plus récentes et l'approche écosystémique de la gestion des pêcheries d'holothuries, s'appuyant sur de récentes publications (Conand 2008 ; Conand et Muthiga 2007 ; Friedman et al. 2008 ; Purcell 2010 ; Eriksson et al. 2012a ; Purcell et al. 2013 ; Toral-Granda et al. 2008). Les participants ont ensuite assisté à des séances interactives visant à faciliter les discussions et exercices de groupe. Une fois le guide de l'ACIAR présenté, les participants ont travaillé en groupes sur les six indicateurs du manuel pour définir l'état de leur pêcherie. Après avoir déterminé cet état, et à l'aide de la « feuille de route » de la FAO, les participants, toujours en groupes, ont décidé des mesures de réglementation et des actions de gestion appropriées à leur pêcherie. Lors de ces exercices, l'accent a été mis sur l'importance de l'interprétation des manuels dans le contexte des opérations de pêche et du système institutionnel de chaque pays. Les manuels sont conçus non pas pour apporter une solution unique et définitive à tous les problèmes, mais pour aider les responsables à prendre des décisions. Lors de l'un des exercices, qui consistait à définir les objectifs de gestion, les participants ont déterminé comme but primordial : « maintenir/restaurer l'abondance des holothuries pour les générations futures ».

Une journée d'activités sur le terrain a été organisée en milieu de semaine pour que les participants acquièrent des connaissances pratiques sur les holothuries et les produits transformés à Zanzibar. D'abord, Conand a présenté les espèces d'intérêt commercial de la région de l'océan Indien ainsi qu'une pancarte illustrée des 36 espèces les plus cotées. Ensuite, les participants sont allés identifier des espèces dans une zone intertidale au sud-ouest du Zanzibar. Ils ont observé des individus *Holothuria scabra* (holothurie de sable), *H. atra* (lolly) et *H. leucospilota* (holothurie à filaments blancs), dans un habitat constitué à la fois d'herbiers et de vase. Puis, à l'occasion d'une activité palme, masque, tuba sur l'île de Kwale, le groupe a cherché des holothuries sur des fonds de corail vivant, de sable et d'herbiers. Le nombre d'holothuries rencontrées a été anormalement faible, preuve d'une surpêche excessive. Les espèces suivantes ont été observées sur ce site et classées dans un ordre décroissant selon leur densité : *Pearsonothuria graeffei*, *Thekenota ananas*, *Actinopyga echinites*, *H. atra*, *Bohadschia subrubra*, *Stichopus hermanni* et *H. edulis*.

Enfin, la journée s'est terminée par la visite d'une usine de traitement située au nord de Stone Town où les techniques classiques de transformation ont été expliquées. Les participants ont observé des prises encore vivantes, des produits bouillis et salés, des claies de fumage, des produits séchant au four et d'autres séchant au soleil sur le béton. Les espèces *Stichopus hermanni*, *Holothuria spinifera* et *H. lessoni* étaient prêtes pour leur première cuisson. Une grande variété de produits triés et classés par espèces séchait au soleil. La plupart avait une valeur commerciale moyenne à faible. Les espèces très prisées (*H. nobilis*, *H. fuscogilva* et *Holothuria* sp. pentard) et *Thekenota ananas* ne représentaient qu'une part infime de la grande quantité de produits au séchage et la plupart des individus étaient de petite taille, ce qui laisse à penser que les populations des espèces très cotées sont en diminution (figure 2). Un lot important de *Thekenota anax*, de grande taille, et un grand nombre de *Bohadschia* spp. (quelques *B. atra*, *B. vitiensis* et d'autres espèces) séchaient également sur le béton. Une part assez conséquente des produits au séchage était constituée de *Stichopus*, notamment de *S. hermanni* et d'une autre espèce dotée de papilles proéminentes et présentant un aspect spinescent une fois traitée — il pourrait s'agir de *S. naso* ou d'une espèce encore non identifiée. *Actinopyga* spp. étaient également présentes en relative abondance, particulièrement *A. echinites* et *A. mauritania*.



Figure 2. Mélange d'espèces de valeur faible ou moyenne séchant au soleil (image : Lovatelli A.).

Enfin, plusieurs espèces de petite taille, dont *H. atra*, étaient mélangées dans des lots mixtes. Les participants ont aussi vu plusieurs sacs contenant les produits séchés répartis par espèces, entreposés dans une grande salle de séchage et prêts à être expédiés.

Les séances et discussions plénières occupaient une place importante dans le programme de l'atelier. Elles ont donné aux participants l'occasion de débattre des obstacles et des problèmes de gestion précédemment définis. La dernière séance plénière a permis de déterminer les domaines de recherche prioritaires pour la gestion et les formations requises pour faciliter le contrôle et l'application des réglementations. Le déplacement des pêcheurs et les échanges au-delà des frontières régionales et sous-régionales



constituent, d'après les participants, un obstacle fréquent à la gestion nationale. En réponse à ce problème, ils ont proposé des structures de gouvernance favorisant une gestion régionale collégiale. Les manuels d'identification des animaux vivants (ciblant les organisations de gestion et les chercheurs ; voir Purcell et al. 2012, publié quelques semaines après l'atelier) et des produits séchés (principalement pour le contrôle aux douanes et l'application des réglementations) font partie des supports de formation réclamés. Le grand avantage de cet atelier a été de permettre à des dirigeants de la région de se rencontrer et d'échanger sur les défis communs que présente la gestion de la pêche en général et celle de l'holothurie en particulier. D'après les formulaires de satisfaction, tous les participants ont estimé cet atelier profitable. Il faut souligner que l'atelier a permis aux participants d'acquérir des compétences pratiques en utilisant les manuels et des publications antérieures, et en associant la science à la politique.

Nous tenons à remercier la WIOMSA et la FAO pour l'organisation de cet atelier, l'ACIAR et le Sultanat d'Oman pour leur soutien, et tous les participants pour leur participation active.

## Bibliographie

- Conand C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. p. 153–205. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers: A global review on fisheries and trade*. FAO Fisheries Technical Paper No. 516. Rome: FAO.
- Conand C. and Muthiga N. 2007. *Commercial sea cucumbers: A review for the Western Indian Ocean*. WIOMSA Book Series No. 5. 66 p.
- Eriksson H., de la Torre-Castro M. and Olsson P. 2012a. Mobility, Expansion and Management of a Multi-Species Scuba Diving Fishery in East Africa. *PLoS ONE* 7(4):e35504.
- Eriksson H., Conand C., Lovatelli A., Muthiga N. and Purcell S.W. 2012b. *WIOMSA Newsbrief* December 2012:4–5.
- FAO. 2010. *Putting into practice an ecosystem approach to managing sea cucumber fisheries*. Rome: FAO. 81 p.
- Friedman K., Purcell S., Bell J. and Hair C. 2008. *Sea cucumber fisheries: A manager's toolbox*. ACIAR Monograph No. 135. Canberra: ACIAR. 36 p.
- Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.F. and Mercier A. 2004. *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper No. 463. Rome: FAO. 24 p.
- Purcell S.W. 2010. *Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach*. In: Lovatelli A., Vasconcellos M. and Yimin Y. (eds). *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 520*. Rome: FAO. 157 p.
- Purcell S.W. et Lovatelli A. 2012a. *SCEAM : espace de dialogue sur le renforcement de l'approche écosystémique appliquée à la gestion de la pêche d'holothuries*. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 32:63–64.
- Purcell S.W. and Lovatelli A. 2012b. *Report on the FAO Workshop on Sea Cucumber Fisheries: An Ecosystem Approach to Management in the Pacific (SCEAM Pacific)*. Nadi, Fiji, 15–18 November 2011. *FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1003*. Rome: FAO. 43 p.
- Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. *Commercially important sea cucumbers of the world*. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6*. Rome: FAO. 150 p.
- Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Lovatelli A., Toral-Granda V. and Uthicke S. 2013. *Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing*. *Fish and Fisheries* 14(1):34–59.
- Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. 2008. *Sea cucumbers: A global review on fisheries and trade*. *FAO Fisheries Technical Paper No. 516*. Rome: FAO. 331 p.



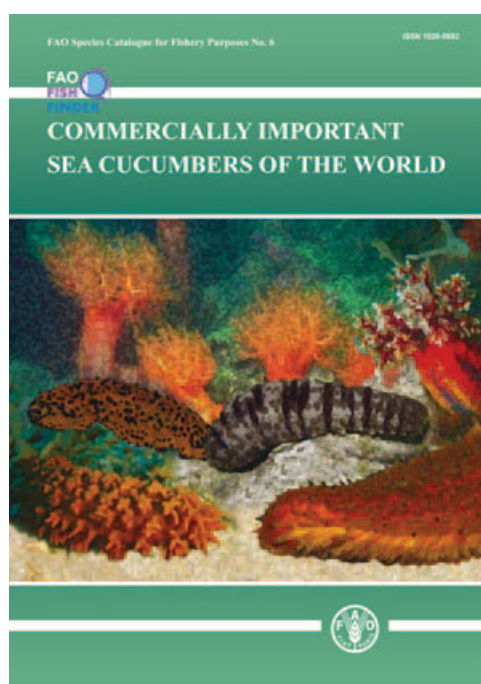
C. Conand et A. Lovatelli

## Guide universel d'identification des holothuries publié par la FAO

Les holothuries sont actuellement récoltées et commercialisées dans plus de 70 pays à travers le monde. Elles sont exploitées dans les pêcheries industrialisées, semi-industrialisées et artisanales des régions polaires, tempérées et tropicales. Dans certaines pêcheries, plus de 20 espèces sont ramassées à des fins commerciales. Les animaux traités sont exportés principalement vers les marchés asiatiques et c'est pourquoi il est nécessaire pour les agents des bureaux commerciaux et des douanes de savoir identifier les espèces. En réponse à ce besoin, la FAO a publié un guide universel d'identification des holothuries, lequel décrit également la biologie et les modes d'exploitation des différentes espèces.

Référence du guide : Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6. Rome: FAO. 150 p. + 30 colour plates.

Disponible à l'adresse suivante : <http://www.fao.org/docrep/017/i1918e/i1918e.pdf>



**Pour chacune des 58 espèces (37 Holothuriidae, 18 Stichopodidae et 3 Cucumariidae), le guide précise :**

- le nom scientifique et les différents noms usuels
- l'aspect général et les caractéristiques descriptives
- les éléments d'identification : description accompagnée d'un dessin, ossicules, aspect après traitement, poids et longueurs
- l'habitat et les périodes de reproduction
- les modes d'exploitation : pêche, réglementation, et modes de consommation
- les marchés vers lesquels l'espèce est exportée, les prix au débarquement et sur le marché asiatique
- la répartition géographique connue, illustrée sur une carte

Le guide a été élaboré pour aider les responsables des pêcheries, les scientifiques, les agents des bureaux commerciaux et les employés du secteur à identifier les espèces les plus exploitées et les plus commercialisées dans le monde. Le manuel fournit des éléments d'identification sur 58 espèces (37 Holothuriidae, 18 Stichopodidae et trois Cucumariidae). Cette édition n'inclut pas les nombreuses autres espèces dont l'exploitation se limite soit à un petit nombre de régions soit à des quantités relativement faibles.

L'introduction récapitule la morphologie et l'anatomie générale des holothuries, leurs ossicules (et comment les disséquer) et les techniques de traitement. Chaque fiche d'identification est composée de deux pages permettant au lecteur de différencier les espèces semblables, qu'elles se présentent sous leur forme vivante ou traitée (séchée). Les fiches contiennent également des informations telles que la désignation scientifique et les noms usuels connus, l'aspect général et les signes distinctifs, des illustrations du corps et des ossicules, la description des ossicules présents dans différentes parties du corps, des photographies en couleur des spécimens vivants et séchés, la taille, l'habitat, la biologie, les méthodes de pêche, les modes de consommation, la valeur commerciale et les modes de commercialisation, et une carte de la répartition géographique. À la fin du guide, le lecteur trouvera une bibliographie, un index et une série de 30 planches d'illustrations en couleurs de spécimens vivants et traités (si disponibles).

Pour identifier les espèces, le guide incite ses utilisateurs à s'appuyer à la fois sur les caractéristiques morphologiques, sur des échantillons d'ossicules provenant de différentes parties du corps et sur les informations concernant l'habitat et le lieu de récolte.

Pour obtenir une version imprimée du guide, veuillez contacter M. Alessandro Lovatelli ([Alessandro.Lovatelli@fao.org](mailto:Alessandro.Lovatelli@fao.org)) en précisant vos noms, poste (au sein de l'organisation qui vous emploie), institut, adresse postale complète et coordonnées (dont adresse électronique).

A.-R. Dabbagh, M. Keshavarz, H. Atashzaban et M.R. Sedaghat

## Problèmes d'élevage d'*Holothuria scabra* en Iran

Le présent article porte sur les problèmes rencontrés lors de la reproduction et de l'élevage d'*Holothuria scabra* en Iran. Les premiers essais de reproduction conduits dans les provinces d'Hormozgan et de Sistan-Balouchestan n'ont pas porté leurs fruits. Les essais de reproduction et d'élevage présentés ici ont débuté en 2010 à la station de recherche sur les mollusques du golfe persique, située à Bandar-e Lengeh dans la province d'Hormozgan dans le sud de l'Iran.

Au cours de l'année précédant l'expérience, nous avons recensé les holothuries d'Iran et évalué leur diversité. Nous avons identifié les stocks des espèces d'intérêt commercial, en particulier de l'holothurie de sable, très prisée et découverte sur l'île de Qeshm (Dabbagh et al. 2012a). N'ayant alors aucune connaissance sur la reproduction et l'élevage d'holothuries, nous avons décidé de commencer nos essais avec une espèce abondante et très facile à récolter, *Holothuria leucospilota*, que l'on rencontre dans quelques zones le long des côtes de Bandar-e Lengeh, par exemple à Bandar-e Bostaneh. Après avoir étudié les techniques nécessaires, nous avons collecté et étudié *Holothuria scabra*, espèce de grande valeur marchande.

Au début de l'été 2010, 20 géniteurs *Holothuria leucospilota* ont d'abord été transportés à la station de recherche sur les mollusques du golfe persique. Le jour suivant, les géniteurs ont été soumis à un choc thermique. Plusieurs d'entre eux ont libéré leurs gamètes, mais, par manque d'expérience, les œufs n'ont pas été prélevés correctement. Cependant, à la seconde tentative, nouvelles connaissances à l'appui, les œufs ont été stockés dans des bacs de 300 litres et élevés d'après les méthodes du manuel d'écloserie d'Agudo (2006). Après avoir observé les larves doliolaria, nous avons installé dans les bacs des plaques en fibre de verre comme supports de fixation. Toutefois, beaucoup d'organismes indésirables ont été trouvés dans les bacs d'élevage larvaire. Il est possible qu'une dose trop élevée d'extrait de *Sargassum* (algue brune), utilisé pour induire la fixation des larves, ou une mauvaise stérilisation de l'extrait d'algue en soient à l'origine. Seuls des juvéniles de 1 mm ont été observés (Dabbagh et al. 2011a).

L'année suivante (2011), des études plus poussées ont été menées, cette fois-ci avec *Holothuria scabra* (holothurie de sable), s'inspirant des expériences de plusieurs scientifiques, dont Mary Byrne, Beni Giraspy, Anne Mercier, Rayner Pitt et Steven Purcell. Au début de l'été, 20 géniteurs *Holothuria scabra* ont été transférés de l'île de Qeshm à la station de recherche. Quelques jours plus tard, malgré les tentatives d'induction de la ponte, aucun œuf n'a été obtenu. Différentes méthodes telles que le choc thermique, le jet d'eau sous pression et la mise à sec ont été essayées sans succès.

La tentative suivante s'est également soldée par un échec. Les géniteurs ont été stockés pendant un mois dans un bac qu'ils partageaient avec des huîtres perlières à lèvres noires et ils ont été nourris d'extraits de phytoplancton cultivé à la station. Le dernier essai a eu lieu à la fin de l'été et a été couronné de succès : pour la première fois en Iran, des œufs de *H. scabra* ont été prélevés.

Pour l'élevage des larves et des premiers juvéniles, nous avons suivi les méthodes décrites dans de récentes publications : Pitt et Duy (2004), James (2004), Ivy et Giraspy (2006). Les petits juvéniles ont été nourris seulement de compléments vendus dans le commerce tels que Algamac 3050, Algamac Protein Plus et de la poudre de spiruline (Dabbagh et al. 2011b). L'absence de vase à proximité de Bandar-e Lengeh a en effet posé problème et nous a contraints à n'utiliser que des compléments vendus dans le commerce. Les juvéniles nourris avec Algamac 3050 ont affiché une croissance plus faible et des taux de mortalité plus élevés. De plus, en raison de conditions environnementales peu favorables, les juvéniles ont dû être placés sous une lumière artificielle. Lorsqu'il a été possible d'utiliser la lumière naturelle et de la nourriture telle que de l'extrait de *Sargassum*, une meilleure croissance des juvéniles a été obtenue.

La croissance lente des juvéniles à Bandar-e Lengeh semble due à plusieurs problèmes fondamentaux : le taux de salinité du golfe persique (40 ‰ ou plus), le fort ensoleillement, des températures dépassant les 30 °C la majeure partie de l'année et seulement trois mois par an durant lesquels les températures descendent en dessous de 25 °C.

Les juvéniles ayant survécu ont été élevés dans ces conditions pendant une année et ont atteint 20 g (Dabbagh et al. 2012b) (figure 1). Nous avons étudié les conditions environnementales des autres régions du monde situées aux mêmes latitudes. Par exemple, à Madagascar, les températures sont semblables à celles du golfe persique, mais la salinité y est moindre (35 ‰). Le golfe persique est semi-fermé, ce qui explique son taux de salinité ; taux qui peut encore augmenter dans la zone en bordure externe du golfe. À Madagascar, le taux de croissance a été de 300 g en 10 à 12 mois (Eeckhaut et al. 2008). Le projet de reproduction et d'élevage d'*Holothuria scabra* s'est déroulé sans approbation officielle ni financements suffisants. Il nous a donc été difficile de surmonter les problèmes rencontrés, notamment de diminuer la salinité et de transférer de la vase depuis l'habitat naturel des holothuries sur l'île de Qeshm.

En 2012, un nouvel essai de reproduction et d'élevage d'*Holothuria scabra* a été lancé au centre de Bandar-e Moallem, une écloserie proche de Bandar-e Lengeh. À l'origine, ce centre a été fondé pour la reproduction de crevettes et de poissons marins très cotés tels que la brème bordelière ou le mérou. Nous avons décidé d'y produire l'holothurie de sable et avons pu obtenir qu'une partie des locaux du centre nous soit réservée. Les géniteurs *H. scabra* restants



Figure 1. Une nurserie de la station de recherche sur les mollusques du golfe persique.



Figure 2. Bassin en béton de 10 m<sup>3</sup> dans le centre de Bandar-e Moallem.

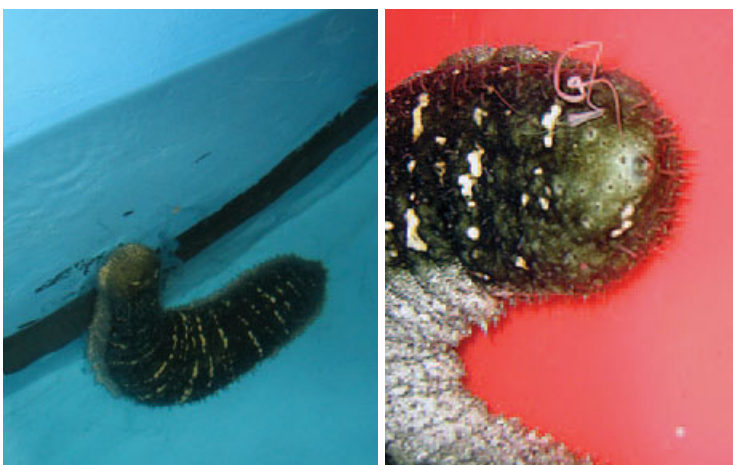


Figure 3. Mâle libérant ses gamètes spontanément après le renouvellement de l'eau.

ont été mis en charge dans des bassins en béton de 10 m<sup>3</sup>, à l'abri du soleil et dont le fond a été recouvert d'une couche de sable fin. Ils ont été nourris d'extrait de *Sargassum*. Au début de l'été, un premier lot de géniteurs a été transporté de l'île de Qeshm jusqu'au centre (figure 2). La température était alors de 28 °C et la salinité de 40 ‰. L'eau a été changée quotidiennement.

Après deux semaines de stockage (à une densité de deux individus au mètre carré), le premier mâle a émis ses gamètes spontanément à la suite du renouvellement de l'eau (figure 3). Des mâles ont ensuite libéré leur sperme à plusieurs reprises et ont été déplacés pour ne pas stimuler la ponte chez les femelles. Cependant, la ponte a eu lieu alors que les installations et les algues unicellulaires n'étaient pas encore préparées. Or, une fois ces dernières prêtes, aucune autre émission de gamètes n'a malheureusement pu être induite, même avec un nouveau lot de géniteurs. D'autres géniteurs ont été transférés au début de l'automne, mais aucun n'a pondu.

Un des problèmes rencontrés à Bandar-e Moallem a été l'éviscération de la plupart des géniteurs, et ce, durant toute la période de nos essais. Il se peut que les facteurs environnementaux (températures à plus de 30 °C et salinité de 40 ‰) en soient responsables. L'eau n'a pas été stérilisée par UV. Un expert nous a expliqué que l'éviscération est fréquente dans ces conditions.

Puisqu'il nous était impossible de réduire le taux de salinité, nous avons décidé de conserver les géniteurs à proximité de l'écloserie, dans de l'eau de mer dont la salinité est à 30 ‰ et dans laquelle se déverse de l'eau douce provenant d'une grotte. Cet essai s'est soldé par un nouvel échec, car les animaux n'ont pas été nourris et leurs déplacements s'en sont trouvés réduits. Après ce projet, nous avons choisi de laisser les géniteurs dans le bac de décantation de l'écloserie durant une longue période. Six mois plus tard, nous avons constaté une perte de poids.

En conclusion, la reproduction et l'élevage de *H. scabra* doivent se faire en milieu contrôlé (température de l'eau et salinité). Nous proposons l'installation d'une écloserie sur l'île de Qeshm en raison des stocks de géniteurs qui y sont facilement accessibles. L'aquaculture des juvéniles pourrait se faire dans des enclos marins installés par exemple dans la mangrove de Bandar-e Khamir, où le taux de salinité est plus faible qu'ailleurs.



**Bibliographie**

- Agudo N. 2006. Sandfish hatchery techniques. New Caledonia: ACIAR, SPC and the WorldFish Center. 45 p.
- Dabbagh A.R., Sedaghat M.R., Rameshi H. et Kamrani E. 2011a. Reproduction et élevage des larves de l'holothurie *Holothuria leucospilota* Brandt (*Holothuria vegabunda* Selenka) dans le nord du golfe persique (Iran). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 31:35–38.
- Dabbagh A.R., Sedaghat M.R., Rameshi H., Arganji G.R. and Keshavarz M. 2011b. The effect of different substrates on larvae settlement in the sea cucumber, *Holothuria scabra*, Jaeger 1833. World Journal of Fish and Marine Sciences 3(3):263–264.
- Dabbagh A.R., Keshavarz M, Mohamadikia D, Afkhami M and Nateghi S.A. 2012a. *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Aspidochirotida): First record of a highly valued sea cucumber, in the Persian Gulf, Iran. Marine Biodiversity Records 5, e69.
- Dabbagh A.R. et Sedaghat M.R. 2012b. Reproduction et élevage d'*Holothuria scabra* en Iran. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 32:49–52.
- Eeckhaut I., Lavitra T, Rasoforinina 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.
- Ivy G. et 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. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 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.
- Pitt R. and Duy N.D.Q. 2004. Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Viet Nam. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper 463:333–346.



M. González-Wangüemert, C. Conand, S. Uthicke, G. Borrero-Pérez, M. Aydin, K. Erzini et E. Serrao

### Holothuries : nouvelle ressource pour une pêche vorace (CUMFISH). Projet PTDC/MAR/119363/2010

Les holothuries sont surexploitées dans de nombreux pays des océans Indien et Pacifique en raison d'une demande toujours plus forte du marché, d'une exploitation non réglementée et / ou d'une gestion inadaptée des pêcheries. Les caractéristiques du cycle biologique des holothuries les rendent particulièrement vulnérables à la surpêche, car leur recrutement est faible ou peu fréquent, leur durée de vie longue et leur reproduction dépendante de la densité.

Cette situation a poussé à cibler d'autres espèces, notamment celles de la mer Méditerranée et du nord-est de l'océan Atlantique, où les pêcheries sont en cours de développement. Parmi les nouvelles espèces à forte valeur commerciale, on compte *Holothuria mammata* (Grube, 1840), *H. tubulosa* (Gmelin, 1970) et *H. polii* (Delle-Chaije, 1823) (figure 1). Dans ces régions, la pêche se heurte toutefois à trois grandes difficultés : la ressemblance morphologique entre plusieurs espèces d'holothuries vivant dans la même région ; une identification des espèces particulièrement difficile ; et le manque d'information sur les stratégies de vie, la dynamique des populations et leur évolution. Présente en mer Méditerranée, dans l'océan Atlantique, aux Antilles et dans le golfe du Mexique, *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) est une autre espèce cible principalement commercialisée pour la consommation humaine dans le nord-ouest de la Méditerranée (Catalogne) (figure 1). *H. arguinensis* (Koehler et Vaney, 1906) pourrait devenir une espèce cible de premier plan. Enfin, on rencontre *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867) dans les Caraïbes et un peu partout dans les Bermudes (figure 1).

Nous proposons donc le présent projet afin d'étudier les pêcheries d'holothuries naissantes dans plusieurs sites de la mer Méditerranée et de l'océan Atlantique (figure 2) et d'évaluer la structure génétique des holothuries ciblées ainsi que les effets de sélection de la pêche. Plus précisément, les objectifs sont les suivants : 1) clarifier la taxonomie des espèces cibles ; 2) dénombrer les prises des pêcheries en expansion ; 3) accroître les connaissances sur les caractéristiques biologiques de ces espèces ; 4) évaluer la diversité et le flux génétiques entre les populations de ces nouvelles espèces cibles ; 5) identifier les stocks potentiels ; 6) déterminer les effets de la sélection humaine (pêche) sur la structure génétique des holothuries ; et 7) proposer des mesures de gestion pour assurer la viabilité de ces pêcheries.

Afin de mettre sur pied ce projet et de remplir nos objectifs, nous nous appuyons sur des chercheurs hautement qualifiés et leurs travaux diversifiés concernant la systématique des holothuries, la génétique des populations, la phylogéographie et les pêcheries : Dr Gonçalves de l'équipe de recherche sur la pêche côtière du Centro do Ciências do Mar, CCMAR

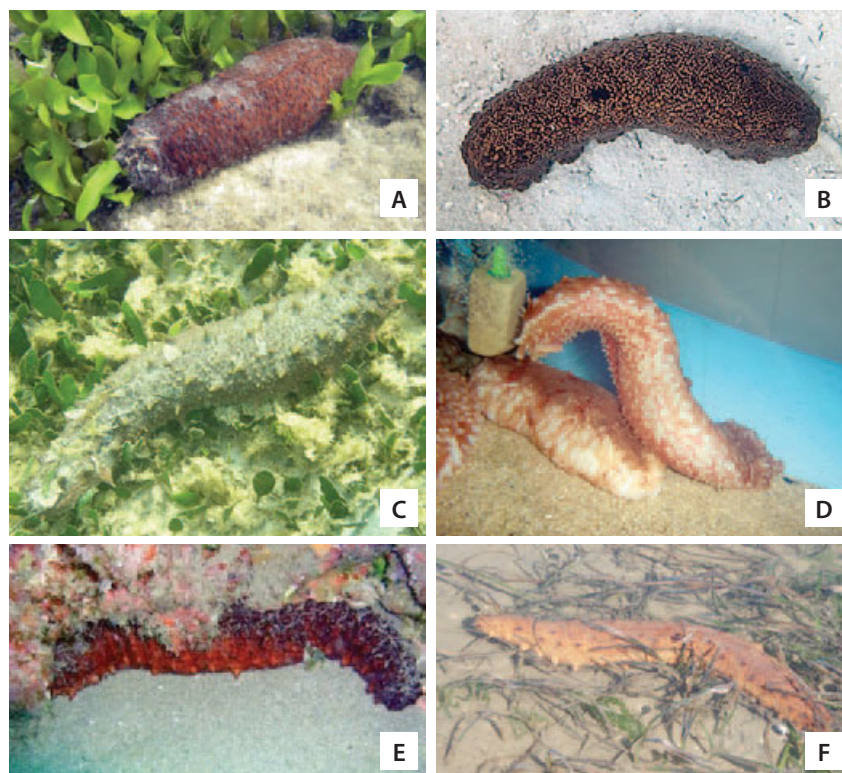
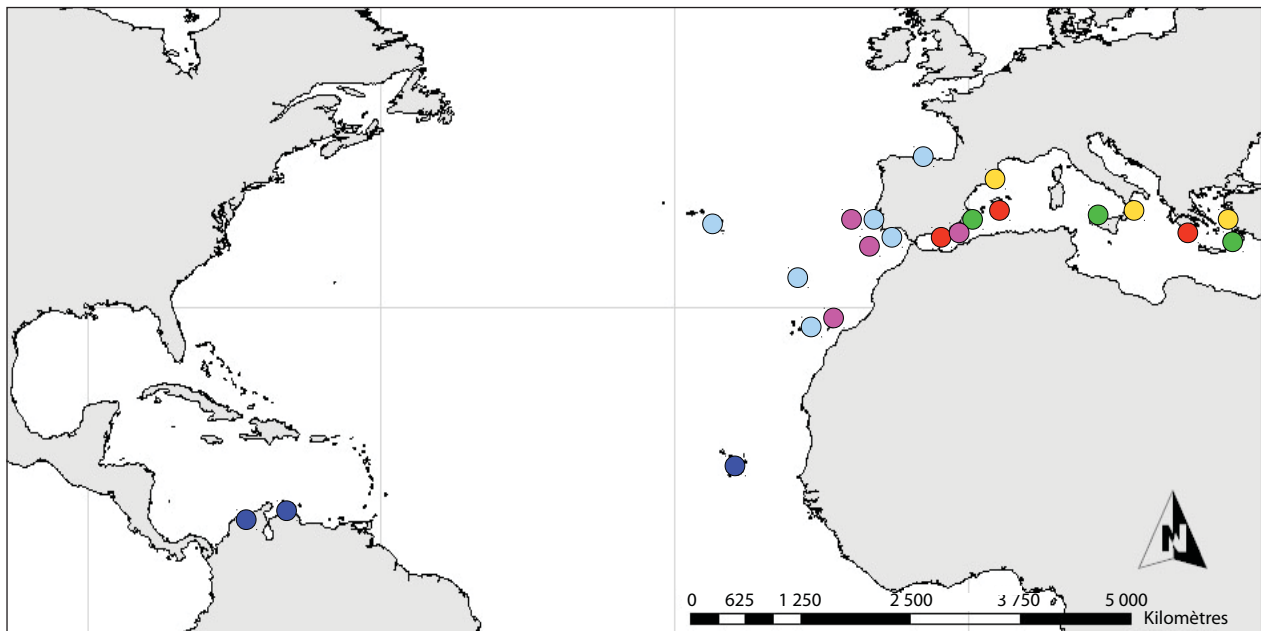


Figure 1. Espèces d'holothuries ciblées.

A : *Holothuria polii* ; B : *Isostichopus badionotus* ; C : *Holothuria tubulosa* ;  
D : *Parastichopus regalis* (image : Nuno Vasco) ; E : *Holothuria mammata* ; F : *Holothuria arguinensis*.

(Portugal) ; Dr Aydin de l'université Ordu (Turkey) ; Nuno Vasco de l'Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar de Peniche (Portugal) ; Dr Lleonart du Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC (Espagne) ; et Dr Ramón de l'Instituto Español de Oceanografía, IEO (Espagne).

Ce projet de trois ans a débuté l'année dernière (1<sup>er</sup> février 2012) avec le concours financier de la FTC (Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, Portugal). Ce projet est lié à deux subventions et plusieurs étudiants de master y collaborent. Pour plus d'informations, veuillez consulter notre site Internet (<http://www.cmar.ualg.pt/cumfish/>) et le groupe CUMFISH sur Facebook (<http://www.facebook.com/groups/408508309208037/>). Si ce projet vous intéresse, n'hésitez pas à nous contacter. Toute personne souhaitant collaborer à notre projet sera la bienvenue.



- *H. tubulosa, H. mammata, H. polii, P. regalis*
- *H. tubulosa, H. mammata, P. regalis* ; faible pression de pêche
- *I. badionatus*
- *H. mammata, P. regalis*
- *H. tubulosa, H. mammata, P. regalis* ; forte pression de pêche
- *H. arguinensis*

**Figure 2.** Sites d'échantillonnage (objectifs 1, 2, 3, 4 et 5 : point rouges, magenta et bleus ; objectif 6 : points verts pour les zones subissant une faible pression de pêche, et points oranges pour les zones subissant une forte pression).

# Résumés et nouvelles publications...

## **Pêcheries d'holothuries : analyse mondiale des stocks, des mesures de gestion et des moteurs de la surpêche**

*S.W. Purcell, A. Mercier, C. Conand, J.-F. Hamel, A. Lovatelli, V. Toral-Granda et S. Uthicke*

*Fish and Fisheries 14:34–59 (2013)*

Dans le monde entier, l'inefficacité avec laquelle sont gérées la plupart des pêcheries d'holothuries mène à l'épuisement des stocks et, potentiellement, à l'affaiblissement de la résilience des ressources. Nous analysons les tendances en matière de captures, d'état des pêcheries, de participation à l'activité de pêche et de mesures de réglementation, dans 77 pêcheries d'holothuries, au moyen de données tirées de rapports récents sur la pêche de l'holothurie et obtenues auprès de responsables du secteur. Le manque de connaissances fondamentales en biologie halieutique, même sur les espèces les plus communément ciblées, compromet l'efficacité attendue des stratégies de gestion. La plupart des pêcheries dans les régions tropicales sont artisanales, anciennes et caractérisées par une multiplicité des espèces (> 8), tandis que celles des régions tempérées sont souvent récentes, monospécifiques et industrialisées. D'après nos informations sur la participation à l'activité de pêche, quelque trois millions de pêcheurs dans le monde pêchent l'holothurie. Les taux de participation des pêcheurs ont un lien significatif avec la production annuelle moyenne. L'analyse PERMANOVA a montré que les pêcheries surexploitées et épuisées n'étaient pas réglementées de la même manière que les pêcheries en meilleur état, tandis qu'une gradation multidimensionnelle non métrique a mis en lumière que les pêcheries viables étaient régies par un large éventail de mesures de réglementation. D'après une analyse SIMPER et un arbre de régression, les différences se situent plus particulièrement au niveau des moyens d'application des réglementations, du nombre d'espèces récoltées, des navires autorisés dans la flottille de pêche, de la limitation des droits d'accès et des fermetures des zones de pêche par rotation. L'Indice de Développement Humain était nettement plus bas dans les pays dont les ressources d'holothuries sont surexploitées et épuisées. Lorsque cela est possible, les responsables nationaux de la filière devraient limiter le nombre de pêcheurs et la taille des navires et, pour les pêcheries plurispécifiques, établir de courtes listes des espèces commerciales autorisées. Nos résultats mettent en lumière le besoin impératif de renforcer les moyens de coercition des pays à faible revenu, où le risque d'appauvrissement de la biodiversité est extrêmement élevé. Il est nécessaire de concilier les solutions favorisant une plus grande résilience des stocks d'holothuries et celles visant à réduire la pauvreté et à diversifier les moyens de subsistance.

## **Les holothuries de grande valeur marchande dans le monde**

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

*FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6. Rome: Food and Agriculture Organization. 150 p. (2012)*

<http://www.fao.org/docrep/017/i1918e/i1918e00.htm>

Les holothuries sont exploitées et commercialisées dans plus de 70 pays du monde. Cet ouvrage fournit des informations permettant d'identifier 58 espèces couramment exploitées dans les pêcheries artisanales et industrielles à travers le monde. Il ne contient pas toutes les espèces exploitées. Il a été pensé pour les responsables de la filière, les scientifiques, les agents des bureaux commerciaux et les employés du secteur. Les informations clés qui y sont données permettent de différencier les espèces, qu'elles se présentent sous leur forme vivante ou traitée (séchée). Pour chaque espèce, l'ouvrage précise dans la mesure du possible : la nomenclature, dont les noms FAO, et les noms usuels recensés dans les différents pays et régions ; des illustrations du corps et des ossicules ; des descriptions des ossicules des différentes parties du corps ; des photographies en couleur des spécimens vivants et séchés ; des renseignements sur la taille, l'habitat, la biologie, les méthodes de pêche, les modes de consommation, la valeur marchande et les modes de commercialisation ; des cartes de la répartition géographique. L'ouvrage contient un index complet, une introduction, un glossaire et une bibliographie spécifique.

En cas de besoin, justifié, d'une version papier, veuillez vous adresser à M. Alessandro Lovatelli (Alessandro.Lovatelli@fao.org). Pensez à préciser vos noms, poste (et nom de l'organisation), institut, adresse postale complète et coordonnées (dont adresse électronique), ainsi que l'usage que vous souhaitez faire de l'ouvrage (par exemple, identification dans le cadre de recherches ou dans un but commercial).

## **Élevage d'holothuries, aquaculture et pacage en mer dans les tropiques : progrès, difficultés et perspectives**

*S.W. Purcell, C. Hair et D. Mills*

*Aquaculture 368:68–81 (2012)*

L'aquaculture marine des holothuries tropicales est un secteur qui semble prometteur d'un point de vue commercial et qui contribue déjà au repeuplement des populations naturelles. Nous proposons ici une synthèse des progrès, des obstacles actuels et des perspectives de recherche en matière d'holothuriculture dans les tropiques, que de récentes publications et un congrès indo-pacifique ont mis en évidence. Nous présentons de nouvelles comparaisons entre des données sur les écloséries, les bassins en terre et les enclos marins ; données que nous avons tirées d'études publiées et non publiées, menées dans différents pays. Parmi les quelques espèces tropicales cultivées, seule *Holothuria scabra*

(holothurie de sable) est largement exploitée. À présent que les risques liés aux holothuries produites en éclosion sont connus, davantage de recherches sur la génétique doivent être menées dans les projets d'élevage et de pacage en mer. Des progrès ont certes été accomplis en matière de production et d'élevage en nourricerie des juvéniles dans les tropiques, mais peu ont fait l'objet de publications. La croissance des larves d'holothuries de sable stimulée par une seule espèce de microalgue est à présent maîtrisée, mais il est impératif de mener au plus vite des études expérimentales pour optimiser les conditions d'élevage. Bien que les pathologies représentent un problème très mineur dans l'holothuriculture, le traitement des maladies et des parasites reste un domaine trop peu étudié. Les bassins en terre sont actuellement les plus efficaces pour produire des juvéniles *H. scabra* de taille suffisante pour l'ensemencement. Les taux de croissance et de survie des holothuries de sable dans les bassins (jusqu'à commercialisation), sont également favorables et pourraient être améliorés grâce à des recherches sur la densité de stockage, les régimes alimentaires et la gestion des bassins. Les enclos marins permettent de bien délimiter le stock ensemencé en milieu naturel tout en limitant la prédation, mais les coûts de matériel, de maintenance et de prévention du braconnage peuvent réduire la rentabilité. Le pacage en mer requiert un investissement minime en matériel, mais il nécessite une grande concession maritime, ainsi qu'un éventuel marquage des juvéniles avant que ces derniers ne soient libérés. Le prix au détail de l'holothurie de sable à Hong Kong augmente de façon exponentielle selon la taille de l'individu. Une analyse des coûts et des avantages a montré que, dans certains élevages en bassins, la culture d'une seule espèce est trop peu rentable en regard du coût de la main-d'œuvre et des charges, ce qui contraint les partisans de la monoculture à s'orienter vers l'élevage mixte ou à parier sur le pacage en mer et son taux de survie incertain. Il a été recommandé d'améliorer la gouvernance et la concertation au sujet de l'ensemencement des holothuries. En conclusion, si l'on veut que la mariculture des holothuries dans les tropiques se développe autant que dans les régions tempérées de l'Asie, il faudra mener des expériences bien conçues et des méta-analyses pour combler les lacunes importantes au niveau de nos connaissances. L'élevage mixte reste une perspective engageante malgré les résultats décevants des premières études. Les holothuries représentent un formidable potentiel de diversification pour le secteur de l'aquaculture marine dans les tropiques ; elles sont également un moyen éventuel de lutter contre les effets néfastes de la mariculture sur les écosystèmes côtiers.

### Principes et notions scientifiques de l'ensemencement des holothuries dans le milieu marin

S.W. Purcell

p. 92–103. In: Hair C.A., Pickering T.D. and Mills D.J. (eds). *Asia-Pacific tropical sea cucumber aquaculture. ACIAR Proceedings No. 136. Canberra: ACIAR. (2012)*  
<http://aciar.gov.au/publication/PR136>

Définir clairement les objectifs de l'ensemencement est la clé du succès. Les échelles, les méthodes, la gestion et le calendrier des interventions peuvent ensuite être adaptés aux objectifs initiaux. L'amélioration des stocks, le réensemencement et le pacage marin supposent l'application de stratégies différentes de stockage. Il faut limiter les risques génétiques qui pèsent sur les stocks en milieu naturel, en évitant la transplantation des juvéniles dans des zones différentes de celles où les géniteurs ont été collectés, à moins que l'homogénéité génétique du stock n'ait été prouvée sur une vaste aire de répartition. Il est facile de marquer des juvéniles d'élevage en les immergeant dans une solution de fluorochrome (de tétracycline ou de calcéine par exemple), ce qui permet de distinguer, sans équivoque et sur le long terme, les animaux produits en éclosion de leurs congénères naturels. L'utilisation d'enclos marins ouverts, outil expérimental, permet de mieux estimer le succès initial de l'ensemencement. La densité des juvéniles peut être évaluée dans des quadrats par fouille manuelle du sable et de la vase, tandis que celle des individus au stade sub-adulte ou adulte peut être évaluée par un comptage visuel à l'aide de transects stratifiés. Les partisans du stockage des holothuries en milieu naturel devraient être circonspects et réalistes quant aux résultats attendus ; généralement, entre 10 et 20 % (1 individu sur 5 et 1 individu sur 10) des juvéniles lâchés en milieu naturel survivent jusqu'à atteindre la taille commercialisable. La clé du succès réside dans la définition d'objectifs clairs, l'utilisation des techniques existantes et des attentes réalistes en matière de pacage en mer et de réensemencement des stocks d'holothuries.

### Des holothuries collectées par l'expédition Kermadec Biodiscovery 2011 (Echinodermata : Holothuroidea : Apodida et Dendrochirotida)

P.M. O'Loughlin et D. Vandenspiegel

*Zootaxa* 3515:60–66 (2012)

Trois espèces d'holothurides vivant dans des eaux peu profondes ont été recensées sur le littoral rocheux des îles Kermadec. La nouvelle espèce d'apodide *Chiridota kermadeca* sp. nov. a été décrite. Deux espèces de dendrochirotides ont été signalées ; elles avaient toutes deux été précédemment découvertes en Nouvelle-Zélande : *Plesiocolochirus ignavus* (Ludwig, 1875) et *Pseudocnus sentus* (O'Loughlin et Alcock, 2000).

### Les holothuries caudinides de Nouvelle-Zélande (Echinodermata : Holothuroidea : Molpadida : Caudinidae)

N. Davey et P.M. O'Loughlin

*Zootaxa* 3613(4):357–368 (2013)

Cinq espèces de la famille des Caudinidae peuplent les eaux néo-zélandaises. Deux nouvelles espèces ont été décrites : *Paracaudina alta* sp. nov. et *Paracaudina reductia* sp. nov. Deux espèces déjà recensées ont fait l'objet d'une discussion : *Paracaudina chilensis* (Müller) et *Paracaudina coriacea* (Hutton). Un lectotype a été établi pour *P. coriacea* (Hutton). *Hedingia albicans* var. *glabra* (Théel) n'est plus un synonyme de *Hedingia albicans* (Théel), mais a été déclarée espèce à part entière sous le nom de *Hedingia glabra* (Théel). Une clé d'identification est fournie pour les espèces de Caudinidae de Nouvelle-Zélande.



## Résumé de Thèse

### Analyse de certains éléments nutritionnels essentiels à *Holothuria scabra* (Echinodermata, Holothuroidea) : influence de la qualité du sédiment sur le développement des holothuries en aquaculture et importance des bactéries

Doctorant : Thomas Plotieau

Thèse de Doctorat Belgique : Université de Mons (2012)

Aujourd'hui, il est évident que les populations naturelles d'holothuries diminuent drastiquement à travers le monde en raison de la forte demande du marché asiatique. La disparition des holothuries engendre non seulement un problème écologique, ces organismes étant un des principaux bioturbateurs du sédiment de l'écosystème marin, mais aussi, un énorme problème social étant donné que le commerce des holothuries est la source de revenus de milliers d'hommes vivants dans des pays en voie de développement. Une des meilleures réponses à ce problème mondial est le développement d'holothuricultures impliquant les villageois des zones côtières dans le « farming » des individus en fin de cycle. A l'heure actuelle, *Holothuria scabra*, une espèce tropicale Indopacifique, est aquacultivée de manière semi-industrielle à Madagascar. Cette espèce est l'un des meilleurs candidats pour l'holothuriculture en milieu tropical étant donné sa large distribution, sa haute valeur commerciale et sa capacité à croître dans des enclos en mer gérés par les populations côtières. *H. scabra* se nourrit en ingérant les premiers millimètres de la couche de sédiment qui est composée d'une fraction minérale et d'une fraction organique. Cette dernière est, elle-même, composée de débris et de nombreux micro-organismes qui lui sont associés. Bien qu'*H. scabra* ait un grand intérêt écologique, économique et social, très peu d'informations sont disponibles sur sa nutrition. Ce travail s'intéresse à cela, et plus particulièrement, à l'influence de la qualité du sédiment sur le développement d'*H. scabra* et à l'importance de la fraction bactérienne.

La croissance d'*H. scabra* a été enregistrée durant quatre mois dans deux villages du sud-ouest de Madagascar pratiquant le grossissement de juvéniles. Les taux de croissance des holothuries des deux sites étaient en effet très contrastés : pour le premier, les individus avaient un taux de croissance de 1,4 g jour<sup>-1</sup> alors que, pour le second, celui-ci n'était que de 0,4 g jour<sup>-1</sup>. Les sédiments ont été caractérisés afin d'identifier quelles sont les différences de composition de la matière organique et de la matière minérale qui pourraient expliquer cette énorme différence de croissance. Le site où la meilleure croissance a été enregistrée présente un sédiment où la granulométrie est plus fine et la matière organique plus abondante. De plus, cette dernière comprend une proportion plus importante de micro-autotrophes. Dans les sédiments des deux sites, la concentration en protéines et le nombre de bactéries ne sont pas significativement différents. La composition minérale des sédiments des deux villages est très différente : le premier, celui permettant la croissance la plus rapide a une diversité plus importante avec une forte proportion de quartz. Le sédiment de l'autre village, celui au potentiel le plus faible, contient plus de 80 % de carbonates, principalement bioclastiques. Par conséquent, la croissance d'*H. scabra* est favorisée lorsque les individus vivent sur du sédiment ayant une forte teneur en matière organique riche en micro-autotrophes, une faible proportion de particules de taille supérieure à 1 mm et une forte proportion de particules de taille inférieure à 250 µm. L'apport terrigène de sédiments par ruissellement n'est pas un problème pour la croissance d'*H. scabra*.

Si le sédiment a un impact sur la croissance d'*H. scabra*, l'élevage intensif de cette espèce d'holothuries a lui aussi un impact sur le sédiment. Différents éléments de la couche superficielle du sédiment, servant d'aliment à *H. scabra*, ont été analysés à l'intérieur et à l'extérieur des enclos d'élevage de deux autres sites d'élevage du sud-ouest de Madagascar. Les analyses montrent que (i) la proportion de la fraction granulométrique la plus fine (inférieure à 250 µm) diminue de 5 à 14 %, (ii) la proportion de carbonates diminue de 5 %, (iii) l'aragonite est le type carbonate qui est le plus affecté par les holothuries, puis, la calcite et la calcite magnésienne, (iv) le taux de matière organique n'est pas affecté par les holothuries, (v) le nombre de bactéries diminue jusqu'à 50 % et (vi) la concentration des micro-autotrophes diminue jusqu'à 22 %.

Les expériences d'élevage de juvéniles d'*H. scabra* en présence de différents composants de la matière organique marqués au 15N montrent que les juvéniles assimilent des bactéries gram- du genre *Vibrio* et gram+ du genre *Clostridium*. L'ajout de sulfate d'ammonium, une des sources d'azote privilégiées des micro-autotrophes, marqué au 15N, et d'antibiotiques, montre que les juvéniles d'*H. scabra* assimilent des micro-autotrophes. L'alanine marquée au 15N, dissoute dans l'eau, est assimilée par les holothuries, de plus, les bactéries pourraient être une voie indirecte de l'assimilation de ce composé par les holothuries. *H. scabra* assimile des phyto-détritus tels que des débris de phanérogames bien que ceux-ci servent probablement plus de support pour le développement de micro-organismes vivants. Par ailleurs, la croissance des juvéniles élevés en présence de débris de phanérogames n'est pas supérieure à celle des juvéniles contrôles. La croissance des juvéniles est significativement supérieure à celle des « juvéniles contrôles » lorsqu'un ajout hebdomadaire de 15N-alanine avec ou sans antibiotiques, de 15N-sulfate d'ammonium ou de bactéries du genre *Vibrio* marquées avec du 15N-alanine est réalisé. Parmi les composés testés, seules les bactéries du genre *Clostridium* sont néfastes au développement des juvéniles.

Cent seize phylotypes bactériens appartenant aux groupes des g-protéobactéries (62 %), a-protéobactéries (23 %), Bacteroidetes (6 %), actinobactéries (2,75 %), Fusobacteria (1,75 %), Firmicutes (1,75 %), cyanobactéries (1,75 %) et d-protéobactéries (1 %) ont été mis en évidence dans le tube digestif d'*H. scabra*. Le nombre de bactéries augmente (1,5 x) significativement dans la partie antérieure du tube digestif d'*H. scabra* par rapport au sédiment dont elle se nourrit. Ensuite, ce nombre diminue significativement dans le segment digestif et reste stable jusque dans les fèces. Certaines

espèces de g-protéobactéries, parmi lesquelles se trouvent les bactéries du genre *Vibrio*, sont moins sensibles à la digestion que des autres groupes. De plus, le premier segment du tube digestif pourrait servir de réservoir où certaines espèces de bactéries comme celles du genre *Vibrio* peuvent proliférer. La saison influence la diversité bactérienne du tube digestif d'*H. scabra* : en effet, lors de la saison sèche, le groupe des g-protéobactéries est le plus abondant alors que, lors de la saison des pluies, c'est le groupe des a-protéobactéries. Le genre *Vibrio* est le plus représenté avec certains agents pathogènes opportunistes bien connus comme *V. harveyi*, *V. alginolyticus* et *V. proteolyticus* qui sont très fréquents dans l'intestin d'*H. scabra*.

Dans son milieu naturel, des zones à herbiers de phanérogames, *H. scabra* sélectionne une zone de sédiment pour sa granulométrie et sa teneur en matière organique. Une fois sur cette zone, elle assimile des composés provenant de phanérogames, de bactéries, de micro- autotrophes tels que des diatomées et des éléments dissous dans l'eau. Lorsque le sédiment parcourt son tube digestif, sa fraction carbonatée, principalement l'aragonite, subit une dissolution. Par conséquent, *H. scabra* permet de rendre disponibles des carbonates bioclastiques et non bioclastiques pour d'autres organismes de l'écosystème récifal. En élevage, cette perte d'éléments sous l'action des holothuries devrait être compensée en ajoutant un aliment comportant les différents composés assimilés par *H. scabra* mis en évidence dans ce travail.

## Présentations de la 14<sup>e</sup> Conférence internationale sur les échinodermes (Bruxelles, août 2012)

### Communications orales

Reexamination of the genus *Lissothuria* (Verrill, 1867) (Echinodermata: Holothuroidea)

Arriaga-Ochoa J.A., Solís-Marín F.A. and Laguarda-Figueras A.

Feeding preferences of the Arlequin crab, *Lissocarcinus orbicularis* (Dana, 1852), an obligate symbiont of holothurians

Caulier G., Van Nederveelde F., Lepoint G. and Eeckhaut I.

Echinoderm diversity, biogeography and abundance along the shores of the Sultanate of Oman

Claereboudt M.R. and Al-Rashdi K.M.

The Echinoderm fauna of Europa Island (French Eparses Islands) in the Mozambique channel (South Western Indian Ocean)

Conand C., Stöhr S., Eléaume M., Magalon H. and Chabanet P.

Characterisation of the adhesive proteins from the Cuvierian tubules of *Holothuria forskali*

Demeuldre M., Wattiez R., Hennebert E., Becker P. and Flammang P.

Growth rate in *Parastichopus californicus* contained off Vancouver Island, Canada: An important wild and potential aquaculture species

Duprey N.M.T., Hannah L., Hand C.M. and Pearce C.M.

Reproductive biology and nocturnal behaviour of *Holothuria sanctori* (Delle Chiaje, 1823) in Canary Islands (eastern Atlantic Ocean)

Navarro P.G., García-Sanz S. and Tuya F.

Genetic structure and demographic history of Atlanto-Mediterranean sea cucumbers: Congruent and contrasting patterns in some *Holothuria* species

Borrero-Pérez G.H. and González-Wangüemert M.

Molecular systematics of the Holothuriidae (Echinodermata: Holothuroidea)

Michoneau F. and Paulay G.

Organ regeneration by the uptake of dissolved organic material in the holothurian *Parastichopus californicus*

Nestler J., Brothers C.J. and Lee R.

Some quantitative data for the holothuroids of the antarctic benthos (Echinodermata, Holothuroidea)

Mark O'Loughlin, Niki Davey, Ty Hibberd, Susanne Lockhart and Melanie Mackenzie

Utilization of maternal reserves during embryonic and early larval development of the New Zealand sea cucumber *Australostichopus mollis*

Peters-Didier J. and Sewell M.A.

Giant Mesozoic Holothurian Larvae?

Reich M. and Stegemann T.R.

Nutritional profile and antioxidant properties of the sea cucumber *Holothuria arguinensis*

Roggatz C.C., Custódio L., González-Wangüemert M., Barreira L., Pereira H. and Varela J.

Sea cucumber in recirculating systems and integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in Tanzania, South Africa and the United Kingdom

Slater M.J., Beltran-Gutierrez M., Robinson G., MacDonald C.L., Ferse S.C.A., Kunzmann A., Jones C.L.W., Eeckhaut I. and Stead S.M.

## Biodiversity and biogeography of the southern African holothuroid echinoderms

Thandar A.S.

Comparison of methods for estimating abundance of a depleted population of sea cucumber (*Isostichopus fuscus*)

Ulate K., Huato-Soberanis L. and Sanchez-Ortiz C.A.

Advances in the understanding of the feeding biology of the Australasian sea cucumber, *Australostichopus mollis* (Echinodermata: Holothuroidea), and its aquaculture implications

Zamora L., Jeffs A. and Slater M.

## Posters

Has the cucumber changed its spots? Cryptic *Bohadschia* species in the Malaysian Beche-de-mer fishery

Byrne M., Conand C., Choo P.S., Rowe F.W.E. and Uthicke S.

Preservation of bioactive saponins through the preparation of *trepang*

Caulier G., Flammang P., Gerbaux P. and Eeckhaut I.

## Biodiversity of echinoderms on the underwater lava flows with different ages from the volcano Piton de La Fournaise (Reunion Island, Indian Ocean)

Bollard S., Quod J.P., Boissin E., Eleaume M. and Conand C.

## Antarctic holothuroids from the Ross Sea and adjacent Islands and seamounts, with descriptions of new species based on morphological and molecular phylogeny

Davey N., O'Loughlin M. and Van den Spiegel D.

## Protecting a wild fishery while introducing aquaculture: Adding aquaculture activities into British Columbia's healthy sea cucumber population

Duprey N.M.T., Hand C.M. and Pearce C.M.

Development of a promising polyculture farming involving the sea cucumber *Holothuria scabra* and the red algae *Kappaphycus alvarezii* in the South West of Madagascar

Tsiresy G., Eeckhaut I., Lavitra T., Razanakoto I., Dubois P., Lepoint G. and Pascal B.

## Sea cucumbers: The new resource for a hungry fishery (CUMFISH project)

González-Wangüemert M., Conand C., Uthicke S., Borrero-Pérez G., Erzini K., Aydin M. and Serrao E.

## Holothuroids collected by Kakichi Mitsukuri and Hiroshi Ohshima deposited in the University Museum, the University of Tokyo

Inoue J., Ueshima R. and Fujita T.

Asexual reproduction of the holothurian *Cladolabes schmeltzii* (Holothuroidea, Echinodermata)

Kamenev Ya.O. and Dolmatov I.Yu.

## The littoral sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea) fauna of Guam re-assessed – A diversity curve that still does not asymptote

Borrero-Perez G.H., Honey M., Kamarudin K.R., Kerr A. M., Kim S., Menez A., Michonneau F., Miller A., Ochoa J.A., Olavides R.D., Paulay G., Samyn Y., Setyastuti A., Solis-Marin F., Starmer J. and VandenSpiegel D.

## Biodiversity of Antarctic holothuroids (South Shetland Islands, BOUVET Island and WEDDELL Sea)

Moles J., Ballesteros M. and Avila C.

Development of gonad-stimulating substance-like peptide system during larval development in the sea cucumber, *Apostichopus japonicus*

Ahmed H.O., Katow T. and Katow H.

The enigmatic sea cucumber *Holothuria (Stichothuria) coronopertusa* Cherbonnier, 1980 (Echinodermata: Holothuroidea) re-examined

Samyn Y., Michonneau F., Starmer J., Uyeno D., Naruse T., Kerr A. and Paulay G.

Analysis of the impact of *Holothuria scabra* intensive farming on sediment

Plotieau T., Baele J.-M., Eeckhaut I.

## Nutritional value and fatty acid profile of five sea cucumber species from the Mediterranean Sea and Northeast Atlantic Ocean

Roggatz C.C., Custódio L., González-Wangüemert M., Barreira L., Pereira H. and Varela J.

## The whereabouts of Carl Semper's sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea) types

Samyn Y., Massin Cl. and Smirnov A.

Total evidence phylogeny of the subgenus *Selenkothuria* supports Deichmann's theory of evolution of ossicles

Honey-Escandón M., Solís-Marín F.A. and Laguarda-Figueras A.

Echinoderm Research and Diversity in Latin America

*Alvarado J.J. and Solis-Marin F.A.*

Population density of the black sea cucumber following an exceptional rainfall event in the inner Gulf of Thailand

*Sutthacheep M., Klingthong W., Samsuvan W., Pantharwee W. and Yeemin T.*

Parasitic protozoan oocysts in the ovaries of sea cucumber *Apostichopus japonicas*

*Unuma T., Yamano K., Tsuda N., Sawaguchi S., Kamaishi T. and Sakai Y.*

Sublittoral and Bathyal sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) from the Northern Mozambique Channel with description of five new species

*Samyn Y. and VandenSpiegel D.*

A pilot study on optimal anaesthetic agents for studying the external morphological features of sea cucumber

*Yamana Y., Hamano T. and Yamamoto K.*

---

© Copyright Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, 2013

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

Texte original : anglais et français

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Section information halieutique

B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie

Téléphone : +687 262000 ; Télécopieur : +687 263818 ; Courriel : [cfpinfo@spc.int](mailto:cfpinfo@spc.int)

Site Internet : <http://www.spc.int/coastfish/Indexf/index.html>