

## Observations *in situ* d'holothuries dans le nord de l'atoll de Baa (Îles Maldives)

Frédéric Ducarme<sup>1,\*</sup>

### Résumé

Ce rapport décrit les résultats d'une étude sur les holothuries, réalisée en 2014 sur les récifs coralliens des îles situées au nord de l'atoll de Baa pendant une période de deux mois. Le principal constat réside dans la rareté des holothuries — et des échinodermes en général — dans cet atoll, de même qu'une faible diversité, les populations étant essentiellement constituées de l'Holothuriidae *Pearsonothuria graeffei*, suivie de plusieurs Stichopodidae. Cette étude porte le nombre d'espèces d'holothuries repérées aux Maldives à environ 25, en fonction de la détermination d'observations ambiguës, et à 18 espèces pour le seul atoll de Baa.

### Introduction

La République des Maldives est connue des spécialistes des holothuries en raison de l'essor récent, mais néanmoins spectaculaire, de la pêche de l'holothurie. Bien que la filière n'ait vu le jour que vers 1985, on a constaté une surexploitation massive dès 1990 (Joseph 1992), qui s'est traduite par un effondrement des populations de la plupart des espèces à forte valeur marchande (James et Manikfan 1994), d'où une contraction des exportations dans un contexte caractérisé par une réglementation insuffisante (FAO 2013). Pendant des années on a manqué d'informations sur la diversité et l'abondance des holothuries dans le pays, mais quelques études récentes ont contribué à faire en partie la lumière sur la situation (Muthiga 2008).

Cette partie de l'atoll de Baa, réserve de biosphère de l'UNESCO, est très isolée et a été peu étudiée au plan biologique (Jimenez et al. 2012). Elle était exclue du champ d'investigation de la principale étude scientifique sur les invertébrés marins de cet atoll (Andréfouët 2012). Par comparaison avec les études générales sur les Maldives et l'atoll de Baa, elle se singularise pourtant par ses caractéristiques propres, notamment ses populations d'échinodermes.

La présente étude décrit les résultats d'un inventaire des holothuries, réalisé sur une période de deux mois en 2014, sur les récifs coralliens des îles du nord de l'atoll de Baa. Le seul récif situé dans une zone habitée est celui de l'île de Landaa Giraavaru où un hôtel de villégiature a été construit en 2006. Trois études analogues ont été entreprises à titre de contrôle sur trois sites distincts de l'atoll de Malé où les observations ont corroboré les résultats de Muthiga (2008), ce qui indique que la disparité des résultats obtenus lors d'études antérieures ne peut être imputée à un biais méthodologique.

### Matériel et méthodes

L'étude de la répartition et de l'abondance des holothuries a été menée de juillet à septembre 2014 sur 13 sites au large de neuf îles, toutes situées au nord-est de l'atoll de Baa (figure 1). Les habitats ont été décrits selon une hiérarchie de la couverture corallienne (de 0, absence de couverture corallienne, à 5, couverture > 90 %, comme dans les travaux de Jimenez et al. 2012), qui a également été appliquée aux coraux endommagés et au sable. Une échelle analogue a aussi été utilisée pour la rugosité (de 1, surface plane, à 5, architecture tridimensionnelle extrêmement rugueuse, comme dans Jimenez et al. 2012), la richesse de l'habitat (1 pour les habitats homogènes à 5 pour les habitats fortement hétérogènes) et l'hydrodynamisme (de 1 pour les eaux calmes à 5 pour les courants de moyenne intensité, à savoir le maximum dans cette zone plutôt calme).

Sur chacun des sites, des prospections de 45 minutes ont été effectuées le long d'un transect parallèle à la crête récifale, en plongée autonome ou avec un masque et un tuba selon les profondeurs. Sur certains sites, les observations ont été répétées à plusieurs reprises, à différentes heures du jour et de la nuit, pour éviter les biais d'échantillonnage. Au total, 45 opérations ont été réalisées, dont neuf la nuit et 11 en plongée à des profondeurs supérieures à 10 mètres. Toutes les observations consistaient à examiner le benthos, à explorer les roches et anfractuosités du récif, et à identifier et répertorier toutes les holothuries repérées. Aux fins de confirmation des identifications, chaque nouvelle espèce rencontrée a été photographiée (figure 2). L'occurrence correspond au pourcentage de sites où chaque espèce a été répertoriée (un site représentant 7,5 %).

Cette zone est surtout composée de minuscules îlots dépourvus de lagon et ceinturés par d'étroits platiers réci-

<sup>1</sup> Centre d'écologie et des sciences de la conservation, UMR 7204, Muséum national d'histoire naturelle (Paris)

\* Auteur à contacter : frederic.ducarme@ens-lyon.fr

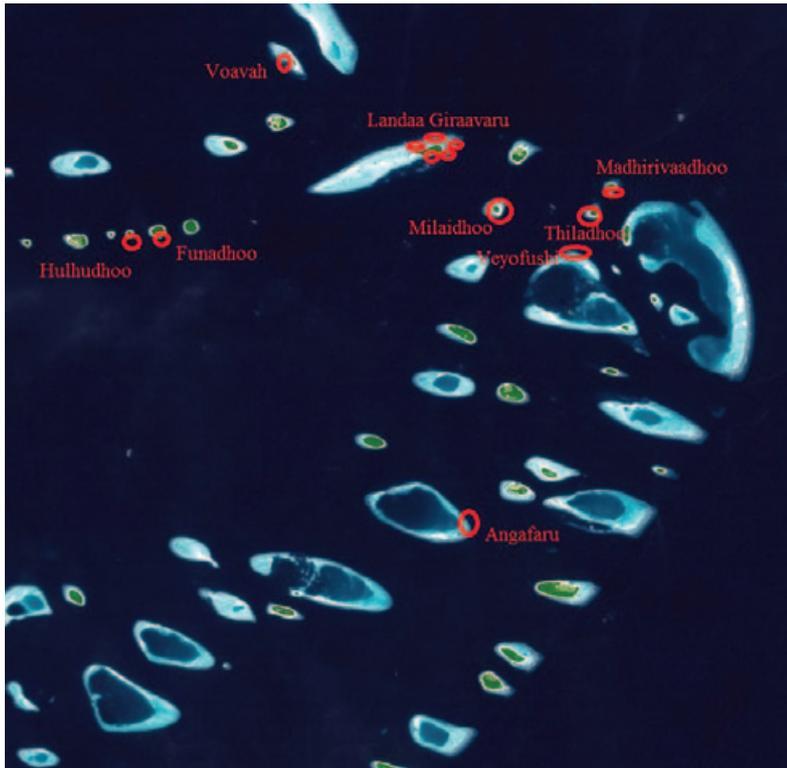


Figure 1. Emplacements des stations d'échantillonnage (nord-est de l'atoll de Baa), et situation de l'atoll dans l'archipel des Maldives.

faux bornés par d'abruptes pentes récifales qui plongent directement à une profondeur d'une trentaine de mètres (Kench 2012). En dépit de l'action modérée des vagues dans cette partie de l'atoll, le courant peut être régulier, ce qui est propice au développement de vastes populations d'organismes sessiles filtreurs tels que les crinoïdes (Kench 2012).

## Résultats

### Description des sites d'étude

Les caractéristiques des sites, notamment les principaux éléments écologiques composant le substrat présents dans le couvert benthique, font l'objet du tableau 1. Le substrat benthique est surtout constitué de corail vivant (plus de 50 % et souvent jusqu'à 80 %), suivi de corail mort plus ou moins recouvert d'algues filamenteuses et de sable dans certains sites. Aucun herbier ou mangrove n'a été observé, et les algues charnues étaient également très rares. La rugosité, la richesse de l'habitat et l'hydrodynamisme étaient fortement hétérogènes, d'où une grande diversité de niches écologiques.

### Abondance et diversité des holothuries aspidochirotés

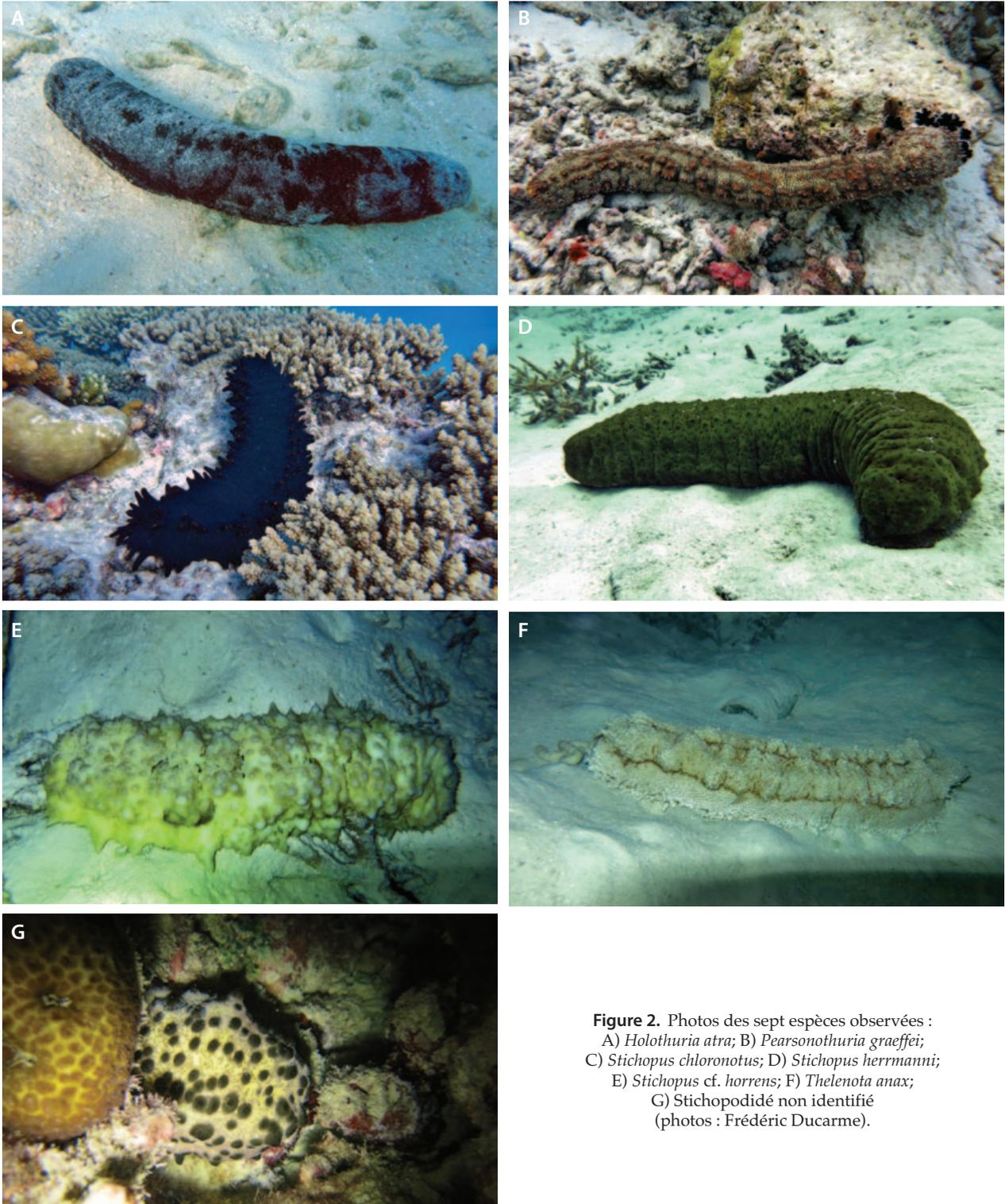
Sept espèces d'holothuries aspidochirotés ont été observées durant l'étude (tableau 2), dont une probablement non identifiée et une autre que ne signalait aucune des études antérieures (*Stichopus* cf. *horrens*). Sept autres espèces ont été mentionnées par des collègues et des villageois (d'après des photos ou des spécimens), mais

n'ont pas été observées pendant les prospections. Elles sont reportées au tableau 3 avec la mention « signalée ». Aucune des espèces observées durant cette étude n'a de réelle valeur marchande, et, d'après la littérature, trois seulement sont exploitées commercialement aux Maldives, à savoir *S. chloronotus*, *H. atra* et *T. anax* (Joseph 1992), bien que toutes soient considérées comestibles et exploitées dans certaines régions (Purcell et al. 2012). Sur les sept espèces repérées, cinq sont des stichopodidés et deux des holothuridés. Au total, 308 holothuries ont été observées sur l'ensemble des sites, pour une durée totale de 33 heures de prospection. La densité globale était de 6,8 individus pour 45 minutes de recherche. La plus forte densité a été constatée à Thiladhoo, avec une moyenne de 14,25 individus par mission d'observation.

La densité des observations était très variable et s'échelonnait de 0 à 20 individus par prospection de 45 minutes. *Pearsonothuria graeffei* était de loin l'espèce la plus abondante, avec 291 observations sur 308 (= 94,5 %), et a été repérée sur l'ensemble des sites sauf un qui était dépourvu de

corail vivant. Venait ensuite *Stichopus chloronotus* (2,3 % des observations, présente sur trois sites, soit 23 %). Des individus plus nombreux ont été observés sur les substrats de corail vivant (particulièrement l'espèce la plus abondante), mais les fonds meubles abritaient une plus grande diversité spécifique. Les sites caractérisés par une forte couverture de corail vivant (et un relief important) comptaient de vastes populations de *P. graeffei*, tandis que *S. chloronotus* a été observée sur des sites plus simples, présentant un paysage corallien moins complexe et davantage d'algues filamenteuses. *H. atra* n'a été repérée qu'une seule fois, sur un platier récifal sablonneux présentant une abondance de matériaux détritiques (d'origine corallienne, mais aussi anthropique). Des stichopodidés de grande taille, tels que *T. anax*, *S. herrmanni* et *S. cf. horrens*, ont été observés sur les larges zones sablonneuses des récifs ouverts, mais jamais sur les platiers détritiques sablonneux. La quasi-totalité des observations ont été faites en plongée avec masque et tuba à des profondeurs oscillant entre 1-7 m, et les plongées plus profondes ont été caractérisées par une diminution rapide des observations sans qu'aucune espèce supplémentaire ne soit découverte. Dans l'ensemble, les observations nocturnes révélaient une moindre abondance, mais une diversité accrue du fait que certaines espèces, notamment les gros stichopodidés, s'observent mieux la nuit.

Une espèce inconnue (figure 2G) a été observée à trois reprises sur le même site, dans le sud de Landaa Giraavaru, avec au moins deux spécimens différents. L'un d'eux a été prélevé et il est en cours d'examen au Musée national d'histoire naturelle : c'est un stichopodidé robuste



**Figure 2.** Photos des sept espèces observées :  
 A) *Holothuria atra*; B) *Pearsonothuria graeffei*;  
 C) *Stichopus chloronotus*; D) *Stichopus hermanni*;  
 E) *Stichopus cf. horrens*; F) *Thelenota anax*;  
 G) Stichopodidé non identifié  
 (photos : Frédéric Ducarme).

de grande taille (20–30 cm), présentant de grosses taches foncées sur une peau vert pâle.

**Diversité globale des échinodermes sur les sites étudiés**

Les populations d'échinodermes étaient particulièrement rares sur les sites étudiés par comparaison avec les données recueillies dans d'autres atolls des Maldives (observations de terrain et Muthiga [2008]). Les astéroïdes constituaient la classe la plus abondante, avec une large population de *Linckia multifora* et de *Culcita schmideliana*

(comme l'avait déjà noté Andréfouët 2012), suivies par ordre d'abondance par *Fromia indica*, *Linckia guildingi*, *Choriaster granulatus*, *Fromia nodosa*, *Gomophia egyptiaca* et *Fromia nodosa* ; de gros spécimens de *Mithrodia clavigera* et de *Leiaster cf. speciosus* ont également été observés la nuit (il s'agissait dans les deux cas d'observations nouvelles dans cette zone). Bien que précédemment recensée (Andréfouët 2012), *Acanthaster planci* n'a pas été observée à Baa (alors que plusieurs individus ont été vus lors des missions de contrôle réalisées à Kuda Huraa, à l'est de l'atoll de Malé). La deuxième classe la plus abondante était les crinoïdes,

**Tableau 1.** Caractéristiques des sites étudiés et diversité des holothuries. Observations de la couverture de corail vivant, de la rugosité (complexité tridimensionnelle), de la richesse des habitats et de l'hydrodynamisme dans les stations d'échantillonnage, par rapport au nombre d'espèces observées.

Sites d'étude	Corail vivant	Algues filamenteuses et corail dégradé	Sable	Rugosité	Richesse des habitats	Hydrodynamisme	Nombre de missions d'observation	Diversité des holothuries
Angafaru	2	2	1	1	3	1	1	1
Funadhoo	5	1	0	4	4	3	1	1
Hulhuhoo	5	1	0	4	4	3	3	1
Landaa south	4	2	1	5	4	2	15	5
Landaa east	2	2	1	2	2	4	3	4
Landaa north	0	3	3	1	1	2	1	0
Landaa NE	3	2	2	3	3	3	1	1
Landaa SE	2	2	2	2	4	2	1	2
Madhirivaadhoo	4	2	1	4	3	2	4	1
Milhadhoo	3	3	1	3	4	2	6	2
Thiladhoo	4	2	1	4	4	3	4	1
Veyofushi	2	1	3	3	3	3	1	1
Voavah	5	1	2	5	5	1	3	1

**Tableau 2.** Abondance et occurrence (nombre de sites abritant l'espèce / nombre total de sites) de chaque espèce d'holothurie sur les sites d'étude.

	Angafaru	Funadhoo	Hulhuhoo	Landaa south	Landaa east	Landaa north	Landaa NE	Landaa SE	Madhirivaadhoo	Milhadhoo	Thiladhoo	Veyofushi	Voavah	Abondance totale	Occurrence (%)
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	7	3	10	90	21		5	6	30	50	57	5	7	291	92,0
<i>Stichopus chloronotus</i>				1	1					5				7	23,0
<i>Holothuria atra</i>					1									1	7,5
<i>Thelenota anax</i>				1				1						2	15,0
<i>Stichopus herrmanni</i>					2									2	7,5
<i>Stichopus cf. horrens</i>				2										2	7,5
<i>Unidentified sp.</i>				3										3	7,5

représentés par au moins six morphotypes différents, dont probablement *Lamprometra*, *Himerometra*, *Comanthus*, *Oxycomanthus*, *Stephanometra* et *Commissia* sp. Les échinoides étaient étonnamment cryptiques et n'ont quasiment pas été observés de jour, à l'exception d'espèces fouisseuses comme *Echinostrephus molaris* (la plus abondante) et de rares spécimens d'*Echinometra mathaei* de petite taille. En revanche, d'importantes populations d'*Heterocentrotus mammillatus* (le morphe blanc et rouge ainsi que le violet) et de *Phyllacanthus imperialis* ont été observées la nuit. Parmi les autres espèces observées figurent de très rares et petits spécimens de *Diadema savignyi* et d'*Echinothrix diadema*, ainsi que des tests de *Fibularia* sp. (communément échoués sur les plages), de *Metalia sternalis* et de *Clypeaster humilis*. Les ophiures, extrêmement rares et cryptiques, n'étaient représentées que par un très petit nombre d'Ophiothrichidae.

## Discussion

Le principal constat réside dans la rareté des holothuries — et des échinodermes en général — dans l'atoll de Baa, de même qu'une faible diversité, les populations étant essentiellement constituées de l'Holothuriidae *Pearsonothuria graeffei*, suivie de plusieurs Stichopodidae. Le nombre d'espèces enregistrées par mission d'observation ainsi que l'abondance générale étaient tous deux notablement plus faibles que ceux constatés dans l'atoll de Malé et rapportés par Muthiga (2008) (tableau 3). Ce résultat est conforme à la rareté globale des organismes benthiques signalée par Andréfouët (2012) pour cet atoll où la plupart des espèces n'ont été repérées qu'une seule fois. Dans cette étude, les Stichopodidae étaient plus présents que des travaux antérieurs ne le laissaient présager,

tandis que les Holothuriidae affichaient une moindre diversité alors qu'elles prédominent dans l'assemblage des espèces observées dans la plupart des autres études réalisées aux Maldives. Ce résultat tranche avec les précédents travaux conduits dans l'atoll de Baa (Andréfouët 2012) ainsi que dans l'atoll de Malé (Muthiga 2008), dans celui de Laamu (Reichenbach 1999) et aux Maldives en général (Joseph 1992 ; James et Manikfan 1994), où les espèces dominantes étaient sans conteste *Holothuria*, *Actinopyga* et *Bohadschia* (tableau 3). La prédominance de *P. graeffei* est conforme aux constats d'Andréfouët 2012, mais elle est plus marquée dans notre étude avec une occurrence de 92 %, contre 53,5 % dans l'étude antérieure. Il est surprenant que *Stichopus chloronotus* soit la deuxième espèce par ordre d'abondance (avec sept observations sur trois sites dans notre étude) étant donné qu'elle n'est même pas mentionnée dans les travaux d'Andréfouët 2012 (tableau 3). Au total, 18 espèces ont donc été recensées dans l'atoll de Baa au cours des deux études, dont 11 Holothuriidae, six Stichopodidae et une espèce de Synaptidae.

Deux individus de *Stichopus cf. horrens* ont été observés, tous deux d'assez grande taille, uniformément clairs et

très pustuleux (figure 2E). C'est la première fois que cette espèce est recensée dans l'atoll de Baa, et la plupart des études récentes n'en font pas état (Muthiga 2008 ; Andréfouët 2012). Comme la taxonomie de ce groupe et sa relation à la morphologie font toujours l'objet d'un débat (Byrne et al. 2010), il n'a pas été possible de procéder à une détermination exacte de cette espèce. Les caractéristiques externes de ces animaux évoquent un nouveau morphe ou une sous-espèce, voire une espèce, et des travaux complémentaires pourraient leur être consacrés. C'est aussi la première fois qu'*Actinopyga caerulea* est recensée dans cette région.

La rareté des holothuries peut en partie s'expliquer par les caractéristiques de l'écosystème. On a ici affaire à des îlots peu végétalisés et dépourvus de mangroves, de vrais lagons et d'herbiers. Or, c'est dans ces habitats que l'on retrouve une grande partie de la biodiversité des holothuries. Même les algues charnues étaient très rares, ce qui explique aussi l'absence quasi totale de tortues vertes qui contraste avec d'importantes populations de tortues bonne écaille. Les plus fortes couvertures de coraux durs ont été constatées sur les sites de Hulhudhoo, Voavah et

**Tableau 3.** Comparaison des résultats actuels et des précédents recensements. Quatre espèces signalées par des villageois (d'après des photos ou des spécimens) n'ont pas été repérées pendant les missions d'observation.

	Présente étude (Baa atoll)	Andréfouët (2012) (Baa atoll)	Muthiga (2008) (Malé atoll)	Reichenbach (1999) (Malé & Laamu atolls)	James (1994) (Maldives)	Joseph (1992) (Maldives)
<i>Holothuria atra</i>	*	*	*		*	*
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	*	*	*			
<i>Stichopus chloronotus</i>	*		*		*	*
<i>Stichopus herrmanni</i>	*			*		
<i>Stichopus cf. horrens</i>	*					
<i>Thelenota anax</i>	*	*	*	*	*	
Espèce non identifiée	*					
<i>Actinopyga lecanora</i>	Observée	*	*		*	*
<i>Actinopyga mauritiana</i>		*	*	*	*	*
<i>Bohadschia argus</i>		*				
<i>Bohadschia marmorata</i>		*			*	*
<i>Holothuria edulis</i>	Observée	*	*	*		
<i>Holothuria fuscogilva</i>		*		*		
<i>Thelenota ananas</i>	Observée	*	*	*	*	
<i>Synaptula sp.</i>	Observée	*				
<i>Actinopyga caerulea</i>	Observée					
<i>Actinopyga echinites</i>				*	*	
<i>Actinopyga miliaris</i>	Observée		*	*	*	
<i>Bohadschia atra</i>			*			
<i>Bohadschia vitiensis</i>			*			
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	Observée			*	*	*
<i>Holothuria hilla</i>			*			
<i>Holothuria leucospilota</i>			*			*
<i>Holothuria nobilis</i>			*		*	*
<i>Synapta maculata</i>						*

Thiladhoo (tableau 1), et la plus faible à l'est de Landaa Giraavaru (substrat sablonneux et détritique), soit des résultats nettement supérieurs à ceux signalés pour la plupart des récifs des Maldives (Muthiga 2008).

Cette tendance peut également être associée à la rareté relative des invertébrés benthiques diurnes, qui pourrait être due à une forte prédation comme le suggèrent la rareté et le comportement cryptique de la plupart des animaux benthiques et les signes de prédation sur les gros et solides invertébrés benthiques (particulièrement *H. mamillatus*).

Néanmoins, l'exploitation humaine pourrait elle aussi être à l'origine de cette faible diversité et expliquer en partie l'absence d'espèces à forte valeur marchande comme *Thelenota ananas* (la cible privilégiée des pêcheurs locaux d'après James et Manikfan [1994] et la FAO [2013]), une espèce connue dans la région, mais qui n'a pas été observée durant cette étude. Cela pourrait traduire une activité de pêche intense, même sur les récifs d'îles inhabitées d'une réserve de biosphère faiblement peuplée de l'UNESCO. Selon des informations obtenues sur le terrain, les activités de transformation des holothuries signalées par la FAO (Joseph 1992) à Hithaadhoo et à Thulhaadhoo auraient été interrompues, mais peu d'informations ont pu être recueillies localement sur les activités de pêche actuelles. Quoi qu'il en soit, on sait que la pêche illicite est chose fréquente dans l'ensemble du pays (Ahmed et al. 1996 ; FAO 2013).

Cette étude porte le nombre d'espèces d'holothuries enregistrées aux Maldives à environ 25, en fonction de la détermination des observations ambiguës, et à 18 espèces pour le seul atoll de Baa.

### Remerciements

L'équipe qui a réalisé cette étude a été accueillie par le bureau d'études marines des Maldives, Seamarc/Marine Savers, et hébergée au Four Season Resort des Maldives, à Landaa Giraavaru. Nous les remercions chaleureusement et adressons nos remerciements particuliers à Thomas Le Berre. Nous exprimons aussi notre gratitude à l'équipe du Marine Discovery Center, en particulier Sébastien Stradal, Julien Bidet, Alexia Pihier et Ahmed Abdul Rahman, pour leur aide, leur soutien, leurs connaissances et leur amitié, ainsi qu'à Paul Chabre pour les précieuses informations qu'il nous a communiquées d'après ses observations d'holothuries. La supervision scientifique de cette étude par Chantal Conand a été déterminante et nous lui adressons nos plus chaleureux remerciements. La précieuse assistance de Gustav Paulay pour la confirmation et la détermination des espèces a également été très appréciée.

### Bibliographie

- Ahmed H., Mohamed S. and Saleem M. 1996. Exploitation of reef resources: Beche-de-mer, reef sharks, giant clams, lobsters and others. p. 137–167. In: Nickerson D.J. and Maniku M.H. (eds). Workshop on Integrated Reef Resources Management in the Maldives, Bay of Bengal Programme. 16–20 March 1996. Madras, India: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Andréfouët S. 2012. Biodiversity, resources, and conservation of Baa atoll (Republic of Maldives): A UNESCO Man and Biosphere Reserve. Atoll Research Bulletin 590.
- Byrne M., Rowe F. and Uthicke S. 2010. Molecular taxonomy, phylogeny and evolution in the family Stichopodidae (Aspidochirotrida: Holothuroidea) based on COI and 16S mitochondrial DNA. Molecular Phylogenetics and Evolution 56(3):1068–81.
- FAO. 2013. Report on the FAO Workshop on sea cucumber fisheries: An ecosystem approach to management in the Indian Ocean (SCEAM Indian Ocean), Mazizini, Zanzibar, the United Republic of Tanzania, 12–16 November 2012. FAO Fisheries and Aquaculture Report. No. 1038. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 92 p.
- James D.B. and Manikfan M.A. 1994. Some remarks on the present status of beche-de-mer industry of Maldives and its lesson for the Lakshadweep. Bulletin of the Center for Marine Fishery Resources Institute 46:101–105.
- Jimenez H., Bigot L., Bourmaud C., Chabanet P., Gravier-Bonnet N., Hamel and Andréfouët S. 2012. Multitaxa coral reef community structure in relation to habitats in the Baa Atoll Man and Biosphere UNESCO Reserve (Maldives), and implications for its conservation. Journal of Sea Research 72:77–86.
- Joseph L. 1992. Review of the beche-de-mer (Sea Cucumber) Fishery in the Maldives. Bay of Bengal Working Paper Vol. 79. 34 p.
- Kench P.S. 2012. The geomorphology of Maa (south Maalhosmadulu) atoll and its reef islands. Biodiversity, Resources, and Conservation of Baa Atoll (Republic of Maldives): A UNESCO Man and Biosphere Reserve, 590, 1–30.
- Muthiga N. 2008. Observations *in situ* d'holothuries au large de l'atoll de Malé Nord (République des Maldives). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 27:33–37.
- Purcell S.S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 223 p.
- Reichenbach N. 1999. Ecology and fishery biology of *Holothuria fuscogilva* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Maldives, Indian Ocean. Bulletin of Marine Science 64(1):103–113.