

Les effets de la pression de pêche sur l'écologie des populations d'holothuries dans le golfe d'Aqaba, en mer Rouge

Mohamed Hamza Hasan¹ et Salah El-Den A. Abd El-Rady²

Résumé

Les populations d'holothuries résidant dans le golfe d'Aqaba ont été recensées en 2006, dix ans après l'instauration d'un moratoire sur la pêche. Les données présentées ici ont été comparées aux résultats d'inventaires réalisés dans la même zone en 1995, en 2002 et en 2003.

La présente étude a révélé que, dans tous les sites inventoriés, la diversité spécifique et la densité des populations d'holothuries ont accusé une baisse sensible entre 1995, époque où elles n'étaient soumises à aucune exploitation, et la période 2002–2006, où la pêche était interdite. Au total, 18 espèces ont été observées dans cinq sites. En 1995, c'est à Wadi Quny qu'on enregistrait la plus riche diversité spécifique, avec 13 espèces, chiffre qui a chuté à seulement 4 espèces en 2006. À Eel Garden, seulement 2 espèces ont été observées en 2006, alors qu'on en comptait encore 12 en 1995. Aucune donnée n'était disponible pour Shark Reef, Nakhlet El-Tall et le lagon d'Abu Negilla pour les années 1995 et 2002. Le même nombre d'espèces a été relevé à Shark Reef et à Nakhlet El-Tall en 2003 et en 2006, tandis que, dans le lagon d'Abu Negilla, la diversité spécifique est passée de 8 espèces à 5 espèces entre 2003 et 2006. D'après les résultats de l'étude, la richesse spécifique et la densité des populations d'holothuries résidant dans le golfe d'Aqaba sont si faibles que la pérennité de la ressource est menacée. Cette situation s'explique par la surpêche et les contraintes biologiques qui ont peut-être compromis l'efficacité de la reproduction des espèces recensées.

Introduction

Les populations d'holothuries sont victimes de surpêche partout dans le monde. Certaines études montrent qu'il faut jusqu'à cinquante ans sans aucune pression de pêche pour que les populations d'holothuries des sites surexploités puissent se reconstituer (Battaglene et Bell 1999 ; Bruckner et al. 2003 ; Skewes et al. 2000). Le golfe d'Aqaba est connu pour son milieu naturel unique, son large éventail d'habitats et son exceptionnelle biodiversité (Head 1987). Alors que les conditions sont idéales pour une augmentation des effectifs, tous les sites du golfe affichent de faibles niveaux de diversité spécifique et de densité (Hasan 2003 ; Hasan et Hasan 2004 ; El-Gainy et al. 2006). Sous l'impulsion du marché de la bêche-de-mer, les populations d'holothuries se sont très vite appauvries un peu partout dans le monde (Conand 2001), ce qui a signé le début de la pêche d'holothuries dans le golfe d'Aqaba fin 96. Les années ont passé et un constat s'impose : la ressource est aujourd'hui gravement épuisée dans de nombreuses parties du golfe. Cet épuisement a été observé pour toutes les espèces d'holothuries, de différentes valeurs marchandes. Si la pêche s'est développée à petite échelle au départ, elle a ensuite connu un essor rapide et les activités de pêche illicite se sont multipliées. Cet essor s'est accompagné d'un appauvrissement critique des stocks, dont la densité et la diversité se sont sensiblement dégradées. Face à cette situation, la pêche d'holothuries a été purement et simplement interdite en 2006 dans le golfe d'Aqaba.

La pêche s'est développée dans cette région alors qu'aucune donnée biologique de référence n'avait été recueillie et qu'aucun plan de suivi n'avait été établi. Le manque d'information des pêcheurs et l'absence de mesures de gestion (de la pêche et du commerce) n'ont fait qu'aggraver la situation.

La présente étude vise à décrire l'évolution de la diversité spécifique et de la densité des populations d'holothuries résidant dans le golfe d'Aqaba avant toute activité de pêche et après son interdiction. L'objectif est de déterminer quels sont les effets de la surpêche sur les espèces d'holothuries présentes en Iran.

Matériel et méthodes

Les populations d'holothuries du golfe d'Aqaba ont été inventoriées en cinq sites (Shark Reef, Wadi Quny, Eel Garden, Nakhlet El-Tall et lagon d'Abu Negilla) entre avril et mai 2006. Les résultats obtenus ont été comparés aux données recueillies précédemment à Wadi Quny et à Eel Garden à la même période de l'année en 1995, en 2002 et en 2003. Pour les sites de Shark Reef, Nakhlet El-Tall et Abu Negilla, les données disponibles ne concernaient que 2003.

Études de terrain et échantillonnage

Les populations d'holothuries présentes sur les cinq sites d'étude ont été estimées par le biais de comptages visuels

¹ Institut national de recherche océanographique et halieutique, service de la mer Rouge et des golfes de Suez et d'Aqaba, PO Box 182, Suez, Égypte. Tél. : 0020145970800 ; télécopieur : 002062350016. Courriel : marinehamza@yahoo.com

² Faculté des sciences, Université de Sohag, Égypte.

en plongeant le long de transects. L'évaluation visuelle directe constitue la méthode traditionnellement utilisée : elle permet de compter directement les spécimens de l'épifaune (Lokani et al. 1996). Dans chacun des cinq sites, des transects ont été posés à partir de la laisse de haute mer, sur des lignes parallèles au rivage, afin de couvrir plusieurs profondeurs, zones et habitats. Chaque transect mesurait 150 mètres. L'échantillonnage a été répété entre cinq et neuf fois à chaque zone et/ou profondeur. Le long de chaque transect, dix quadrats de dix mètres sur dix (100 m²) ont été mis en place. Le platier a été échantillonné par des plongeurs équipés de palmes, masque et tuba, tandis que les sites profonds ont été observés par des plongeurs autonomes. Les données suivantes ont été recueillies :

- Composition par espèce des populations d'holothuries, avec inventaire de toutes les espèces présentes à chaque site.
- Densité de population, exprimée en nombre d'individus 100 m⁻².
- Description du biotope de chaque quadrat. La composition benthique du substrat a été caractérisée comme suit : superficie en pourcentage de fonds sablonneux, d'herbiers, d'algues, de roches, et de coraux morts et vivants.

Analyses statistiques

Pour chaque site, un test *t* jumelé (Sokal et Rohlf 1995) a été effectué afin de comparer les densités des populations d'holothuries enregistrées avant toute exploitation (1995) et après l'interdiction de la pêche (2002, 2003 et 2006). Ce même test a permis de comparer les populations inventoriées en 2002–2003 et en 2003–2006, une fois le moratoire déclaré. L'analyse a été réalisée sur le logiciel Origin 6.1. Pour fixer le seuil de signification, on a comparé les valeurs du test *t* aux valeurs de *P* (probabilité).

Après application d'une classification automatique, le rapport entre années et densités de population a été étudié à l'aide de la méthode des moyennes par paire non pondérée afin de déterminer les liens entre les différentes années. Les distances entre les classes ont été mesurées par la distance euclidienne, selon la méthode proposée par Sneath et Sokal (1973), sur le logiciel Statistica 5.5.

Sites expérimentaux

Shark Reef

Situé à l'intérieur du Parc national Ras Mohamed, le site de Shark Reef est classé aire marine protégée (figure 1) et bénéficie donc d'une double protection. Il comprend un vaste platier récifal qui s'étend sur environ 800 mètres, où l'on trouve des coraux morts et vivants et des fonds sablonneux. Ce site est riche en algues et plantes marines. Le tombant récifal est prononcé, plongeant à environ 15 mètres de profondeur, et est constitué de patates de corail et de sable corallien propre. Les principales espèces coralliennes qu'il abrite sont *Acropora pharonis*, *Stylophora pistillata* et *Favia favaus*. Ensuite, la pente récifale se poursuit pour tomber à 30 mètres de profondeur, où l'on trouve du sable et des herbiers. Riche d'une vie marine foisonnante, le site affiche un indice de diversité spécifique élevé

pour les grands groupes taxonomiques, en particulier les coraux et les poissons. On y trouve également en abondance des mollusques et des échinodermes.

Wadi Quny

Situé au nord de la ville de Dahab le long de la côte du golfe d'Aqaba, Wadi Quny se compose d'un récif frangeant classique et d'un platier récifal divisé en trois zones. L'arrière-récif dévoile un récif fossile, recouvert en grande partie par des algues (*Padina pavonia*, *Sargassum latifolium*, *Cystoseira myrica* et *Laurancia papillosa*). Le récif intermédiaire compte des amas rocailloux et des fonds sablonneux qui se superposent à un socle rocailloux hérité d'un récif fossile. L'avant-récif est essentiellement constitué de coraux vivants (*Acropora hemprichi*, *Stylophora pistillata* et *Porites solida*) et d'un petit pourcentage de coraux morts. La pente récifale, où l'on trouve plusieurs formations coralliennes, se nivelle à 20 mètres de profondeur et débouche sur un substrat sablonneux. Le site renferme de riches communautés de faune et de flore. On y recense un pourcentage élevé d'algues et de plantes marines benthiques, en particulier sur le platier récifal et les fonds sablonneux environnants.

Eel Garden

Le site d'Eel Garden se caractérise par un très long récif s'étendant sur environ 1 100 mètres. Il abrite de très riches communautés benthiques ainsi qu'un large éventail de niches et substrats écologiques. La profondeur du platier récifal va de 0,5 à 2 mètres. Composé de substrat rocailloux, le platier récifal se prolonge sur de vastes zones sablonneuses recouvertes de riches algues et herbiers. On commence à voir des coraux vivants à partir de l'avant-récif et de la pente récifale (*Acropora pharoensis*, *Stylophora pistillata*, *Serriatopora* sp. et *Montipora* sp.). Le tombant récifal plonge à une vingtaine de mètres de profondeur, où les fonds marins sont constitués de substrat sablonneux émaillé de petites amas rocailloux et patates de corail mort. Une importante communauté de Bédouins réside dans les environs et tire l'essentiel de son activité économique de la pêche et du tourisme.

Nakhlet El-Tall

Le site de Nakhlet El-Tall se forme sur un platier récifal modéré, composé principalement de sable et de roches s'étendant sur environ 400 mètres. La pente récifale plonge à 25 mètres, atterrissant sur un fond sablonneux de sable corallien blanc parsemé çà et là de patates de corail, qui jaillissent du fond marin sur 4 à 6 mètres de hauteur. Le site se caractérise par une grande abondance d'invertébrés (éponges etc.) et un pourcentage élevé d'algues et d'herbiers, le nombre de poissons étant faible à moyen.

Lagon d'Abu Negilla

Vaste lagon protégé, recelant d'immenses étendues de substrats sablonneux, ce site abrite un grand herbier d'*Halidula uninervis* et d'*Halophila stipulacea* et présente un important couvert algal multispécifique. La profondeur des eaux varie de 0,5 mètre aux bordures du lagon à 2,5 mètres environ vers le centre. Une petite passe d'une

dizaine de mètres de large s'ouvre sur la mer et permet des échanges d'eau avec le grand bleu. Les eaux lagonaires sont peuplées de très riches communautés d'invertébrés et de poissons en faible abondance.

Résultats

Richesse spécifique

Au total, 18 espèces d'holothuries ont été recensées dans les cinq sites étudiés.

À Wadi Quny, 13 espèces ont été observées en 1995, contre 4 en 2006. La diversité spécifique est ainsi passée de 13 espèces en 1995 à 8 espèces en 2002 (avec notamment la disparition de deux espèces à forte valeur marchande, *Holothuria fuscogilva* et *Stichopus variegatus*), pour chuter à 5 espèces en 2003, où il faut signaler la perte de deux autres espèces importantes (*Holothuria nobilis* et *Holothuria atra*). En 2006, seules quatre espèces étaient recensées.

À Eel Garden, 12 espèces ont été recensées en 1995, contre seulement 2 en 2006. On est passé de 12 espèces en 1995 à 7 espèces en 2002 (disparition de plusieurs espèces à forte valeur marchande, notamment *Holothuria scabra*, *Holothuria fuscogilva* et *Stichopus variegatus*), pour chuter à 2 espèces en 2003 et en 2006, où il faut noter la perte d'une autre espèce très bien cotée (*Holothuria nobilis*).

Aucun inventaire n'a été effectué en 1995 et en 2002 à Shark Reef, à Nakhlet El-Tall et dans le lagon d'Abu

Negilla. En 2003 et en 2006, 4 espèces, toutes dénuées d'intérêt commercial, ont été recensées à Shark Reef. Le même constat est à déplorer à Nakhlet El-Tall, où cinq espèces ont été signalées en 2003 et en 2006. Dans le lagon d'Abu Negilla, la richesse spécifique observée est passée de 8 espèces en 2003 à 5 espèces en 2006 (tableau 1).

Densité des espèces

Outre la dégradation de la diversité spécifique, on constate au fil des ans une modification de la densité des espèces. Les données recueillies au cours des différents inventaires traduisent une baisse sensible de la densité de population des espèces dans la plupart des sites recensés pour les périodes pré-pêche et post-pêche.

À Wadi Quny, la diminution de la densité est spectaculaire non seulement dans les inventaires pré- et post-pêche, mais aussi dans les années post-pêche (figure 2). Le schéma de diminution est uniforme pour toutes les espèces recensées, à l'exception de *H. leucospilota*, espèce non exploitée pour laquelle on constate une baisse de la densité seulement entre 1995 et 2002, et même une légère hausse entre 2003 et 2006. Deux espèces d'intérêt commercial ont été observées en 1995 : *Holothuria nobilis* et *Holothuria scabra*. La densité de population d'*Holothuria nobilis*, estimée au mieux à 16,7 individus 100 m² en 1995, a baissé brutalement pour atteindre seulement 0,7 individu 100 m² en 2002. L'espèce a ensuite purement et simplement disparu des recensements de 2003 et de 2006. La densité de population d'*Holothuria scabra* était

Tableau 1. Comparaison de la composition spécifique des populations d'holothuries recensées dans les différents sites d'étude en 1995, où les populations n'étaient soumises à aucune exploitation, et en 2002, 2003 et 2006, lorsque la pêche était interdite.

Espèces	Shark reef				Wadi Quny				Eel Garden				Nakhlet El-Tall				Lagon Abu Nigella			
	1995	2002	2003	2006	1995	2002	2003	2006	1995	2002	2003	2006	1995	2002	2003	2006	1995	2002	2003	2006
<i>Actinopyga miliaris</i>	n.r.	n.r.			+				+	+			n.r.	n.r.			n.r.	n.r.		
<i>A. echinites</i>			+	+	+	+	+	+	+						+	+			+	+
<i>A. mauritiana</i>			+	+	+		+	+	+											
<i>A. crassa</i>															+	+			+	
<i>A. serratidens</i>																			+	
<i>Bohadschia marmorata</i>					+	+	+		+	+					+	+				+
<i>B. vitiensis</i>					+	+			+	+										+
<i>Holothuria atra</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+			+	+
<i>H. leucospilota</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+			+	+
<i>H. nobilis</i>					+	+			+	+										
<i>H. fuscogilva</i>					+				+											
<i>H. scabra</i>					+	+			+											
<i>H. hilla</i>					+				+	+										
<i>H. impatiens</i>																			+	
<i>Stichopus variegatus</i>					+				+											
<i>Thelenota ananas</i>					+	+														
<i>Synapta maculata</i>																			+	
<i>Synaptula resprocanus</i>																			+	

n.r. = non recensé ; + = présent.

aussi élevée (19,4 individus 100 m²) en 1995, contre seulement 1,1 individus 100 m² en 2002, l'espèce ayant complètement disparu en 2003 et en 2006.

À Eel Garden, la densité de population enregistrée avant toute pêche (1995) accusait un net recul après son interdiction (2002) (figure 3). Après 2002, toutes les espèces d'intérêt commercial ont disparu, hormis *Holothuria atra*, qu'on trouve encore, même si ses effectifs se sont sensiblement appauvris. *Holothuria nobilis*, espèce à forte valeur marchande, était présente à une densité de 18,7 individus 100 m² en 1995, contre 1,3 individus 100 m² en 2002, mais avait complètement disparu en 2003 et en 2006. La densité de population d'*Holothuria leucospilota* a aussi baissé de 1995 à 2002, mais est remontée en 2003 et en 2006.

Pour les années 1995 et 2002, aucune donnée n'est disponible concernant Shark Reef, Nakhlet El-Tall ou Abu Negilla, mais, en 2003 comme en 2006, 4

à 6 espèces ont été inventoriées au total. À Shark Reef, les densités observées étaient faibles les deux années, mais n'ont pas sensiblement varié d'une année à l'autre, malgré une augmentation généralisée de la densité de population de la quasi-totalité des espèces entre 2003 et 2006 (exception faite de *H. atra*, qui accuse un léger recul). À Nakhlet El-Tall, on constate une importante diminution de la densité de population des espèces d'intérêt commercial entre 2003 et 2006 (*Actinopyga crassa*, *A. echinites*, *Bohadschia marmorata* et *Holothuria atra*). La densité d'*Holothuria leucospilota*, sans valeur marchande, n'a pas varié entre 2003 et 2006. Dans le lagon d'Abu Negilla, aucune différence significative de densité n'a été notée entre 2003 et 2006, sauf pour *Actinopyga crassa*, dont l'effectif était de 3,9 individus 100 m² en 2003, mais avait complètement disparu en 2006.

Les populations d'holothuries recensées dans les cinq sites d'étude ont fait l'objet d'une analyse statistique (tableau 2). Des écarts significatifs ont été notés entre

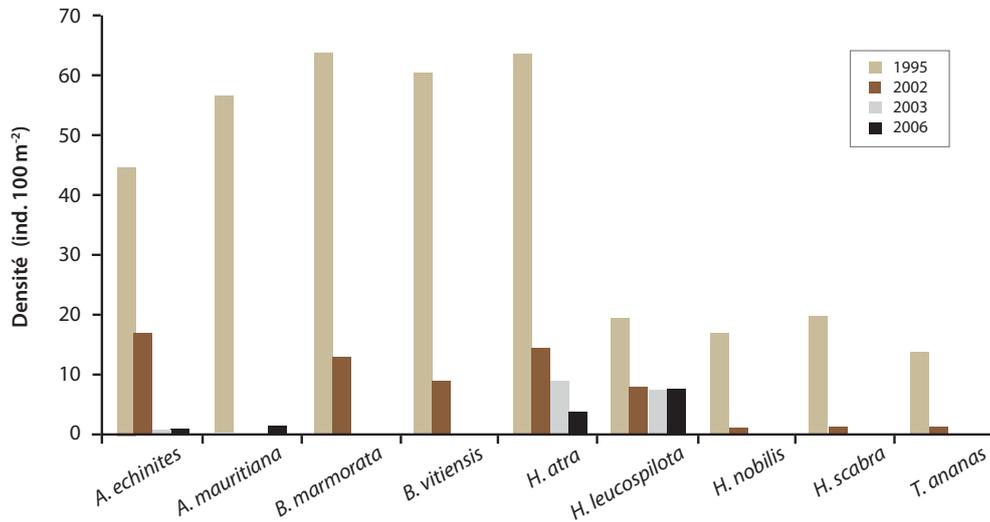


Figure 1. Variation de la densité de population (ind. 100 m²) des holothuries recensées en 1995, 2002, 2003 et 2006, à Wadi Quny, dans le golfe d'Aqaba.

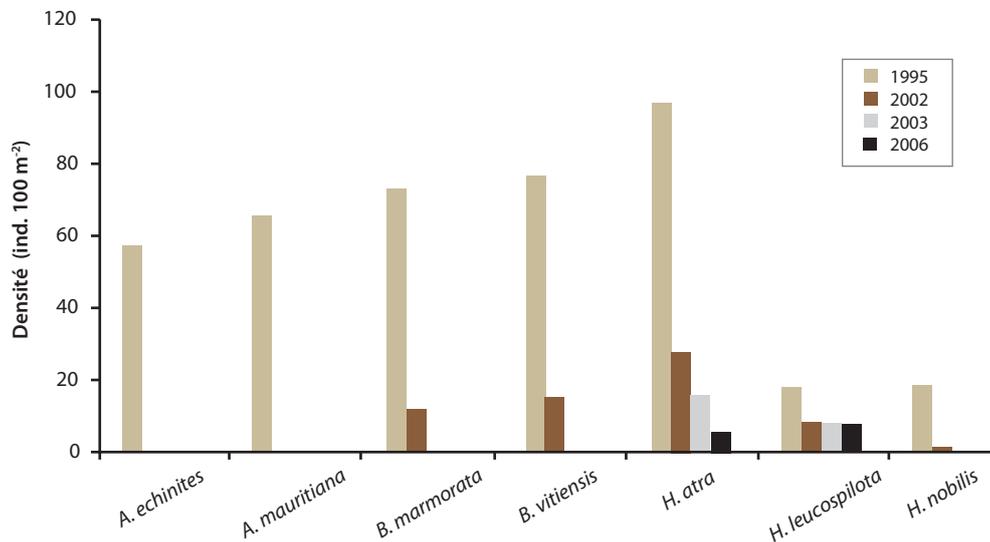


Figure 2. Variation de la densité de population (ind. 100 m²) des holothuries recensées en 1995, 2002, 2003 et 2006, à Eel Garden, dans le golfe d'Aqaba.

1995, où les populations recensées n'étaient pas exploitées, et la période 2002–2006, marquée par un moratoire sur la pêche des holothuries. De même, des écarts significatifs sont à signaler entre 2002 et 2003 sur l'ensemble des sites étudiés. En revanche, entre 2003 et 2006, les différences de densité n'étaient significatives que sur un seul site, Nakhlet El-Tall, où un net appauvrissement des effectifs est à déplorer entre les deux périodes.

Les sites d'étude ont été regroupés selon leurs densités de population au fil du temps, par le biais d'une classification automatique (figure 3). Trois classes se sont dégagées de l'analyse : les populations observées en 1995, celles recensées en 2002 et celles recensées en 2003 et en 2006.

Discussion

Ces dernières années ont été marquées par la surexploitation des ressources en holothuries du golfe d'Aqaba, responsable d'un grave recul des densités de population de la quasi-totalité des espèces (Hasan 2003) dans presque tous les sites (Hasan et Hasan 2004). La forte pression de pêche exercée sur les holothuries s'est soldée par la disparition de nombreuses espèces d'intérêt commercial et par la réduction des effectifs d'autres espèces. D'après les résultats de la présente étude, non seulement les populations d'holothuries se sont fortement appauvries entre les périodes pré- et post-pêche, mais cette tendance s'est confirmée après l'interdiction de la pêche, ce qui traduit une poursuite de l'activité. La surexploitation des holothuries observée dans le golfe d'Aqaba est aussi monnaie courante dans de nombreuses autres parties du monde. Un nombre croissant de rapports indiquent que les populations d'holothuries sont partout en régression dans les pays tropicaux et subtropicaux où elles sont exploitées, notamment dans certaines régions d'Australie (Uthicke et Benzie 2000), aux Philippines (Surtida et Buendia 2000), en Indonésie (Tuwo et Conand 1992), au Japon (Conand et Byrne 1993), en Nouvelle-Calédonie (Conand 1990), aux Fidji (Adams 1992), en Afrique de l'Est (Kithakeni 2001), au Mozambique (Mmbaga et Mgaya 2004), au Yémen (Conand 2004), dans le golfe d'Aqaba (Hasan 2003), dans la partie égyptienne de la mer Rouge (Hasan 2005), en Érythrée (Kalaeb et al. 2008) et dans la partie saoudienne de la mer Rouge (Hasan 2009).

L'étude de la distribution spatiale des populations d'holothuries a permis d'appréhender l'ampleur des effets que les facteurs environnementaux ont sur la vie de ces organismes marins (Young et Chia 1982 ; Kerr et al. 1993). La plupart des sites étudiés offrent

Tableau 2. Analyse statistique (test *t* jumelé) des populations d'holothuries recensées dans les différents sites étudiés avec un seuil de signification à 0,05.

Site	Années comparées	Valeurs de <i>P</i>
Abu Negilla Lagoon	2003–2006	0,07061 ^o
	1995 et 2002–2006	0,00189**
Eel Garden	2002–2003	0,03065*
	2003–2006	0,16799 ^o
Nakhlet El Tall	2003–2006	0,01647*
	1995 et 2002–2006	4,8 x 10 ⁻⁴ **
Wadi Quny	2002–2003	0,03618*
	2003–2006	0,37176 ^o
Shark reef	2003–2006	0,60418 ^o

^o = non significatif ; * = significatif (*P* < 0,05) ; ** = hautement significatif (*P* < 0,01).

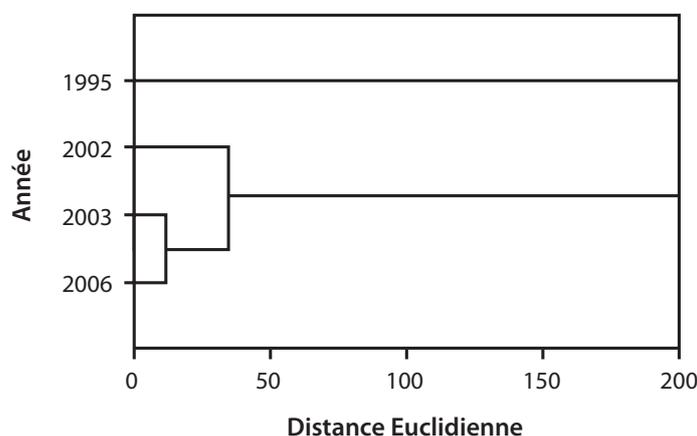


Figure 3. Classification automatique sous forme d'arbre hiérarchique des populations d'holothuries recensées dans les différents sites étudiés en 1995, 2002, 2003 et 2006.

des conditions idéales pour la survie des holothuries, notamment un substrat adapté, un excellent taux de disponibilité des aliments, un large éventail de niches écologiques, une gamme de profondeurs correspondant aux différents habitats de prédilection des espèces, et un faible nombre d'ennemis naturels. Pourtant, un grave appauvrissement de la diversité spécifique a été constaté à chaque nouvel inventaire ; tous les stocks présents dans les sites étudiés étaient décimés et ne présentaient aucun signe de reconstitution. Les holothuries sont facilement surexploitées, car elles atteignent lentement leur maturité, leur reproduction est fonction de la densité démographique et leur taux de recrutement est faible.

La comparaison des données obtenues en 1995 (pré-pêche) et pendant la période 2002–2006 (post-pêche) dans les différents sites a mis en évidence une réduction sensible des effectifs. À Shark Reef, aire marine doublement protégée, aucun effort de pêche n'a été enregistré. Il pourrait pourtant expliquer que la densité de population et la diversité spécifique soient

aussi faibles. Cette faible densité pourrait être attribuée à d'autres facteurs : ce site ne constitue pas un habitat classique pour les populations d'holothuries, et accueille par ailleurs de nombreuses activités touristiques. Le lagon d'Abu Negilla, qui offre des conditions idéales pour l'installation de populations d'holothuries, est très peu fréquenté par les touristes et abrite une population d'holothuries en bonne santé. On constate sur ce site une baisse négligeable des effectifs entre 2003 et 2006, signe d'une faible pression de pêche, maîtrisée grâce à une surveillance stricte des autorités du parc marin du Sud-Sinaï. En revanche, c'est une diminution sensible de la densité de population que l'on relève dans trois autres sites entre les périodes pré-pêche et post-pêche, mais aussi entre les inventaires post-pêche (2002 et 2003), ce qui indique que la pêche a continué d'être pratiquée au moins jusqu'en 2003. Wadi Quny et Eel Garden ont accusé une baisse très marquée de leurs effectifs entre 1995 (pré-pêche) et les années 2002–2006 (post-pêche). Cette chute a été enrayée entre 2003 et 2006, ce qui témoigne de l'arrêt des opérations de pêche après 2003.

Nakhlet El-Tall est le seul site qui enregistre une nette diminution des populations d'holothuries entre 2003 et 2006, révélatrice d'un début tardif des opérations de pêche et de la poursuite de l'activité jusqu'en 2006, pour exploiter les populations encore disponibles sur le site. D'après les données recueillies, le fait que la baisse des effectifs ait été jugulée après 2003 dans les sites exploités ne peut s'expliquer par la qualité des régimes de gestion en place, mais bien par la disparition des populations dans ces zones surpêchées. Cette hypothèse est corroborée par notre classification automatique, qui fait de l'année 1995 une classe distincte, représentative de l'état des populations non exploitées (population vierge de toute exploitation). Par ailleurs, aucune variation intrinsèque n'a été constatée entre 2003 et 2006. L'étude révèle que l'effort de pêche a bel et bien été suspendu, mais aucun signe de reconstitution des stocks n'a pu être observé.

Ce même constat a été dressé par Skewes et al. (2000) : sept ans après l'interdiction de la pêche d'*Holothuria scabra* dans le détroit de Torres, la biomasse estimée représentait toujours moins de 8 % de la biomasse vierge du stock. Les populations d'holothuries sont arrivées à un stade d'épuisement tel que l'on peut aujourd'hui douter de leur capacité à se reconstituer. La reconstitution des stocks d'holothuries exposés à la surpêche est un phénomène lent qui peut s'étaler sur plusieurs années (Purcell et al. 2003). En effet, les holothuries, comme de nombreux autres invertébrés, diffusent leur semence dans la colonne d'eau, et le succès de la fécondation dépend en grande partie de la densité de population (D'Silva 2002). La réduction de la densité de population causée par la surpêche risque d'empêcher la reproduction des individus restants. Il semble désormais évident qu'il faudra certainement des décennies avant que les stocks décimés d'holothuries à forte valeur marchande puissent se reconstituer. À la baisse de la densité, il faut ajouter l'appauvrissement de la diversité des espèces. Compte tenu de l'épuisement chronique des populations d'holothuries du golfe d'Aqaba, il est essentiel de protéger les espèces restantes. La présente étude donne à penser que la création d'aires marines protégées pourrait en ce sens constituer un outil de gestion efficace.

Bibliographie

- Adams T. 1992. Resource aspects of the Fiji beche-de-mer industry. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 4:13–17.
- Battaglene S.C. and Bell J.D. 1999. Potential of the tropical Indo-Pacific sea cucumber, *Holothuria scabra*, for stock enhancement. p. 478–490. In: E.S. Mosksness et al. (eds). Proceedings of the 1st International Symposium on stock enhancement and sea ranching. Bergen, Norway: Blackwell Science.
- Bruckner A.W., Johnson K.A. et Field J.D. 2003. Conservation des holothuries : une inscription aux listes de la CITES pour pérenniser le commerce international ? La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 18:24–33.
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific Island countries, Part 2: Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper 272(2), 141 p.
- Conand C. 2001. Overview of sea cucumber fisheries over the last decade — What possibilities for a durable management? *Echinoderm* 2000:339–344.
- Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilization, an international overview. p. 13–23. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel and A. Mercier (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO, Rome.
- Conand C. and Byrne M. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Marine Fisheries Review* 55(4):1–13.
- D'Silva D. 2002. La pêche d'holothuries dans le détroit de Torres. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 15:2–4.
- El-Ganainy A.A., Hasan M.H. and Yassien M.H. 2006. Population structure of two endangered holothurian species from the Gulf of Aqaba, Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 32(2):456–467.
- Hasan M.H. 2003. Ecology and distribution patterns of the threatened holothuroids as correlated with overfishing in the Gulf of Aqaba, Northern Red Sea, Egypt. *Journal of Egyptian Academic Society of Environmental Development* 4(3):101–118.
- Hasan M.H. 2005. Destruction of a *Holothuria scabra* population by overfishing at Abu Rhamada Island in the Red Sea. *Marine Environmental Research* 60:489–511.
- Hasan M.H. 2009. Plan de gestion et situation de la pêche d'holothuries en Arabie saoudite. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 28:14–21.
- Hasan M.H. and Hasan Y.S. 2004. Natural ecological factors and human impacts influencing the spatial distribution of holothuroid species in the Gulf of Aqaba. *Journal of the Egyptian German Society of Zoology* 43(D):287–306.
- Head S.M. 1987. Introduction. p. 1–21. In: A.J. Edwards and S.M. Head (eds.). Key environments: Red sea. Pergamon Press, Oxford.
- Kalaeb T., Ghirmay M., Semere Y. et Yohannes F. 2008. État et première évaluation de la pêcherie d'holothuries en Érythrée. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 27:8–12.
- Kerr M.A., Stoffel E.M. and Yoon L.R. 1993. Abundance and distribution of holothuroids (Echinodermata:

- Holothuroidea) on a windward and leeward fringing coral reef, Guam, Mariana islands. *Bulletin of Marine Science* 52(2):780–789.
- Kithakeni T. 2001. Some aspects of sea cucumber *Holothuria scabra* along the coast of Dar El-Salam. 2nd WIOASA scientific symposium, Dar El-Salam, Tanzania.
- Lokani P., Polon P. et Lari R. 1996. Gestion de la ressource en holothuries dans la province occidentale de Papouasie-Nouvelle-Guinée. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 8:7–13.
- Mmbaga T.K. and Mgaya Y.D. 2004. Studies on sea cucumbers in Tanzania and the gaps towards resource inventory and management. p. 193–204. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel and A. Mercier (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO, Rome.
- Purcell S., Gardener D. et Bell J. 2003. Élaboration de stratégies optimales pour la reconstitution des stocks d'holothuries de sable : un projet conjoint mis en œuvre en Nouvelle-Calédonie. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 16:2–4.
- Skewes T., Dennis D. and Burridge C. 2000. Survey of *Holothuria scabra* (sandfish) on Warrior Reef, Torres Strait. CISRO Division of Marine Research. 28 p.
- Sneath P.H.A. and Sokal R.R. 1973. *Numerical taxonomy*. San Francisco: W.H. Freeman. 573 p.
- Sokal R.R. and Rohlf F.J. 1995. *Biometry* (3rd edition). New York: Freeman W.H. and Company. 887 p.
- Surtida M.B. and Buendia R.Y. 2000. A glimpse into some sea cucumbers in Panay, Philippines. *SEAFDEC Asian Aquaculture* 22(3):38–43.
- Tuwo A. and Conand C. 1992. Reproductive biology of the holothurian *Holothuria forskali* (Echinodermata). *Journal of Marine Biology Association* 72:745–758.
- Uthicke S. and Benzie J.A.H. 2000. Effect of beche-de-mer fishing on densities and size structure of *Holothuria nobilis* (Echinodermata: Holothuroidea) populations on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 19:271–276.
- Young C.M. and Chia F.S. 1982. Factors controlling spatial distribution of the sea cucumber *Psolus chitonoides*: Settling and post-settling behavior. *Marine Biology* 69:195–205.