



Numéro 38 – Juillet 2018

LA BÊCHE-DE-MER

bulletin d'information

Sommaire

Les holothuries d'intérêt commercial
du Banc récifal du Geyser (Îles Éparses -
Glorieuses - océan Indien)

T. Mulochau p. 3

Suivi des populations d'holothuries
d'intérêt commercial sur les récifs de
Mayotte (océan Indien)

T. Mulochau p. 9

Reproduction asexuée dans une
population de *Holothuria difficilis*
(Echinodermata : Holothuroidea) à
La Réunion

P. Bourjon et T. Desvignes p. 17

Préférences alimentaires de quatre
espèces d'holothuries aspidochirotés
(Holothuroidea : Echinodermata)
inféodées aux herbiers de posidonies
de la région de Mostaganem (Algérie)

N.E. Belbachir et K. Mezali p. 25

Informations récentes sur les pêcheries
illégales d'holothuries à l'échelle
mondiale

C. Conand p. 31

Vous avez dit pislama, dairama, bislama,
kereboki ou bêche-de-mer ?

M. Bermudes p. 36

Éditeur

Igor Eeckhaut
Biologie des organismes marins
et biomimétisme
6, Av. Champ de Mars
Université de Mons
27000 Mons Belgique
Courriel : Igor.Eeckhaut@umons.ac.be

Production

Communauté du Pacifique (CPS)
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, de l'Union européenne, de
la France et du Programme
d'aide néo-zélandais.

Éditorial

Cette 38e édition du bulletin d'information de la CPS *La bêche-de-mer* inclut tous les articles écrits à l'origine en français, puis traduits pour la version anglaise de ce même bulletin, ainsi que les articles fournis en versions française et anglaise par les auteurs eux-mêmes.

Dans le premier article, Thierry Mulochau présente la première étude sur les holothuries d'intérêt commercial provenant du banc Geyser (Îles Éparses, Glorieuses, océan Indien) (p. 3). Dans l'article suivant, le même auteur décrit le suivi des populations d'holothuries d'importance commerciale sur les récifs de Mayotte (océan Indien) (page 9).

Dans le troisième article, Philippe Bourjon et Thomas Desvignes décrivent la reproduction asexuée dans une population de *Holothuria difficilis* (Echinodermata, Holothuroidea) à La Réunion (p. 17).

Eddine Belbachir et Karim Mezali ont étudié les préférences alimentaires de quatre espèces d'holothuries aspidochirotés qui peuplent les herbiers de posidonie de la région de Mostaganem (Algérie). Ils présentent leurs résultats en page 25.

Dans l'article suivant, Chantal Conand présente une compilation des données qu'elle a pu récolter dans la littérature et auprès de nombreux collègues sur les pêcheries illégales d'holothuries dans le monde (p. 31).

Puis, Michel Bermudes parle d'une initiative de la Division pêches, aquaculture et écosystèmes marins de la Communauté du Pacifique qui a permis à des participants de cinq pays insulaires du Pacifique de se rendre en Papouasie-Nouvelle-Guinée, aux Îles Fidji et en Nouvelle-Calédonie pour améliorer leurs connaissances de l'aquaculture de l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) (p. 36).

Dans le septième article de ce numéro, Marc Léopold et Rodney Govinden détaillent le projet SEACUSEY qui se concentre sur la gestion de la pêcherie d'holothuries aux Seychelles (p. 40).

Quelques pages sont ensuite consacrées aux observations de pontes d'holothuries dans la nature, réalisées par Maria Byrne et Kennedy Wolfe en Australie, et Frédéric Champagnat et J. Moisson en Méditerranée (p. 43 et 44). Suit une liste des nouveaux livres comportant un chapitre sur les holothuries (p. 45).

SEACUSEY : Appui à la cogestion de la
pêcherie d'holothuries aux Seychelles
(2017–2018)

M. Léopold et R. Govinden p. 40

Observation de pontes p. 43

Nouveaux livres p. 45

Documents relatifs aux holothuries
publiés en 2017

Chantal Conand p. 46

Pour écrire le dernier article de ce numéro, Chantal Conand a extrait, à l'aide des 'Alertes Google' une liste des documents comportant le mot '*holothurian*' publiés en 2017 (p. 46). Elle a obtenu le chiffre impressionnant de près de 500 documents publiés durant cette période. La même recherche faite en 2015 lui avait permis d'obtenir un résultat quasiment identique. Cela démontre que l'intérêt porté par les scientifiques à ce domaine est important et ne faiblit pas, et nous sommes fiers d'y contribuer avec le bulletin *La bêche-de-mer*, qui reste à ce jour la seule revue scientifique exclusivement consacrée aux holothuries.

Igor Eeckhaut

PS :

Dans le droit fil des efforts engagés dans le monde entier pour limiter l'impact des publications papier sur l'environnement, la CPS a décidé d'interrompre la production et la distribution des versions papier de ses bulletins d'information. Tous les numéros du bulletin *La bêche-de-mer* restent disponibles au format électronique et peuvent être consultés depuis :

<http://coastfish.spc.int/fr/publications/bulletins/la-beche-de-mer>

© Copyright Communauté du Pacifique, 2018.

Tous droits réservés de reproduction ou de traduction à des fins commerciales/lucratives, sous quelque forme que ce soit. 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. Les opinions exprimées dans le présent bulletin d'information n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas forcément celles de la Communauté du Pacifique.

Texte original : anglais

Communauté du Pacifique, Section information halieutique, B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie
Téléphone : +687 262000 ; Télécopieur : +687 263818 ; Courriel : spc@spc.int ; Site Internet : <http://www.spc.int>

Les holothuries d'intérêt commercial du Banc récifal du Geyser (Îles Eparses - Glorieuses - océan Indien)

Thierry Mulochau¹

Résumé

Un inventaire et une estimation des abondances des holothuries d'intérêt commercial ont été réalisés sur le Banc du Geyser dans les eaux du Parc Marin des Glorieuses. 32 stations ont été inventoriées sur les platiers, pentes internes et externes. Sept espèces d'holothuries d'intérêt commercial ont été inventoriées dont 3 espèces à forte valeur commerciale : *Holothuria nobilis*, *H. fuscogilva* et *Thelenota ananas*. 11 individus ont été recensés sur l'ensemble des stations, soit 32 000 m². *T. ananas* est la plus fréquemment observée et présente 27% des abondances relatives. Les densités des populations d'holothuries d'intérêt commercial avaient été estimées à 6 ($\pm 3,2$) individus par hectare en 2006, cette estimation est de 3,4 ($\pm 1,8$) ind. ha⁻¹ en 2016. De nombreuses observations confirment la pêche illicite régulière de ce banc depuis les années 2000. La raréfaction des holothuries d'intérêt commercial notamment sur les côtes malgaches a incité les pêcheurs à élargir leurs zones de pêche vers des sites éloignés encore relativement épargnés par la pêche, y compris dans des aires marines protégées.

Introduction

Un inventaire et une estimation des abondances des holothuries d'intérêt commercial du Banc du Geyser ont été réalisés dans le cadre du programme Epicure² géré par l'IFREMER, le CUFR de Mayotte et les TAAF. Le premier recensement des holothuries sur ce banc récifal a été réalisé par Mulochau *et al.* (2007).

Le Banc du Geyser est situé dans l'océan Indien occidental, au nord du canal du Mozambique, entre Mayotte et les Glorieuses, à 300 km à l'ouest de la pointe nord de Madagascar et à 110 km au nord-est de Mayotte. Cet atoll corallien d'un diamètre de 17,5 km environ est construit sur des hauts fonds en pleine mer et seules certaines parties du banc affleurent à marée basse. Le Banc du Geyser avec une superficie récifo-lagonaire de 257 km² présente trois entités géomorphologiques : les récifs périphériques sub-émergeants, les récifs périphériques ennoyés et les terrasses lagonaires (Mulochau *et al.* 2007 ; Andréfouët *et al.* 2009). Il fait partie du parc naturel marin des Glorieuses³ qui a le statut d'aire marine protégée depuis 2012 et couvre une zone économique exclusive de 43000 km². L'ambition du parc naturel marin des Glorieuses est notamment de créer une zone de protection forte pour la biodiversité marine et d'en faire un espace d'excellence en matière de pêche durable. La pêche y

est interdite dans les eaux territoriales (arrêté n° 2010-151 du 9 décembre 2010) et réglementée dans la Zone Economique Exclusive (arrêté n° 2014-137 du 21 octobre 2014) notamment sur le Banc du Geyser. Contrairement à la Grande Glorieuse qui est surveillée en permanence par la présence de contingents militaires⁴, le Banc du Geyser reste difficile à surveiller en raison de son isolement et de l'absence de terres émergées.

Les problèmes de gestion des peuplements des holothuries d'intérêt commercial dans la zone du sud-ouest de l'océan Indien ont déjà été soulignés (Conand and Muthiga 2007 ; Conand 2008 ; FAO 2013 ; Muthiga and Conand 2014 ; Conand 2017). Des études comparatives sur la conservation et l'exploitation des holothuries dans l'océan Indien occidental ont montré l'intérêt de mettre en place des gestions raisonnées afin de préserver les stocks (Cariglia *et al.* 2013 ; Eriksson *et al.* 2015). Les données sur la pêche illicite sur le Banc du Geyser sont rares ; elle est essentiellement pratiquée par les flottilles malgaches, à partir des années 2000 lorsque les ressources en holothuries d'intérêt commercial ont été surexploitées à Madagascar (Conand *et al.* 2015 ; Le Manach and Pauly 2015). Ces prélèvements illégaux sont difficiles à estimer et basés sur les interventions de l'État français dans la zone économique exclusive concernée.⁵

¹ BIORECIF, 3 ter rue de l'Albatros 97434 La Réunion, France – biorecif@gmail.com

² http://www.ifremer.fr/institut_es/Actualites-et-Agenda/Toutes-les-actualites/Xe-FED-regional-ocean-Indien

³ <http://www.aieres-marines.fr/L-Agence/Organisation/Parcs-naturels-marins/Parc-naturel-marin-des-Glorieuses>

⁴ <http://www.taaf.fr/Les-Glorieuses>

⁵ <http://www.ecpad.fr/fazsoi-le-malin-intercepte-des-pecheurs-illegaux/>

Matériels et méthodes

L'échantillonnage des holothuries commerciales du Banc du Geyser a été effectué du 16 octobre au 9 novembre 2016. L'étude a été réalisée sur 32 stations réparties sur l'ensemble de l'archipel, dont 13 stations

de platiers (émergé, intertidal et subtidal), 9 stations en pente externe, 7 stations lagons (peu profond, intermédiaire et profond), 2 stations de pente interne et 1 station de passe (Tableau 1 et Fig. 1). Chaque station présente une homogénéité au niveau de l'habitat et des différents paramètres hydrodynamiques.

Tableau 1. Stations de suivis des populations d'holothuries d'intérêt commercial sur le Banc du Geyser en octobre–novembre 2016 – Stations, longitudes et latitudes en WGS84 (en degré décimal), date, profondeur en mètre (Prof.), géomorphologie.

Station	Longitude	Latitude	Date	Prof.	Géomorphologie
UVC1	46,4461	-12,3300	16/10/2016	15	Pente externe/épandage détritique
UVC1bis	46,4389	-12,3426	16/10/2016	3	Platier émergé
UVC2	46,4272	-12,3550	21/10/2016	19	Pente externe/épandage détritique
UVC3	46,4677	-12,3716	27/10/2016	12	Pente externe/éperons sillons
UVC4	46,4596	-12,3582	21/10/2016	6	Lagon peu profond 5–15 m/massifs
UVC5	46,4749	-12,3024	18/10/2016	17	Pente externe/éperons sillons
UVC6	46,4806	-12,3079	17/10/2016	7	Pente interne/colonies coralliennes
UVC8	46,5401	-12,4107	26/10/2016	22	Platier infratidal ennoyé/pâtés
UVC9	46,5652	-12,4200	25/10/2016	24	Passe/massifs/fort recouvrement corallien
UVC11	46,5750	-12,2658	20/10/2016	13	Platier infratidal/herbier
UVC13	46,4972	-12,2724	11/09/2016	17	Platier infratidal/herbier
UVC14	46,5231	-12,2447	20/10/2016	21	Pente externe/épandage détritique
UVC16	46,5194	-12,3462	11/08/2016	25	Lagon profond/algueraie
UVC17	46,5629	-12,2946	28/10/2016	20	Lagon profond/massifs
UVC18	46,5172	-12,2970	11/05/2016	22	Lagon profond/massifs
UVC20	46,4771	-12,3359	19/10/2016	16	Lagon intermédiaire 15–30 m/massifs
UVC21	46,5852	-12,2742	22/10/2016	15	Platier infratidal
UVC22	46,4882	-12,3831	11/07/2016	5	Platier infratidal/Petits alignements transversaux et épandage détritique
UVC23	46,5025	-12,3933	11/07/2016	9	Platier infratidal/petits alignements transversaux et épandage détritique
UVC24	46,6153	-12,3586	11/03/2016	25	Platier infratidal ennoyé/épandage détritique
UVC25	46,5355	-12,4075	29/10/2016	25	Platier infratidal ennoyé/épandage détritique
UVC30	46,4381	-12,3396	17/10/2016	14	Pente externe/épandage détritique
UVC33	46,5985	-12,2788	24/10/2016	25	Pente externe/massifs
UVC34	46,6036	-12,3153	11/03/2016	12	Pente externe/éperons sillons
UVC35	46,5519	-12,2567	22/10/2016	18	Pente externe/éperons sillons
UVC38	46,5345	-12,4134	26/10/2016	20	Platier infratidal/alignements transversaux/colonies coralliennes
UVC40	46,5744	-12,4132	25/10/2016	14	Platier infratidal/colonies corallienne dense
UVC42	46,5110	-12,2589	20/10/2016	17	Platier infratidal/colonies coralliennes
UVC43ter	46,4874	-12,3759	11/08/2016	7	Pente interne/sillons éperons
UVC46	46,5125	-12,2711	19/10/2016	18	Lagon intermédiaire 15–30 m/massifs
UVC46bis	46,5657	-12,2685	24/10/2016	26	Lagon intermédiaire 15–30 m/pâtés

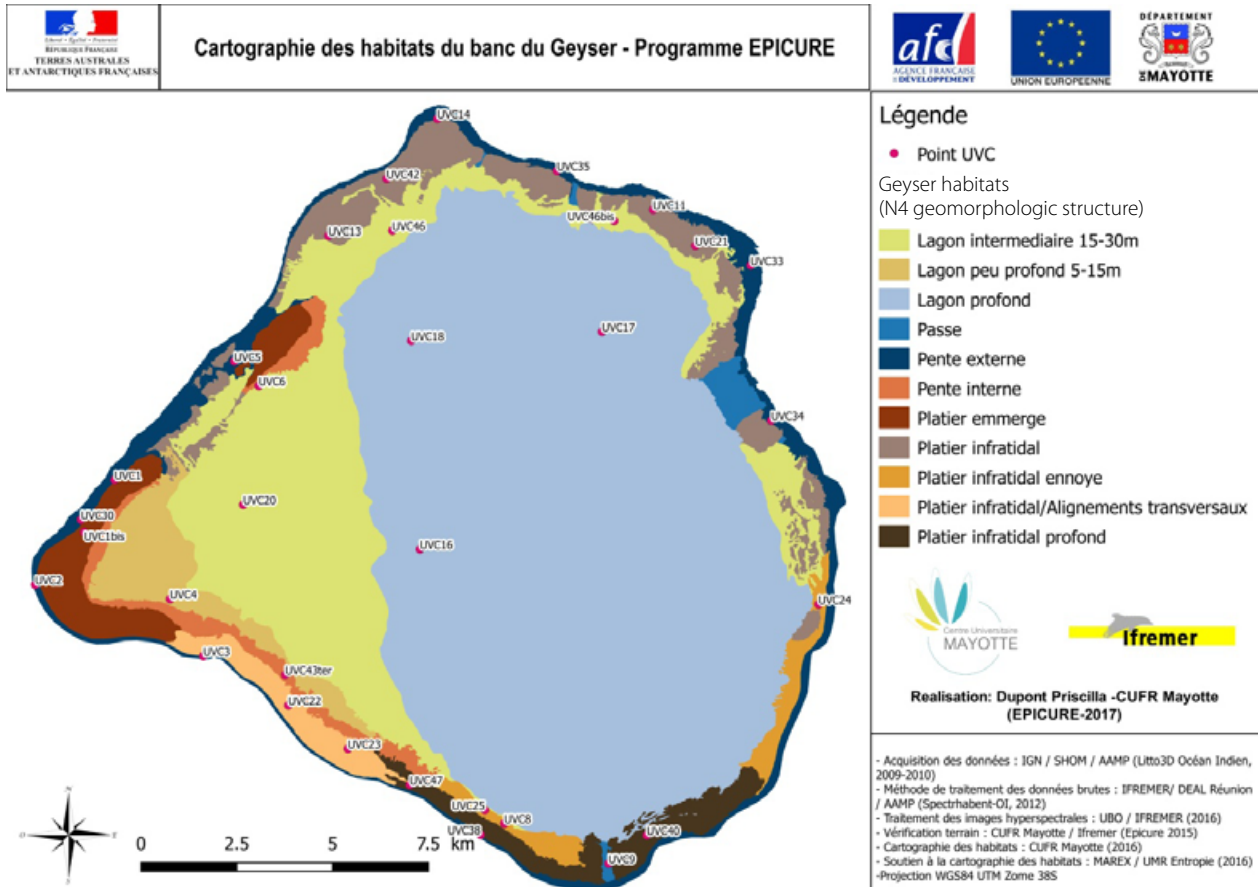


Figure 1. Emplacement des 32 stations échantillonnées sur le Banc du Geyser en octobre et novembre 2016 pour le suivi des holothuries d'intérêt commercial (Dupont et al. 2016)

L'échantillonnage a été réalisé en plongée subaquatique sur des fonds compris entre 3 et 25 m. Deux pentadécamètres sont installés et deux zones de 5 m de large situées sur chacun de leurs côtés sont échantillonnées, soit une surface totale de 1000 m² par station. Les observateurs notent toutes les espèces d'holothuries d'intérêt commercial rencontrées. Les comptages s'effectuent visuellement à la surface du substrat et ne concernent pas les espèces cryptiques cachées sous les blocs ou dans la trame du récif. Les pentes externes et internes situés au sud et sud-est, exposés au vent et à la houle, ont été moins échantillonnés en raison des conditions météorologiques difficiles.

Résultats

Richesse spécifique et abondance des espèces

Sept espèces d'holothuries d'intérêt commercial ont été inventoriées (Tableau 2) : 3 espèces à forte valeur commerciale : *Holothuria nobilis*, *H. fuscogilva* et *Thelenota ananas* et 4 espèces à moyenne et faible valeur commerciale : *H. edulis*, *Actinopyga miliaris*, *Bohadschia subrubra*, *Pearsonothuria graeffei*. L'ensemble des espèces observées a été échantillonné

sur 11 stations, aucune holothurie d'intérêt commercial n'a été observée dans les deux tiers des stations (21 stations).

T. ananas (9.4%) est l'espèce la plus fréquemment observée sur les 32 stations de cette étude (Tableau 3). Concernant les abondances (Tableau 3), 11 individus ont été recensés sur les 32 stations, soit 32 000 m². L'espèce la plus abondante est *T. ananas* avec 27% des abondances relatives et trois individus observés sur l'ensemble des stations.

L'ensemble des espèces inventoriées lors de cette étude présente une moyenne de $0,34 \pm 0,09$ individus observés par station, ce qui représente en moyenne 3,4 holothuries par hectare sur les stations échantillonnées avec la méthode utilisée. Aucune station ne présente des abondances supérieures à un individu.

Discussion

La diversité en holothuries d'intérêt commercial est faible sur le Banc du Geyser : sept espèces y ont été observées sur les 32 stations inventoriées lors de cette étude, ce qui complète les inventaires

Tableau 2. Holothuries d'intérêt commercial (Purcell et al. 2012 and 2013) observées sur le Banc du Geyser en 2007 (Mulochau et al.), 2015 (Pareto and Arvam) et 2016 (« Cette étude »), valeur commerciale et statut sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (Conand et al. 2014 ; IUCN 2016).

	2007	2015	« Cette étude »	Valeur du marché	Statut UICN
<i>Actinopyga mauritiana</i>	x			Moyenne	Vulnerable
<i>Actinopyga miliaris</i>		x	x	Moyenne	Vulnerable
<i>Actinopyga obesa</i>	x			Moyenne	Data Deficient
<i>Bohadschia subrubra</i>	x		x	Moyenne	Data Deficient
<i>Holothuria atra</i>		x		Faible	Least concern
<i>Holothuria edulis</i>		x	x	Faible	Least Concern
<i>Holothuria fuscogilva</i>			x	Forte	Vulnerable
<i>Holothuria fuscopunctata</i>			x	Moyenne	Least concern
<i>Holothuria nobilis</i>	x			Forte	Endangered
<i>Pearsonothuria graeffei</i>			x	Faible	Least Concern
<i>Thelenota ananas</i>	x	x	x	Forte	Endangered
Total	5	4	7		

Tableau 3. Fréquence d'observation des espèces d'holothuries d'intérêt commercial (% du nombre de stations dans lesquelles l'espèce est observée par rapport à la totalité des stations (32)) et abondances relatives des différentes espèces d'holothuries d'intérêt commercial (en % du nombre de spécimens d'une espèce par le nombre total d'holothuries (11)) sur le Banc du Geyser pour les 32 stations suivies.

	Fréquence d'observation (%)	Abondance relative (%)
<i>Thelenota ananas</i>	9,4	27
<i>Actinopyga miliaris</i>	6,3	18
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	6,3	18
<i>Bohadschia subrubra</i>	3,1	9
<i>Holothuria fuscogilva</i>	3,1	9
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	3,1	9
<i>Holothuria edulis</i>	3,1	9

précédents (Tableau 2) (Mulochau *et al.* 2007 ; Pareto and Arvam 2015) et porte le total à onze espèces recensées sur le Banc du Geyser depuis 2006. Trois espèces n'avaient jamais été recensées sur ce banc récifal : *H. fuscogilva*, espèce listée « Endangered » par l'IUCN (2016), *H. fuscopunctata* et *P. graeffei*. Ces trois espèces sont présentes dans la zone, notamment à Mayotte (Eriksson *et al.* 2012) et aux Glorieuses (Mulochau et Guigou 2017). Certaines espèces observées en 2006 n'ont pas été recensées lors de cette étude : *H. nobilis*, espèce listée « Endangered » par l'IUCN (2016), *A. mauritiana*, listée « Vulnerable » et *A. obesa*. *Holothuria atra*, observée en 2015 pour la première fois, n'a également pas été échantillonnée en 2016. *Bohadschia atra*, espèce décrite récemment (Massin *et al.* 1999), n'a pas été observée sur ce banc alors que cette espèce est présente dans la zone, fréquemment observée à Mayotte (Eriksson 2012 ; Mulochau 2018) et aux Glorieuses où elle est abondante notamment au niveau des pentes internes (Conand *et al.* 2013 ; Mulochau and Guigou 2017). Ces données ne tiennent pas compte des espèces considérées sans valeur commerciale.

Les abondances en holothuries d'intérêt commercial trouvées dans le cadre de cette étude sur le Banc du Geyser sont faibles si l'on compare à d'autres sites proches comme Mayotte (Eriksson 2012 ; Mulochau 2018) ou Glorieuses (Conand *et al.* 2013 ; Mulochau et Guigou 2017). Ces faibles abondances avaient déjà été soulignées par Mulochau *et al.* (2007). Le nombre important de stations effectuées a permis d'apporter une estimation robuste des abondances des holothuries d'intérêt commercial sur le Banc du Geyser et de la comparer avec l'étude de 2006. Lors de cette étude (Mulochau *et al.* 2007), les densités avaient été estimées à $6 (\pm 3,2)$ ind. ha^{-1} , ce qui semble indiquer que les abondances des populations d'holothuries sont en baisse puisqu'en 2016, l'estimation est de $3,4 (\pm 1,8)$ ind. ha^{-1} . Le tableau 3 présente les fréquences d'observation et les abondances des deux espèces les plus fréquentes et abondantes en 2006 et retrouvées en 2016. *T. ananas* et *B. subrubra* sont les seules espèces à avoir été échantillonnées lors des deux études et sont présentes dans la moitié des stations en 2006 et dans moins de 10% des stations en 2016. Les abondances relatives de

Tableau 4. Comparaison des fréquences d'observation en % du total (rapport du nombre de stations dans lesquelles l'espèce a été observée par le nombre total de stations), des abondances relatives en % (rapport du nombre de spécimens d'une espèce par le nombre total d'holothuries) et du nombre d'individus moyens par hectare entre les années 2006 et 2016 pour *T. ananas* et *B. subrubra*.

	Fréquence d'observation (%)		Abondance relative (%)		Nombre d'individus moyen par hectare	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016
<i>Thelenota ananas</i>	54,5	9,4	39,0	27,0	2,3 (± 1,6)	0,9 (± 1)
<i>Bohadschia subrubra</i>	46,0	3,1	33,0	9,0	1,7 (± 1,6)	0,3 (± 0,6)

ces deux espèces sont également en baisse, *T. ananas* reste l'espèce la plus abondante comme lors de l'étude de 2006. *B. subrubra* est une espèce qui se recouvre de débris coralliens ou de sable et qui peut être difficile à échantillonner contrairement à *T. ananas* dont les individus sont facilement recensés.

La technique du *Manta Tow* (Friedmann *et al.* 2008) semble plus appropriée pour estimer les populations d'holothuries notamment dans les zones peu profondes, sur des surfaces importantes dans des habitats diversifiés et présentant des abondances en holothuries relativement faibles comme le présente le Banc du Geyser. L'installation de stations d'études des populations d'holothuries d'intérêt commercial est nécessaire à la compréhension de l'évolution de ces populations et des impacts qu'elles subissent. Les abondances observées lors de cette étude sont des tendances, un suivi des stations dans le temps et une réplication apporteraient un état des lieux plus fiable pour la compréhension de l'évolution des populations d'holothuries d'intérêt commercial du Banc du Geyser.

La pêche est réglementée sur Le Banc du Geyser et autorisée seulement aux navires de pêche immatriculés à Mayotte et de moins de 15 m.⁶ Aucun navire de pêche professionnelle français ne remplit actuellement les conditions pour développer son activité sur le Banc du Geyser. L'impact de la pêche est donc essentiellement lié à la présence d'embarcation de pêche provenant des pays voisins. Leurs ressources côtières de pêches en holothuries étant raréfiées, ces pêcheurs prospectent des zones de plus en plus vastes afin de subvenir à leurs besoins. De nombreuses observations et quelques interventions des militaires français⁷ (Conand *et al.* 2015 ; obs. pers.) confirment l'exploitation régulière de ce banc notamment par des navires malgaches équipés en matériel de plongée subaquatique. Cet impact sur les populations d'holothuries pourrait

avoir été continu depuis les années 2000 lorsque les ressources en holothuries d'intérêt commercial ont été surexploitées dans le nord de Madagascar (Conand *et al.* 2015 ; Le Manach & Pauly, 2015). En effet, ce banc est éloigné et isolé, les contrôles y sont rares. La raréfaction des holothuries d'intérêt commercial sur le Banc du Geyser a vraisemblablement incité les pêcheurs à déplacer leurs zones de pêche plus au nord vers les Glorieuses, notamment vers l'île du Lys où l'absence de surveillance continue permet l'accostage et la pêche⁸ (Mulochau and Guigou 2017) ainsi que vers d'autres zones protégées, comme Mayotte ou Juan de Nova, remarquables pour l'étude de la biodiversité récifale (Chabanet *et al.* 2016 ; Conand *et al.* 2016 ; Quetel *et al.* 2016). Néanmoins, la collecte des holothuries semble toujours présente sur le Banc du Geyser en constituant une zone de passage à prospecter avant de se rendre sur d'autres sites situés dans le canal du Mozambique.

Compte tenu du rôle écologique primordial des holothuries au sein de l'écosystème récifal (Purcell *et al.* 2016) et les menaces qui pèsent sur plusieurs espèces en raison de leur surpêche, il paraît urgent de mettre en œuvre les moyens nécessaires pour empêcher la pêche illicite des holothuries sur le Banc du Geyser afin de permettre une restauration de leurs populations.

Remerciements

Je remercie les trois organismes qui ont assuré la gestion et l'organisation de cette mission : l'IFREMER, les TAAF et le CUFR de Mayotte, et notamment David Ross, Johanna Kosalinski et Priscilla Dupont. L'ensemble des scientifiques de la mission est également remercié pour leur aide et disponibilité, leurs observations et leurs photos. Chantal Conand est remerciée pour les relectures de cet article.

⁶ http://www.taaf.fr/IMG/pdf/a-2014-137_derogation_de_peche_au_geyser.pdf

⁷ http://www.zinfos974.com/TAAF-Un-navire-pris-en-flagrant-delict-de-peche-illicite_a64490.html and <http://www.ecpad.fr/fazsoi-le-malin-intercepte-des-pecheurs-illegaux-2/>

⁸ <http://www.linio.re/la-reunion/societe/663796-peche-illicite-a-glorieuses-3-tonnes-saisies>

Bibliographie

- Andrefouët S., Chagnaud N. and Kranenburg C.J. 2009. Atlas of Western Indian Ocean coral reefs. Nouvelle-Calédonie: Centre IRD-Nouméa. 157 p.
- Cariglia N., Wilson S.K., Graham N.A.J., Fisher R., Robinson J., Aumeeruddy R., Quatre R. and Polunin N.V.C. 2013. Sea cucumbers in the Seychelles: effects of marine protected areas on high-value species. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23:418–28. doi:10.1002/aqc.2316
- Chabanet P., Bigot L., Nicet J.-B., Durville P., Masse L., Mulochau T., Russo C., Tessier E. and Obura D. 2016. Coral reef monitoring in the Îles Éparses, Mozambique Channel (2011–2013). *Acta Oecologica*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2015.10.010>. Accessed 6 March 2018.
- Conand C. sous presse. Recent trends in the world sea cucumbers fisheries and markets. *Revista de Biologia Tropical*.
- Conand C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and Indian Ocean. p. 153–205. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds) *Sea cucumbers. A global review on fishery and trade*. FAO Fisheries Technical Paper No. 516. Rome: FAO.
- Conand C., Eriksson H., Leopold M., Muthiga N., Prescott J., Purcell S.W. and Toral-Granda M.V. 2015. Management of sea cucumber fisheries: the problem of illegal captures. 9th Wiomsa International symposium (abstract).
- Conand C., Mulochau T. and Chabanet P. 2013. The holothurian (Echinodermata) biodiversity of the Glorieuses Islands (Éparses Islands, France, Mozambique channel) Western Indian Ocean *Journal of Marine Sciences* 12(1):71–78.
- Conand C., Mulochau T., Stohr S., Eléaume M. and Chabanet P. 2016. Inventory of echinoderms in the Îles Éparses (Europa, Glorieuses, Juan de Nova) (Mozambique Channel, France). *Acta Oecologica* 72:53–61.
- Conand C. and Muthiga N. 2007. Commercial sea cucumbers: A review for the Western Indian Ocean. *WIOMSA Book Series No. 5*. 66 p.
- Conand C., Polidoro B.A., Mercier A., Gamboa R.U., Hamel J.F. and Purcell S.W. 2014. L'évaluation des holothuries aspidochirotes pour la Liste rouge de l'UICN et ses implications. *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 34:3–7.
- Dupont P., Mouquet P., Roos D., Sucre E. and Claverie T. 2016. Cartographie des habitats des récifs coralliens du banc du Geyser. Programme EPICURE (Etude des Peuplements Ichtyologiques et des Communautés REcifales à partir d'indicateurs spatiaux et de l'approche fonctionnelle des bancs du Geyser, de la Zélée et de l'Iris (EPICURE). Programme du X^{ème} FED régional « Gestion durable du patrimoine naturel de Mayotte et des Îles Éparses ».
- Eriksson H., Byrne M. and De la Torre-Castro M. 2012. Sea cucumber (Aspidochirotida) community, distribution and habitat utilization on the reefs of Mayotte, Western Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 452:159–70.
- Eriksson H., Conand C., Lovatelli A., Muthiga N. and Purcell S. 2015. Governance structures and sustainability in Indian Ocean sea cucumber fisheries. *Marine Policy* 56:16–22.
- FAO. 2013. Report on the FAO Workshop on sea cucumber fisheries: An ecosystem approach to management in the Indian Ocean (SCEAM Indian Ocean). FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1038. 92 p.
- Friedman K., Purcell S., Bell J. and Hair C. 2008. Sea cucumber fisheries: a manager's toolbox. Monograph Series 135. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. <http://www.iucnredlist.org>. Accessed 6 March 2018.
- Le Manach F. and Pauly D. 2015. First estimate of unreported catch in the French Îles Éparses, 1950–2010. p. 27–35. In: Le Manach F. and Pauly D. (eds). *Fisheries catch reconstructions in the Western Indian Ocean, 1950–2010*. Fisheries Centre Research Reports 23(2). Vancouver: Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Massin C., Rosolofonirina R., Conand C. and Samyn Y. 1999. A new species of *Bohadchia* (Echinodermata, Holothuroidea) from the Western Indian Ocean with a redescription of *Bohadschia subrubra* (Quoy and Gaimard, 1833). *Bulletin de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique, biologie* 69:151–60.
- Mulochau T. 2018. Suivi des populations d'holothuries d'intérêt commercial sur les récifs de Mayotte (océan Indien). *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 38:21–28.
- Mulochau T., Conand C. and Quod J.P. 2007. Les holothuries et autres échinodermes du Banc de Geyser (Mayotte - Océan Indien). *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 26:7–13.
- Mulochau T. and Guigou A. 2017. Holothuries d'intérêt commercial des récifs de l'archipel des Glorieuses (Îles Éparses, France), canal du Mozambique: abondances, tailles et impact de la pêche illicite. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)* 72(1):19–32.
- Muthiga N. and Conand C. 2014. Sea cucumbers in the western Indian Ocean: Improving management of an important but poorly understood resource. *WIOMSA Book Series No. 14*. 74 p.
- PARETO, ARVAM 2015. Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNI-EFF) marines à Mayotte, Phase II. Liste des espèces et habitats déterminants et zones proposées pour une inscription en ZNIEFF de type I ou II. Données bibliographiques, méthodes d'inventaire terrain, d'inscription et de délimitation des ZNIEFF. Rapport final pour le compte de l'AAMP. 31 p.
- Purcell S.W., Conand C., Uthicke S. and Byrne M. 2016. Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 54:367–86.
- Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.F., Toral-Granda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries* 14:34–59.
- Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes (6). 150 p.
- Quetel C., Marinesque S., Ringler D., Fillingier L., Changeux T., Marteau C. and Troussellier M. 2016. Îles Éparses (SW Indian Ocean) as reference ecosystems for environmental research. *Acta Oecologica* 72:1–8.

Suivi des populations d'holothuries d'intérêt commercial sur les récifs de Mayotte (océan Indien)

Thierry Mulochau¹

Résumé

Le Parc Naturel Marin de Mayotte a comme enjeu majeur la préservation des ressources marines dont les espèces d'holothuries d'intérêt commercial font partie. Huit stations d'études des populations holothuries d'intérêt commercial ont été mises en place sur les récifs de Mayotte en décembre 2016. Les agents du Parc ont été formés aux méthodes d'échantillonnages et à la reconnaissance des principales espèces afin que des suivis réguliers soient réalisés. Quinze espèces d'holothuries d'intérêt commercial ont été observées pendant cette étude, *Holothuria atra* et *Bohadschia atra* ont été les plus fréquemment observées. Au total, 258 individus ont été recensés, *Stichopus chloronotus* et *B. atra* étant les espèces les plus abondantes. Les observations effectuées semblent montrer que certaines espèces à haute valeur commerciale comme *Holothuria nobilis* et *Thelenota ananas*, ont été moins fréquemment observées que lors d'études antérieures, notamment sur les pentes externes des récifs barrières. En 2016, des pêches illicites semblent se développer sur certaines zones du récif. Les rôles écologiques des holothuries étant essentiels au sein de l'écosystème récifal, il paraît urgent de mettre en œuvre les moyens nécessaires pour empêcher les pêches illégales.

Introduction

Les holothuries constituent des organismes essentiels pour le fonctionnement de l'écosystème récifal dans le recyclage de la matière et la bioturbation des sédiments des récifs coralliens (Purcell *et al.* 2016). Elles sont actuellement surexploitées sur la plupart des récifs de l'Indo-Pacifique (Eriksson *et al.* 2015) pour fournir les pays asiatiques en *Bêche-de-mer* (ou Trepang) (Conand 2004 and 2006 ; Toral-Granda *et al.* 2008 ; Purcell *et al.* 2013). Les pêcheries d'holothuries dans la zone du sud-ouest de l'océan Indien sont connues et la mauvaise gestion de leurs stocks a déjà été soulignée dans plusieurs publications (Conand and Muthiga 2007 ; Conand 2008 ; FAO 2013 ; Muthiga and Conand 2014).

Mayotte est située dans le nord du canal du Mozambique entre la côte de l'Afrique de l'Est et celle de Madagascar (Fig. 1). Cette île volcanique, âgée de 8 millions d'années (Marty 1993), appartient à l'archipel des Comores qui est constitué de quatre grandes îles (Grande Comore, Mohélie, Anjouan et Mayotte). Mayotte comprend deux îles principales, Petite Terre et Grande Terre, avec un lagon d'une superficie de 984,91 km² et un récif de 342,4 km² (Andréfouët 2009).

Les populations d'holothuries d'intérêt commercial ont déjà été étudiées à Mayotte (Pouget 2004 and 2005 ; Pouget and Wickel 2003 ; Conand *et al.* 2005 ; Eriksson *et al.* 2012) et un inventaire des différentes espèces récemment réalisé lors du recensement

des ZNIEFF marines (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) (Pareto and Arvam 2015). Il semble que les récifs de Mayotte soient restés protégés de la pêche jusqu'au début des années 2000. En raison de la surpêche déjà pratiquée dans les pays proches (Madagascar, Comores, etc.), des pêches se sont développées sur certaines zones de Mayotte (Pouget and Wickel 2003). Environ 6000 kg d'holothuries ont ainsi été pêchées à Mayotte et exportées vers des pays de la zone (Tanzanie, Madagascar, Maurice) entre 2002 et 2003, sans tenir compte des exportations illicites. Cette pêche semblait avoir disparu à partir de 2004 suite à l'interdiction de la pêche, du transport, de la vente ou de l'achat des holothuries sur l'ensemble du territoire de Mayotte (arrêté préfectoral n°32/SG/DAF/2004). Cependant, des pêches illicites semblent se développer en 2016 sur certaines zones du récif (obs. pers.).

Afin d'essayer de mieux quantifier cette pêche illégale et son impact sur les populations d'holothuries, une étude et une formation des agents du Parc Naturel Marin de Mayotte² a été réalisée en décembre 2016 afin de mettre en place des stations de suivis sur les récifs de Mayotte. Le Parc Naturel Marin de Mayotte a notamment pour objectif de protéger, de restaurer et d'étudier les récifs coralliens et la faune associée dont les différentes espèces d'holothuries font partie. En raison du contexte régional de surexploitation, il est essentiel que ces objectifs de protection et d'études s'inscrivent dans la durée.

¹ BIORECIF, 3 ter rue de l'Albatros 97434 La Réunion, France – biorecif@gmail.com

² <http://www.aires-marines.fr/L-Agence/Organisation/Parcs-naturels-marins/mayotte>

Matériels et méthodes

Stations

L'étude s'est déroulée du 28 novembre au 2 décembre 2016 sur l'ensemble des récifs de Mayotte, récifs barrières et récifs frangeants, et a concerné les pentes externes, les pentes internes, les platiers et les herbiers. De nombreux sites et habitats ont été prospectés et huit stations de suivis des populations d'holothuries d'intérêt commercial ont été installées autour de Mayotte (Fig. 1 et Tableau 1). Chaque station présente une homogénéité au niveau de l'habitat et des différents paramètres liés à l'hydrodynamisme. Différentes données concernant les biotopes et biocénoses sont relevées lors de cette étude afin de caractériser chaque station : point GPS, unité géomorphologique, substrat en %, couverture en corail, algues, profondeur en mètre (Tableau 1).

Méthode

Les stations ont été étudiées en utilisant la méthode du *Manta Tow* (Friedmann *et al.* 2008) pour le comptage des holothuries d'intérêt commercial sur des fonds compris entre 1,5 et 6 à 8 m selon la visibilité.

Un observateur se fait tracter par un bateau et la station est découpée en six transects de 300 m x 2 m, soit 600 m². La vitesse est très lente, le positionnement et la distance sont suivis à l'aide d'un GPS portable par un observateur en surface sur le bateau. La surface échantillonnée sur chaque station est de 3600 m² et les observateurs notent le nombre d'individus de chaque espèce. Chacun des six transects d'une station est enregistré avec un point GPS de départ et un de fin de transect, ce qui permet de connaître avec précision la zone échantillonnée pour les futurs suivis.

Résultats

Richesse spécifique

Quinze espèces d'holothuries d'intérêts commerciaux ont été observées pendant cette étude (Tableau 2).

Holothuria atra (75%) et *Bohadschia atra* (62,5%) sont les espèces les plus fréquemment observées sur les huit stations (Fig. 2). Plusieurs espèces n'ont été observées que sur une station : *Actinopyga cf. obesa*, *Bohadschia subrubra*, *B. vitiensis*, *Holothuria*



Figure 1. Situation de Mayotte dans le canal du Mozambique et emplacement des huit stations échantillonnées en décembre 2016 pour le suivi des holothuries d'intérêt commercial. Géomorphologie (punaies vertes : herbier ; punaises rouges : platiers ; punaises jaunes : pentes externes ; punaises noires : pentes internes) (H MTZA : Herbier de l'îlot Mtsamboro ; P CHOI : Platier de l'îlot Choizil ; P RANI : Platier du récif interne de Rani ; PE BAND : Pente externe de Bandréle ; PERF Kolo : Pente externe du récif frangeant de MtsangaKolo ; PI GRNE : Pente interne du grand récif Nord-Est ; PIRF PAM : Pente interne de récif frangeant de Pamandzi) (DigitalGlobe 2012³, Google Earth⁴).

³ <https://www.digitalglobe.com/>

⁴ <http://www.earth.google.com>

Tableau 1. Stations de suivis des populations d'holothuries d'intérêt commercial mises en place à Mayotte en décembre 2016, sites, points GPS (Pts GPS) en WGS84 avec longitude et latitude (en degré décimal), profondeur en mètre (Prof (m)), géomorphologie.

Stations	Sites	Pts GPS	Prof. (m)	Géomorphologie
H MTZA	Illet Mtzamboro Nord-Ouest	-12.649260 N 45.024623 E	2	Herbier clairsemé multispécifique dont l'espèce dominante est <i>Halodule univervis</i> – zones sableuses
P CHOI	Illet Choizil Ouest	-12.677271 N 45.050248 E	1.5 à 2	Platier subaffleurant de récif frangeant d'îlot avec une couverture corallienne faible – zones sableuses et détritiques
P RANI	Récif interne Rani Sud-Est	-12.941800 N 45.056871 E	4 à 8	Platier externe de récif interne à faible couverture corallienne – communautés algales – zones sableuses et détritiques
PI GRNE	Grand récif Nord-Est	-12.748483 N 45.279667 E	3	Pente interne de récif barrière avec des massifs coralliens dispersés sur une zone sableuse
PI SADS	Passe Sada Sud	-12.909540 N 44.969501 E	5 à 10	Pente interne de récif barrière exposée à l'océan avec des pâtés et travées à faible couverture corallienne – zones détritiques et sableuses
PE BAND	Bandréle	-12.906945 N 45.251620 E	4	Pente externe de récif barrière avec une couverture corallienne moyenne – zones sableuses et détritiques
PERF KOLO	Mtsanga Kolo Sazilé	-12.984490 N 45.197810 E	6	Pente externe de récif frangeant à couverture corallienne élevée – coraux mous – zones sableuses
PIRF PAM	Pamandzi	-12.812663 N 45.276269 E	3	Pente interne de récif frangeant de récif barrière avec des massifs coralliens dispersés dans une zone sableuse

Tableau 2. Holothuries d'intérêt commercial (Purcell 2014 ; Purcell *et al.* 2012 and 2013) observées à Mayotte en 2005a (Pouget), 2005b (Conand *et al.*), 2012 (Eriksson *et al.*), 2015 (Pareto *et al.*) et 2016 (« cette étude »), valeur commerciale et statut sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN 2016).

	2005a	2005b	2012	2015	« Cette étude »	Valeur commerciale	Statut UICN
<i>Actinopyga echinites</i>		x	x			Moyenne	Vulnerable
<i>Actinopyga caerulea</i>			x	x		Faible	Data Deficient
<i>Actinopyga mauritiana</i>	x	x	x	x	x	Moyenne	Vulnerable
<i>Actinopyga miliaris</i>		x	x	x	x	Moyenne	Vulnerable
<i>Actinopyga obesa</i>		x	x	x	x	Moyenne	Data Deficient
<i>Bohadschia atra</i>	x	x	x	x	x	Moyenne	Data Deficient
<i>Bohadschia marmorata</i>		x				Faible	Data Deficient
<i>Bohadschia vitiensis</i>	x	x	x	x	x	Faible	Data Deficient
<i>Bohadschia subrubra</i>	x	x	x	x	x	Moyenne	Data Deficient
<i>Holothuria atra</i>	x	x	x	x	x	Faible	Least concern
<i>Holothuria fuscogilva</i>		x	x	x	x	Forte	Vulnerable
<i>Holothuria fuscopunctata</i>		x	x		x	Moyenne	Least concern
<i>Holothuria nobilis</i>	x	x	x	x	x	Forte	Endangered
<i>Holothuria scabra</i>	x	x	x			Forte	Endangered
<i>Holothuria lessoni</i>		x				Forte	Endangered
<i>Pearsonothuria graeffei</i>		x	x	x	x	Faible	Least Concern
<i>Stichopus chloronotus</i>	x	x	x	x	x	Faible	Least Concern
<i>Stichopus herrmanni</i>		x	x	x	x	Moyenne	Vulnerable
<i>Thelenota ananas</i>	x	x	x	x	x	Forte	Endangered
<i>Thelenota anax</i>		x	x	x	x	Moyenne	Data Deficient
Total	9	19	18	15	15		

fuscogilva, *H. fuscopunctata*, *Pearsonothuria graeffei* et *Thelenota anax*.

La moyenne du nombre d'espèces observées par station sur les huit stations de cette étude est de 4,25 espèces ($\pm 1,5$). La station H MTZA, située dans le nord de Mayotte (Fig. 1 et Tableau 1), est la station la plus diversifiée de cette étude avec sept espèces

d'holothuries inventoriées (Fig. 4). La station PIRF PAM (Fig. 1 et Tableau 1) est la moins diversifiée avec seulement deux espèces recensées (Fig. 4).

Abondances

258 individus d'holothuries d'intérêt commercial ont été recensés sur les huit stations (Fig. 3).

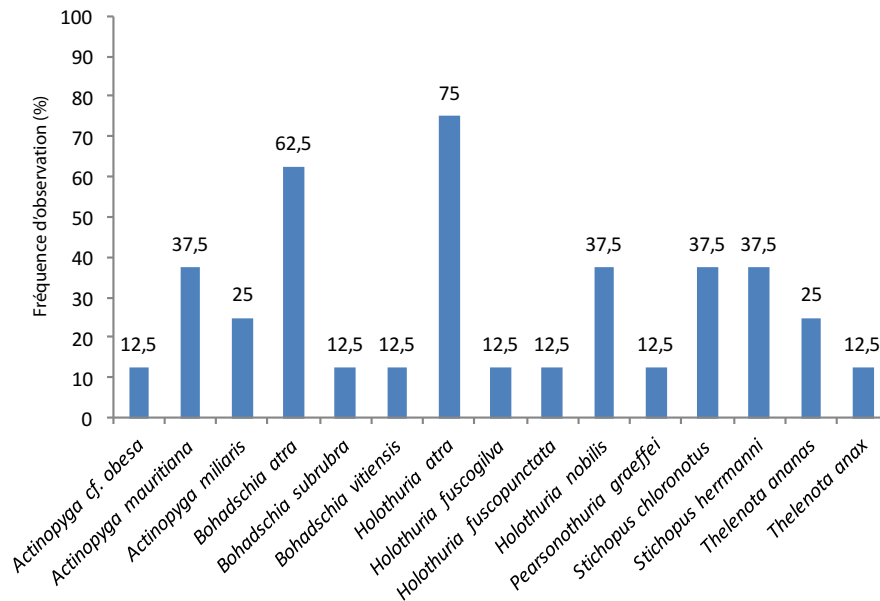


Figure 2. Fréquence d'observation en % du total (rapport du nombre de stations dans lesquelles l'espèce a été observée par le nombre total de stations) des holothuries d'intérêt commercial sur les huit stations suivies.

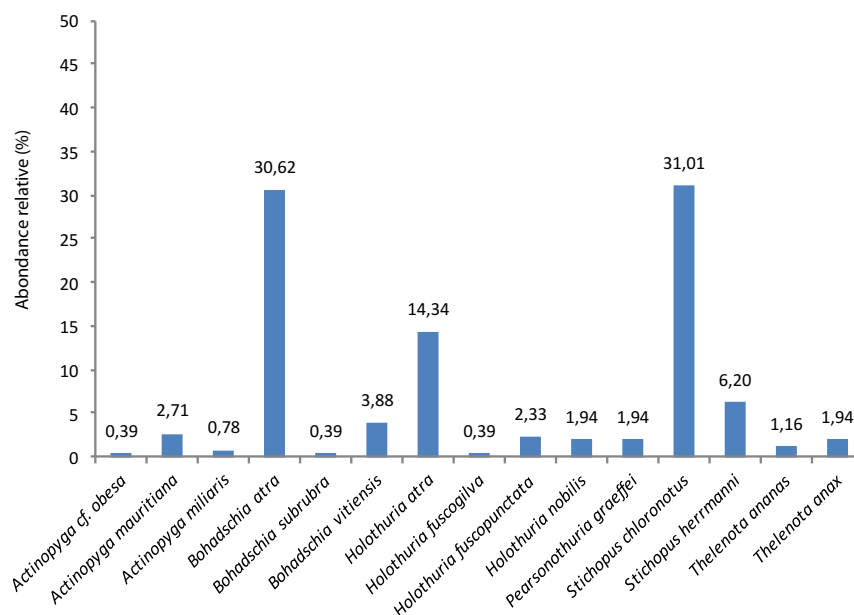
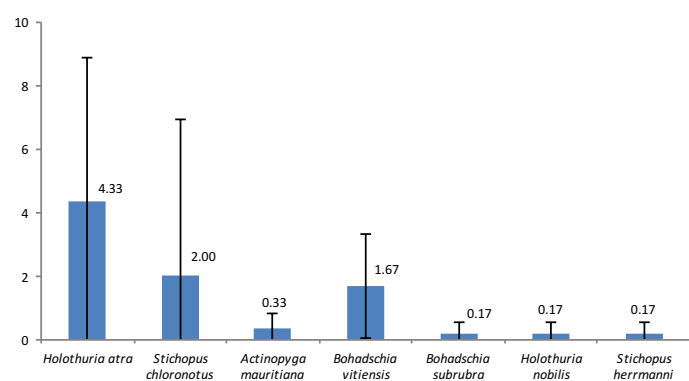
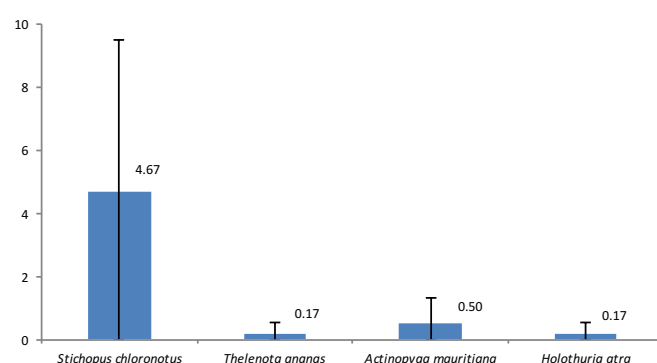


Figure 3. Abondance relative en % (rapport du nombre de spécimens d'une espèce par le nombre total d'holothuries) des différentes espèces d'holothuries d'intérêt commercial échantillonnées à Mayotte sur les huit stations suivies

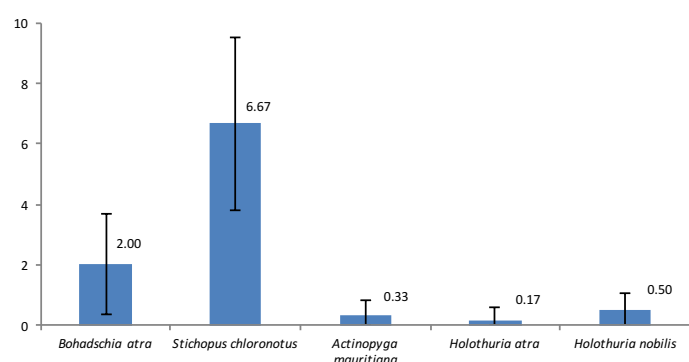
H MTZA



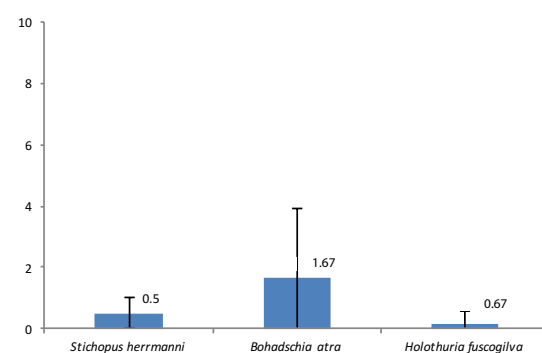
P CHOI



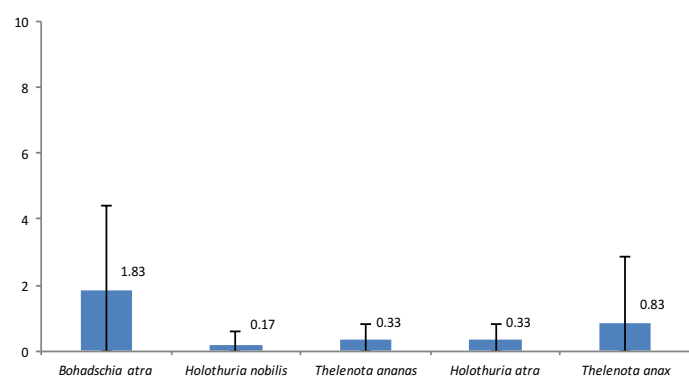
P RANI



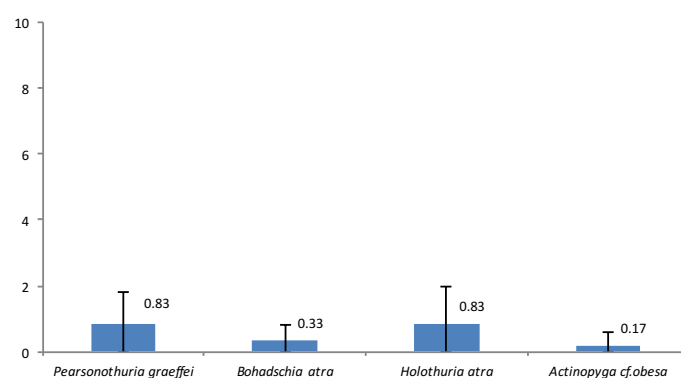
PI GRNE



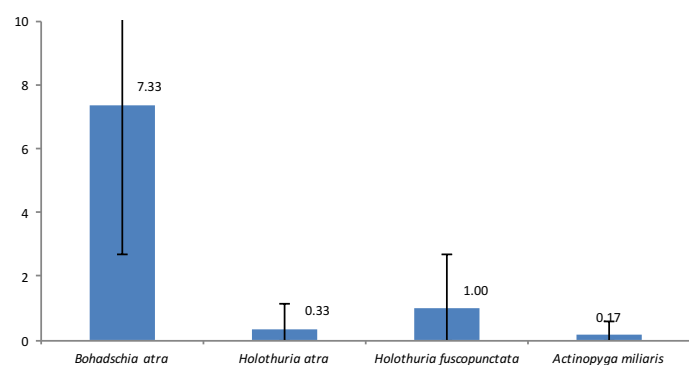
PI SADS



PE BAND



PERF KOLO



PIRF PAM

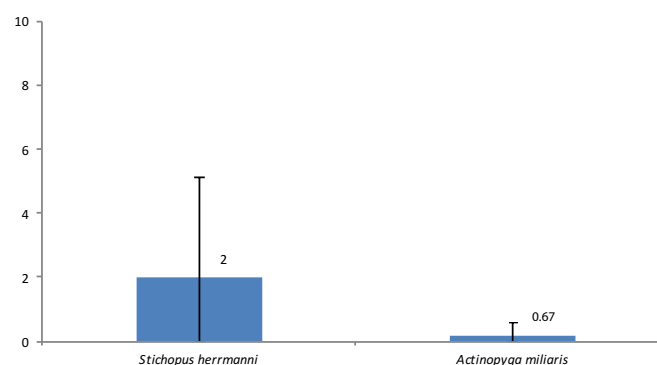


Figure 4. Abondance moyenne ($\pm$ écart type) des différentes espèces d'holothuries d'intérêt commercial en nombre d'individus par transect (600 m²) pour les huit stations échantillonnées (Tableau 1).

Stichopus chloronotus (31%) et *B. atra* (30,6%) sont les espèces les plus abondantes sur les huit stations avec respectivement un total de 80 et 79 individus recensés pour ces deux espèces. *S. chloronotus* est plus abondante au niveau des deux stations plats (Tableau 1 et Fig. 4) où elle représente 72% des abondances relatives avec un total de 68 individus observés sur ces deux stations. Cette espèce est également présente dans la station herbier (H MTZA) (Tableau 1), où elle représente 22,6% des abondances relatives avec 12 individus recensés, et est par contre absente des autres stations. *Bohadschia atra* est plus abondante au niveau de la station PERF KOLO (Tableau 1 et Fig. 4) où elle représente 83% de l'abondance relative avec 44 individus recensés. Cette espèce est également dominante sur les deux stations de pentes internes, PI SADS et PIRF PAM, avec 60% des abondances. *Holothuria atra* est plus abondante au niveau de la station herbier H MTZA avec 49,1% et 26 individus recensés, et présente des abondances plus faibles sur les cinq autres stations où elle a été recensée. *Actinopyga* cf. *obesa*, *B. subrubra* et *H. fuscogilva* présentent des abondances très faibles avec un seul individu recensé sur l'ensemble des stations.

Discussion

Quinze espèces d'holothuries ont été observées sur les huit stations mises en place lors de cette étude, ces espèces avaient déjà été inventoriées lors des études ultérieures (Pouget 2005 ; Conand *et al.* 2005 ; Eriksson *et al.* 2012 ; Pareto *et al.* 2015) et représentent les principales espèces d'holothuries d'intérêt commercial de Mayotte (Tableau 2). Eriksson *et al.* (2012) avait recensé 18 espèces d'holothuries d'intérêt commercial à Mayotte, dont *Holothuria scabra*, espèce notamment présente dans les herbiers et listée « Endangered » par l'IUCN (2016) et *Actinopyga echinites*, espèce présente à Mayotte sur les plats et listée « Vulnérable », ces deux espèces n'ont pas été observées lors de cette étude. Lors du recensement des ZNIEFF en 2014 (Pareto *et al.* 2015), 15 espèces d'holothuries d'intérêt commercial ont été échantillonnées, dont *Actinopyga caerulea* qui n'a pas été observé lors de cette étude. Dans la région, Samyn *et al.* (2006) a inventorié 20 espèces d'holothuries d'intérêt commercial aux Comores et Mulochau *et al.* (2007 and obs. pers.) a observé 11 espèces sur le banc du Geyser situé à 110 km dans le nord-est de Mayotte. Ces données ne tiennent pas compte des espèces considérées sans valeur commerciale.

Bohadschia atra, espèce décrite récemment (Maslin *et al.* 1999), est l'une des espèces les plus abondantes (avec *S. chloronotus*) et les plus fréquemment rencontrées (avec *H. atra*) lors de cette étude, ce qui

est également le cas aux Glorieuses (Mulochau and Guigou 2017). *Holothuria nobilis* et *T. ananas*, classées dans la catégorie « En danger » sur la liste rouge de l'IUCN (Conand *et al.* 2014) et confrontées à un risque très élevé d'extinction notamment en raison de leur surpêche dans cette zone de l'océan Indien, ont été observées sur quelques stations (Fig. 4) et présentent des abondances très faibles. *Actinopyga mauritiana*, *A. miliaris* et *H. fuscogilva*, également inventoriées lors de cette étude et classées dans la catégorie « Vulnérable » de l'IUCN, présentent également des abondances très faibles. Lors de l'étude de la distribution et de l'habitat des populations des holothuries de Mayotte réalisée en 2012 par Eriksson *et al.*, les espèces les plus fréquemment rencontrées et les plus abondantes étaient *B. atra*, *H. nobilis*, *T. ananas*, *H. atra*, *S. chloronotus* et *H. fuscopunctata*. L'échantillonnage fait en 2012 a été plus important et la comparaison semble difficile avec le suivi effectué dans le cadre de cette étude en raison du plus faible nombre de stations réalisées. Une étude plus approfondie serait nécessaire afin de pouvoir comparer les tendances d'évolution des abondances des populations d'holothuries d'intérêt commercial à Mayotte depuis 2012 afin de mieux mesurer les impacts qu'elles subissent. Néanmoins, les observations effectuées cette année semblent montrer que certaines espèces à haute valeur commerciale comme *H. nobilis* et *T. ananas*, ont été moins fréquemment observées et semblent moins abondantes que lors de l'étude de 2012. Certains sites, pressentis pour les futurs suivis et échantillonnés lors de cette étude, n'ont pas été retenues pour des suivis réguliers en raison de leurs trop faibles abondances et richesses en holothuries. Les valeurs très faibles de deux stations herbiers non retenues, représentant chacune une surface de 3600 m², sont remarquables : les herbiers sont en effet reconnus comme étant des habitats privilégiés par certaines espèces d'holothuries et leurs juvéniles (Muthiga and Conand 2014). Les huit stations mises en place permettront d'avoir un suivi temporel des abondances et de l'état des stocks à partir de l'estimation de 2016, offrant ainsi un socle solide pour la prise de mesures de gestion par le Parc Naturel Marin de Mayotte. Des suivis réguliers de l'ensemble de ces stations sont essentiels à la compréhension de l'évolution des populations d'holothuries d'intérêt commercial sur les récifs coralliens de Mayotte et cette étude devrait être complétée par l'installation d'autres stations notamment sur les pentes externes.

La pêche illicite des holothuries semble présente à Mayotte en 2016 (obs. pers.) malgré l'arrêté préfectoral interdisant la collecte de ces organismes. Cette pêche pourrait notamment être réalisée lors des pêches traditionnelles pratiquées à pied sur les

platiers des récifs frangeants (Aboutoïhi *et al.* 2010), mais également à l'aide d'embarcations sur les barrières récifales plus éloignées, comme au début des années 2000. Vue l'illégalité de cette pêche, les agents du Parc rencontrent des difficultés pour recueillir les quantités et les espèces impactées. Ces pêches ne semblent pas destinées à la consommation locale, une partie pourrait être transformée et conditionnée à terre avant exportation (obs. pers.), une autre partie pourrait être acheminée par bateaux directement après la pêche dans les pays proches (Madagascar, Comores).

L'ambition du Parc Naturel Marin de Mayotte est notamment de préserver l'éventail des écosystèmes présents de la côte vers le large : herbiers, mangroves, récifs coralliens, etc. Vu le rôle écologique primordial des holothuries au sein de l'écosystème récifal (Purcell *et al.* 2016), il paraît urgent de mettre en œuvre les moyens nécessaires pour empêcher la pêche illicite des holothuries sur les récifs de Mayotte, leur transport, conditionnement et mise en vente.⁵ D'autre part, dans de nombreuses régions impactées par la pêche, l'épuisement des espèces d'holothuries à haute valeur commerciale, implique une exploitation plus importante des espèces à valeur commerciale plus faible et sans valeur (Conand 2004 ; Purcell *et al.* 2012 ; Eriksson and Byrne 2013).

Le Parc Naturel Marin de Mayotte a un rôle essentiel à jouer dans la région du sud-ouest de l'océan Indien concernant la restauration des populations d'holothuries d'intérêt commercial. Les stocks se sont effondrés dans tous les pays de la zone et les récifs de Mayotte représentent un « hot spot » de la biodiversité corallienne, la diversité des habitats y est remarquable et le nombre d'espèces d'holothuries est important et vraisemblablement sous estimé. Les populations d'holothuries de Mayotte doivent être protégées afin qu'à travers la connectivité des populations et la dispersion des larves les stocks puissent se reconstituer dans le cadre de programmes de protection et de mises en place d'aires marines protégées au niveau des pays de la zone. Le Parc Naturel Marin de Mayotte devrait donc assurer la protection de ces populations d'holothuries et informer le public et les pêcheurs de leur rôle écologique majeur au sein de l'écosystème récifal.

Remerciements

Nous remercions le Parc naturel marin de Mayotte et l'Agence des aires marines Protégées pour avoir financé ce projet et permis la réalisation de cette mission. Nous remercions l'ensemble des agents du Parc pour leur professionnalisme, leur disponibilité, leurs observations, et plus particulièrement Jeanne Wagner, Marine Dedeken et Daphné Vial-Guthrie.

Bibliographie

- Aboutoïhi L., Saindou K. and Salaün P. 2010. La pêche à pied à Mayotte: la pratique des pêches à Mayotte. Mission d'étude pour la création d'un parc naturel marin à Mayotte, Agence des aires marines protégées. 32 p.
- Andréfouet S., Chagnaud N. and Kranenburg C.J. 2009. Atlas of Western Indian Ocean coral reefs. Nouvelle-Calédonie: Centre IRD-Nouméa. 157 p.
- Conand C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and Indian Ocean. p. 153–205. In: Toral-Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds). Sea cucumbers. A global review on fishery and trade. FAO Fisheries Technical Paper No. 516. Rome: FAO.
- Conand C. 2006. Harvest and trade: Utilization of sea cucumbers; sea cucumber fisheries; current international trade; illegal, unreported and unregulated trade; by-catch; socio-economic characteristics of the trade in sea cucumbers. p. 51–73. In: Bruckner A.W. (ed). The Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae. USA: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-34.
- Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilisation, an international overview. p. 13–23. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper (463).
- Conand C., Dinhut V., Quod J.P. et Rolland R. 2005. Eléments pour l'inventaire des holothuries de Mayotte, sud-ouest océan Indien. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 22:19–22.
- Conand C. and Muthiga N. 2007. Commercial sea cucumbers: A review for the Western Indian Ocean. WIOMSA Book Series No. 5. 66 p.
- Conand C., Polidoro B.A., Mercier A., Gamboa R.U., Hamel J-F. and Purcell S.W. 2014. L'évaluation des holothuries aspidochirotés pour la Liste rouge de l'UICN et ses implications. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 34:3–7.
- Eriksson H. and Byrne M. 2013. The sea cucumber fishery in Australia's Great Barrier Reef Marine Park follows global patterns of serial exploitation. Fish and Fisheries. doi: 10.1111/faf.12059.

- Eriksson H., Byrne M. and De la Torre-Castro M. 2012. Sea cucumber (Aspidochirotrida) community, distribution and habitat utilization on the reefs of Mayotte, Western Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 452:159–70.
- Eriksson H., Conand C., Lovatelli A., Muthiga N. and Purcell S. 2015. Governance structures and sustainability in Indian Ocean sea cucumber fisheries. *Marine Policy* 56:16–22.
- FAO. 2013. Report on the FAO Workshop on sea cucumber fisheries: An ecosystem approach to management in the Indian Ocean (SCEAM Indian Ocean). FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1038. 92 p.
- Friedman K., Purcell S., Bell J. and Hair C. 2008. Sea cucumber fisheries: a manager's toolbox. Monograph Series 135. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. <http://www.iucnredlist.org>. Accessed 6 March 2018.
- Marty N. 1993. Distribution et dynamique des sédiments des lagons Est et Nord-Est du lagon de Mayotte (SW océan Indien). Mémoire de Maîtrise en Océanologie Appliquée, Programme ERASMUS, Univ. Perpignan-Paris VI-Barcelone.
- Massin C., Rosolofonirina R., Conand C. and Samyn Y. 1999. A new species of *Bohadchia* (Echinodermata, Holothuroidea) from the Western Indian Ocean with a redescription of *Bohadchia subrubra* (Quoy and Gaimard, 1833). *Bulletin de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique, biologie*, 69:151–60.
- Mulochau T., Conand C. and Quod J.P. 2007. Les holothuries et autres échinodermes du Banc de Geyser (Mayotte - Océan Indien). *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 26:7–13
- Mulochau T. and Guigou A. 2017. Holothuries d'intérêt commercial des récifs de l'archipel des glorieuses (îles éparses, France), canal du Mozambique : abondances, tailles et impact de la pêche illicite. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 72(1):19–32.
- Muthiga N. and Conand C. 2014. Sea cucumbers in the western Indian Ocean: Improving management of an important but poorly understood resource. *WIOMSA Book Series* No. 14. 74 p.
- PARETO and ARVAM. 2015. Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) marines à Mayotte, Phase II. Liste des espèces et habitats déterminants et zones proposées pour une inscription en ZNIEFF de type I ou II. Données bibliographiques, méthodes d'inventaire terrain, d'inscription et de délimitation des ZNIEFF. Rapport final pour le compte de l'AAMP. 31 p.
- Pouget M. 2005. Abondance et distribution des holothuries présentes sur les platiers des récifs frangeants de Grande Terre à Mayotte (Océan Indien). *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 21:22–26
- Pouget M. 2004. La pêche des holothuries sur le système récifal de Mayotte (océan Indien). *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 19:37–40.
- Pouget M. and Wickel J. 2003. Étude sur l'exploitation des holothuries à Mayotte et évaluation du stock exploitable sur le récif frangeant. Rapport de stage. Bureau Environnement Marin Service des pêches et de l'Environnement Marin Direction de l'Agriculture et de la Forêt Collectivité Territoriale de Mayotte. 65 p.
- Purcell S.W. 2014. Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers. *PLoS ONE* 9(4): e95075. doi:10.1371/journal.pone.0095075.
- Purcell S.W., Conand C., Uthicke S. and Byrne M. 2016. Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 54:367–86.
- Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J-F., Toral-Granda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries* 14:34–59.
- Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes* (6), 150 p.
- Samyn Y., VandenSpiegel D. and Massin C. 2006. Taxonomie des holothuries des Comores. *Abc Taxa* vol 1: i-iii. www.abctaxa.be/downloads/volume-1-taxonomie-des-holothuries-des-comores. Accessed 6 March 2018.
- Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. 2008. Sea cucumbers. A global review on fishery and trade. *FAO Fisheries Technical Paper* (516). 319 p.

Reproduction asexuée dans une population de *Holothuria difficilis* (Echinodermata: Holothuroidea) à La Réunion

Philippe Bourjon¹ et Thomas Desvignes²

Résumé

La reproduction asexuée chez *Holothuria difficilis* a été suivie de mai 2016 à mai 2017 dans le récif de Saint-Gilles-La Saline à La Réunion. La population étudiée a une densité très faible (0,12 ind. m⁻² sur l'ensemble de l'étude, avec un maximum à 0,19 ind. m⁻²), comparée à celles qui ont été documentées ailleurs. Sa distribution éparse est une autre particularité de cette population, l'espèce étant caractérisée par des agrégations à forte densité. La reproduction asexuée au sein de cette population se produit toute l'année, mais un pic a été observé dans la période de transition entre l'été et l'hiver austral. Le pourcentage moyen de produits de scission dans la population est de 19,32%, avec des maxima dépassant de peu 40%. Ces valeurs sont faibles par rapport à celles relevées ailleurs chez cette espèce.

Introduction

De nombreuses espèces d'échinodermes peuvent se reproduire par voies sexuée et asexuée par scission ou fragmentation (Mladenov, 1996). L'holothurie *Holothuria (Platyperona) difficilis* Semper, 1868 fait partie de ces espèces. Après une première observation de scission transversale sur des spécimens préservés faite par Benham (1912), une description détaillée du processus de régénération chez cette espèce fut proposée par Deichmann (1922) à partir du même type de matériel.

Holothuria difficilis est une holothurie de petite taille. Sa longueur maximum chez un individu contracté est de 4 à 5 cm (Lawrence, 1980; Lee *et al.*, 2009) et de 12 cm chez un individu non contracté (Rowe, 1969; Samyn *et al.* 2006). L'espèce est largement répandue dans le bassin Indo-Pacifique et présente une distribution irrégulière composée d'importantes concentrations locales. Elle se trouve le plus souvent à faible profondeur sur les platiers des récifs coralliens (Rowe & Doty, 1977; Kerr, 1994; Conand et Mangion, 2003), ou à proximité du rivage en zone intertidale (Lee *et al.*, 2009).

La biologie de la reproduction de cette espèce est peu connue. La seule étude consacrée à la reproduction asexuée chez *H. difficilis*, menée à One Tree Island (OTI) sur la Grande Barrière de corail (Australie), montre que ce mode de reproduction a lieu toute l'année, avec un pic en début d'hiver austral (Lee *et al.*, 2009). L'objectif du présent article est de documenter la saisonnalité de la reproduction

asexuée dans une population de *H. difficilis* d'un récif de La Réunion.

Matériels et méthodes

Les observations ont été faites sur la côte ouest de l'île de La Réunion (21°07'S, 55°32'E), située dans le sud-ouest de l'océan Indien à environ 680 km à l'est de Madagascar, dans le récif frangeant de Saint Gilles-La Saline (Fig. 1A). Ce récif, d'une longueur de 7,6 km, d'une largeur maximale d'environ 500 m et d'une profondeur moyenne inférieure à 1,5 m, est séparé en deux parties par la Passe de l'Ermitage. Le site choisi pour l'étude, localisé dans la partie sud du récif, est situé à environ 80 m du front récifal et 425 m du rivage (21°5'45.47"S and 55°13'48.72"E; 21°5'44.68"S and 55°13'47.64"E) (Fig. 1B). Sa profondeur est de 0,3 à 0,8 m en fonction de la marée. Il est caractérisé par un substrat sablo-détritique occupé par quelques massifs de corail dégradé et de nombreux débris coralliens en forme de dalle (Fig. 1C). Il subit des houles d'alizés toute l'année avec un renforcement pendant l'hiver austral (de mai à octobre) et des épisodes de houles australes parfois violents (Tourand *et al.*, 2013). Ce récif est inscrit dans le périmètre de l'aire marine protégée « Réserve Naturelle Marine de La Réunion » (GIP-RNMR), le site d'étude est en zone de protection renforcée de niveau 2a.

La mesure des tailles a été préférée à celle des poids malgré la contractilité des holothuries : en effet, d'une part l'hydrodynamisme du site rendait les pesées sur place impraticables, d'autre part une

¹ Les Sentinelles du Récif, réseau d'observateurs volontaires de la Réserve Nationale Naturelle Marine de La Réunion (GIP-RNMR) France.

² Institute of Neuroscience, University of Oregon, 97401-1254 OR, Eugene, USA. Email: desvignes@uoneuro.uoregon.edu

* Auteur correspondant : seizhavel@wanadoo.fr

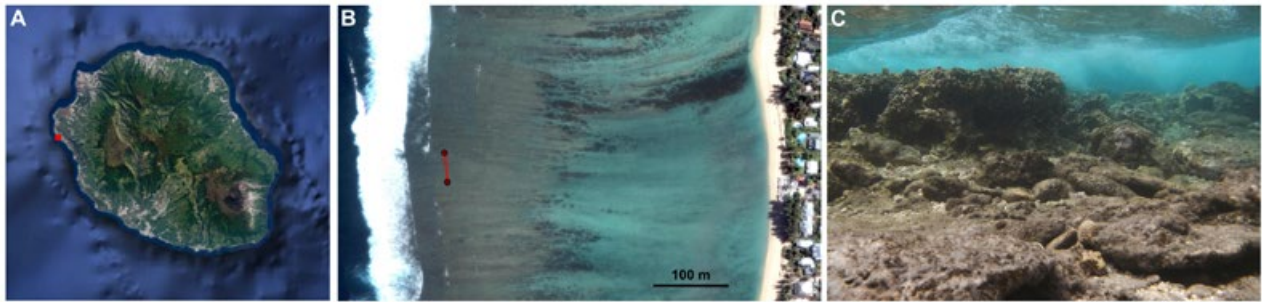


Figure 1. A) L'île de La Réunion (le point rouge situe le récif de Saint Gilles-La Saline). B) Site d'étude et localisation du transect (ligne rouge) près du front récifal. C) Habitat typique de *Holothuria difficilis* dans le récif de Saint-Gilles-La Saline (La Réunion). Cet habitat est caractérisé par la présence de blocs de corail mort en forme de dalle éparpillés sur un substrat sablo-détritique, et par un fort hydrodynamisme.

collecte des individus observés, en vue d'une pesée sur le rivage puis d'un remplacement sur le site, n'était pas envisageable.

Un transect de 40 m x 5 m (200 m²) parallèle au front récifal a été matérialisé sur un site où des agrégations de *H. difficilis* avaient été observées auparavant. Il a été suivi une fois par mois en fin de matinée du 15 mai 2016 au 15 mai 2017. Les observations ont été faites en plongée libre [snorkeling]. Tous les individus observés sur le transect ont été mesurés puis photographiés *in situ*. Les caractéristiques morphologiques suivantes ont ensuite été relevées : 1) état de l'individu : individu « complet » [whole individual] (W), ou produit de scission [regenerating individual] (R), et 2) état de contraction défini par l'aspect du corps : non contracté (nc) ou contracté (c). Chez les individus issus de scission les caractéristiques suivantes ont aussi été notées : 1) nature de la partie issue de la scission quand elle était déterminable : partie antérieure régénérant une partie postérieure [anterior part] (AP), partie postérieure régénérant une partie antérieure [posterior part] (PP), ou individus chez lesquels l'axe antéro-postérieur n'a pas pu être déterminé (P ?), et 2) mesure de la longueur de la partie en régénération.

Tous les produits de scission observés avaient commencé à régénérer leur partie manquante. Tous les individus observés étaient cachés sous des débris

coralliens qui ont été retournés avec précaution et replacés après observation. Aucun individu n'a été prélevé.

Les W (Fig. 2A) et les R (Fig. 2B) sont aisément différenciables grâce à la couleur jaune orange de la partie en régénération, qui contraste avec le brun foncé uniforme des W. Ils sont aussi faciles à différencier des juvéniles, qui sont orangé à jaune-vert plus ou moins clair et uniforme (Fig. 2C).

Par ailleurs, des parcours aléatoires de deux heures chacun allant du rivage aux brisants ont été effectués une fois par mois par deux observateurs dans six sites différents (trois au nord de la Passe de l'Ermitage et trois au sud), pour permettre des estimations de densité et de distribution de l'espèce, ainsi que sur la possible présence d'individus en régénération.

Résultats

La très faible densité de *H. difficilis* dans le récif de Saint-Gilles-La Saline, atypique pour l'espèce, limite l'analyse quantitative des mesures faites sur le transect puisque sur 13 échantillonnages seuls 5 ont permis l'observation de 30 individus ou plus (mai 2016 et février-mars-avril-mai 2017). D'autre part, il a été impossible d'estimer le nombre d'individus recomptés pendant les échantillonnages



Figure 2. A) Individu complet, ≈3.5 cm. B) Produit de scission régénérant une partie antérieure (PP), ≈2 cm. C) Juvénile, ≈1.75 cm. Les barres d'échelle correspondent à 1 cm.

successifs, mais les fortes variations de la densité des W, et dans une moindre mesure de celle des R, permettent de supposer que ce biais reste mineur. Il n'a pas été non plus possible d'estimer les taux de recrutement, d'émigration et d'immigration sur le transect, ni le taux de mortalité puisque l'effectif de la population n'est pas resté constant.

Structure de la population

Tailles

L'étude a permis de mesurer 326 individus, dont 263 W et 63 R. 86,8% étaient contractés (n=283), et 13,2% étaient non contractés (n=43). La prévalence dans l'échantillon des individus contractés est probablement due au stress lié au retournement des blocs sous lesquels les individus se cachaient, qui les exposait à la lumière et au courant. Les petits et les grands individus étaient minoritaires : 4,91 %

des individus avaient une taille inférieure à 2.0 cm (n = 16) et 9,20 % avaient une taille supérieure à 5.0 cm (n = 30) (Fig. 3A).

Les W avaient une taille médiane de 3,3 cm, celle des R était de 3,0 cm (Fig. 3A-B). Les R, quelle que soit la partie en régénération (i.e. AP, PP et P ?), étaient significativement plus petits que les W mais étaient de tailles similaires entre eux (Fig. 3B). Parmi les W, comme parmi les R, les individus contractés étaient significativement plus petits que les individus non contractés (Fig. 3C). La contraction affecte donc la mesure de la taille de l'individu. Par conséquent, l'inclusion des mesures des individus contractés induit un biais dans l'estimation de la taille moyenne des individus de la population. La taille moyenne des individus non contractés dans la population totale était de $4,61 \pm 1,42$ cm (n = 43), celle des W-nc était de $5,13 \pm 1,43$ cm (n = 29) et celle des R-nc était de $3,59 \pm 0,75$ cm (n=14) (Fig. 3C).

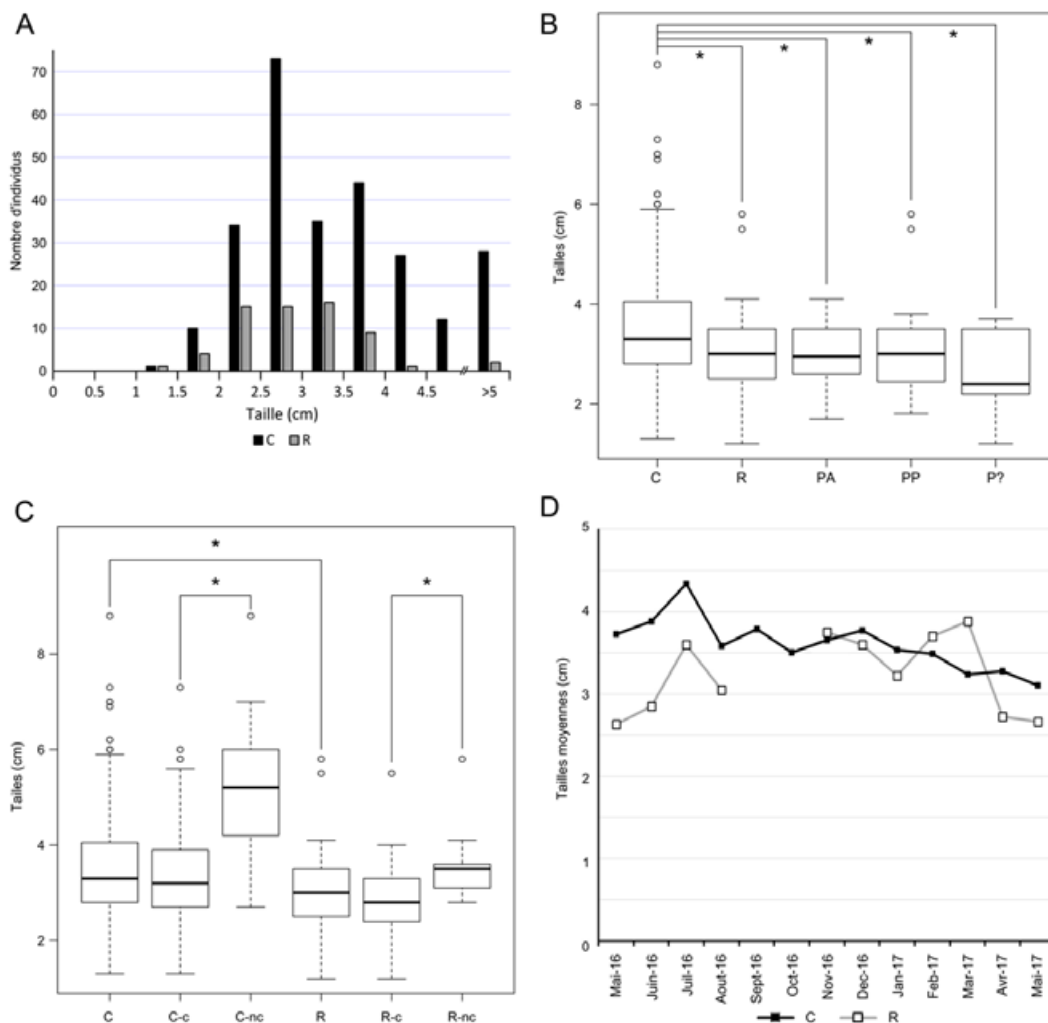


Figure 3. A) Distribution des fréquences de taille des individus complets (C, colonnes noires) et des produits de scission (R, colonnes grises) sur le transect durant les 13 mois de l'étude. B) Les produits de scission (R, PA, PP, et P?) sont significativement plus petits que les individus complets (C). C) Etat de contraction (c = contracté, nc = non contracté). D) Variations des tailles moyennes pendant la durée de l'étude. Aucune donnée n'est disponible pour les R en septembre et octobre 2016 (aucun individu n'a été observé). * indique une différence significative ($p < 0,05$).

La taille moyenne de tous les individus observés pendant la période d'étude était de $3,51 \pm 1,07$ cm, avec une médiane à 3,2 cm, un maximum en juillet 2016 ($4,27 \pm 1,66$ cm, $n = 11$) et un minimum en mai 2017 ($2,98 \pm 1,07$ cm, $n = 32$) (Fig. 3D).

Il n'a été observé que cinq juvéniles durant les parcours aléatoires, et aucun sur le transect. La taille de ces individus était inférieure à 2 cm.

Densités

La densité moyenne de la population étudiée a subi de fortes fluctuations au cours de l'étude (Fig. 4A). Elle était en moyenne de $0,12$ ind. m^{-2} ($n = 326$) sur 13 mois avec un maximum observé en mai 2016 ($0,19$ ind. m^{-2} , $n = 39$) et un minimum en juillet 2016 ($0,06$ ind. m^{-2} , $n = 11$). Elle a connu un autre pic en septembre 2016 ($0,13$ ind. m^{-2} , $n = 26$), succédant à une diminution brutale de mai à juillet et précédant une nouvelle diminution jusqu'en novembre. Une augmentation régulière de cette densité de décembre 2016 à avril 2017 a été observée, elle était en avril de $0,18$ ind. m^{-2} ($n = 36$). La densité moyenne des W sur la durée de l'étude était de $0,1$ ind. m^{-2} ($n = 263$) et celle des R était de $0,02$ ind. m^{-2} ($n = 63$) (Fig. 4A).

Les estimations qualitatives faites durant les parcours aléatoires suggéraient que *H. difficilis* était présente à de très faibles densités dans la plupart des zones du platier proches du front récifal. En

dehors de rares zones d'un ou deux mètres carrés où les densités étaient plus fortes (de l'ordre de 5 ind. m^{-2}), tous les individus observés étaient isolés, souvent à plus de 20 m les uns des autres.

Reproduction asexuée

Aucun individu en cours de scission, de cicatrisation ou en phase de régénération des organes internes (i.e. sans partie en régénération visible) n'a été observé sur le transect ni durant les parcours aléatoires. Le pourcentage moyen des R était de 19,32% de la population étudiée, avec des taux supérieurs à 20% en mai, juin et novembre 2016 (41,02%, 42,85% et 26,66% respectivement) (Fig. 4B), et en avril et mai 2017 (22,22% et 28,12%, respectivement). En septembre et octobre 2017, aucun R n'a été observé sur le transect (Fig. 4A-B), bien que trois R aient été observés en parcours aléatoire. Parmi les R, on a dénombré 32 PP, 26 AP et cinq individus chez lesquels l'axe antéro-postérieur n'a pas pu être déterminé. La partie originelle représentait en moyenne $77,65 \pm 12,23\%$ de la longueur du corps chez les R ($77,54\% \pm 14,72\%$ chez les R-nc, $n = 14$) (Fig. 4C). La partie originelle des PP était en moyenne de $76,82\% \pm 14,53\%$ de la longueur du corps ($78,14 \pm 20,08\%$ chez les PP-nc, $n=6$), celle des AP était de $79,60 \pm 9,22\%$ ($78,63 \pm 12,28\%$ chez les AP-nc, $n = 8$) (Fig. 4C). La taille de la partie originelle était en moyenne de $2,57 \pm 0,41$ cm chez les AP-nc ($n = 8$) et de $3,03 \pm 1,28$ cm chez les PP-nc ($n = 6$).

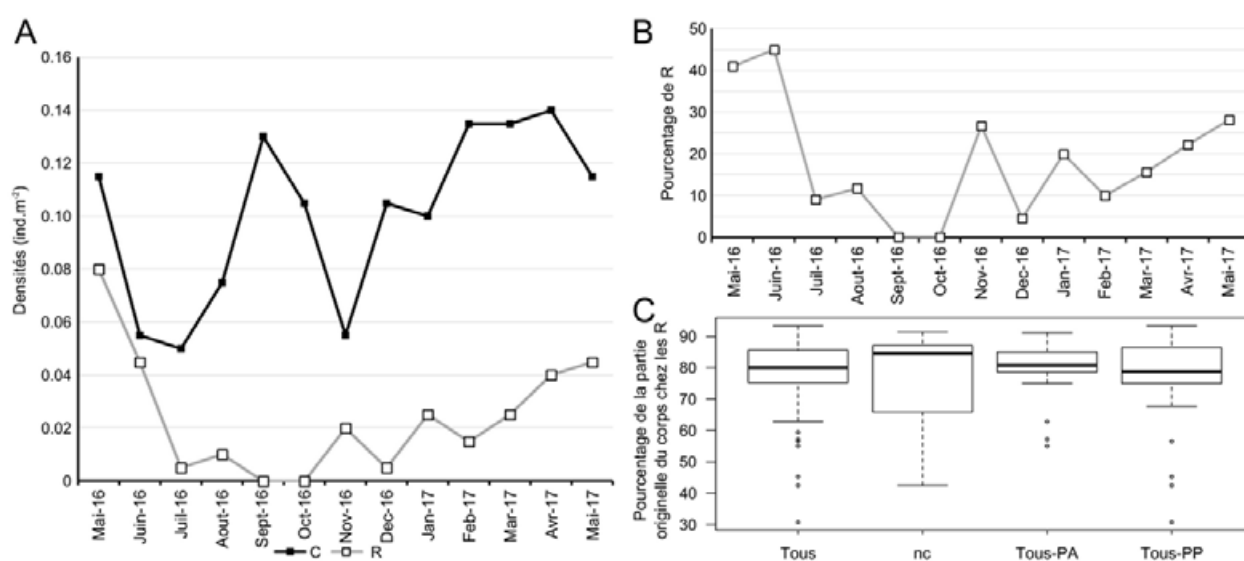


Figure 4. A) Distribution de la densité moyenne (individus par m^2) des individus complets (C, ligne noire) et des produits de scission (R, ligne grise) sur le transect. B) Distribution du pourcentage des R dans la population. C) Pourcentages de la partie originelle dans la longueur du corps chez les R.

Discussion

Structure de la population

Taille

La taille moyenne des individus de la population échantillonnée ($3,51 \pm 0,7\text{cm}$) a peu évolué pendant la durée de l'étude. Elle était de $4,61 \text{ cm} \pm 1,42 \text{ cm}$ ($n = 43$) chez les individus non contractés, ce qui est proche de la taille moyenne de 4 cm estimée à Enewetak Atoll par Bakus (1968), et de la taille maximale relevée par Lawrence (1980) dans d'autres populations du même atoll (4 cm contracté). En revanche, la distribution des tailles entre La Réunion et OTI est très différente. Lee *et al.* (2009) observent à OTI une population dominée par des individus d'une taille inférieure à 2 cm et composée majoritairement d'individus issus de scission, alors qu'à La Réunion plus de 95% des individus mesurés ont une taille supérieure à 2 cm dans une population constituée de moins d'un cinquième d'individus issus de scission. De plus, Lee *et al.* (2009) estiment à 5 cm la longueur maximale des individus à OTI. Dans la population étudiée à La Réunion les individus dont la taille est supérieure à 5 cm représentent 9,20% de la population ($n = 30$) et les tailles maximales mesurées sont 8,8 cm (nc) sur le transect et 10,9 cm (nc) en parcours aléatoire. Ces différences de distribution de tailles peuvent être liées aux faibles pourcentages de produits de scission observés à La Réunion comparés à ceux qui ont été documentés à OTI, ou à un recrutement sexué vraisemblablement limité. Nous n'avons en effet observé que 11 W sur 263 (4,18%) dont la taille soit inférieure ou égale à 2 cm, ce qui suggère que le recrutement issu de la reproduction sexuée est faible ou que le taux de mortalité des larves et/ou des juvéniles est élevé. Ces deux

hypothèses sont soutenues par le fait qu'il n'a été observé que 5 juvéniles en parcours aléatoire pendant les 13 mois de l'étude.

Chez les R contractés, la partie en régénération n'était que peu ou pas du tout contractée, cette particularité étant probablement liée au faible diamètre des muscles longitudinaux en régénération par rapport au diamètre de ceux de la partie originelle (Conand *et al.*, 1997).

Habitat et densité

L'habitat privilégié par *H. difficilis* à La Réunion est identique à celui qui a été majoritairement documenté ailleurs : sur des platiers semi-exposés ou exposés (Conand et Mangion, 2003; Lee *et al.*, 2009; Kerr, 2014; Lawrence, 1980) et près des fronts récifaux (Rowe and Doty, 1977; Kerr, 1994), ces habitats étant caractérisés par une très faible profondeur et un hydrodynamisme important. La distribution spatiale éparse de l'espèce dans le récif de Saint Gilles-La Saline est en revanche différente de la distribution en zones de forte densité documentée ailleurs.

La densité de la population étudiée dans le récif de Saint Gilles-La Saline (0,12 ind. m^{-2}) est la plus faible de celles qui ont été documentées (Tableau 1). On estime que les fortes densités relevées chez certaines holothuries tropicales sont liées à la reproduction asexuée, qui serait susceptible de maintenir – et parfois d'augmenter – la densité des populations (Emson & Mladenov, 1987; Chao *et al.*, 1993, 1994; Conand, 1996; Uthicke, 1997, 2001; Conand *et al.*, 1998, 2002; Uthicke & Conand, 2005; Lee *et al.*, 2009; Pirog *et al.*, 2017). Nos observations suggèrent qu'à La Réunion la population pourrait se maintenir, bien qu'à très faible densité, grâce à la reproduction

Tableau 1. Densités documentées chez *Holothuria difficilis* avec les localités, la durée de l'échantillonnage et les références bibliographiques

Localité	Durée	Densité estimée	Référence
Atoll Enewetak, Îles Marshall	1 mois	1.4 à 32 ind. 900 cm^{-2} . Maximum 130 ind. m^{-2} le jour et 200 ind. m^{-2} la nuit	Bakus 1968
Atoll Enewetak, Îles Marshall	nd	324 ind. m^{-2}	Lawrence 1980
Kosrae, Îles Carolines	3 mois	572 ind. 100 m^{-2} (abondance)	Kerr 1994
Île One Tree, GBA, Australie	Octobre 2006 (durée nd)	102 ind. m^{-2}	Lee <i>et al.</i> 2009
Île Fantome, GBA, Australie	nd	247 ind. m^{-2}	Uthicke obs. pers., cité dans Lee <i>et al.</i> 2009
La Réunion	13 mois (une fois par mois)	0.12 ind. m^{-2}	Cette étude

asexuée puisque 1) son pic de mai 2016 est lié à la plus forte densité des R sur toute la durée de l'étude (0,08 ind. m⁻², n = 16), 2) son pic de septembre 2016 pourrait être lié à la croissance de R observés en mai 2016 (il est concomitant à un pic de densité chez les W et à une absence des R), 3) son pic d'avril 2017 est lié à l'augmentation de la densité dans les deux populations depuis janvier. De plus, la similitude des densités en mai 2016 (0,19 ind. m⁻², n = 39) et avril 2017 (0,18 ind. m⁻², n = 36), soit pendant les périodes de fortes densités des R, suggère que la densité globale se maintient sur un cycle d'un an grâce à la reproduction asexuée, dont l'apport pourrait donc compenser la mortalité et l'émigration dans cette population.

Reproduction asexuée

Les produits de scission représentent 19,32% de la population étudiée sur 13 mois avec deux pics à plus de 40%. Deichmann (1922) en décompte 68,29% sur les 123 individus échantillonnés sous le synonyme *Actinopyga parvula*, et Lee *et al.* (2009, Figure 3A) en comptent plus de 30% dans 9 échantillonnages sur 10 répartis sur 20 mois, avec des pics à plus de 60%. Les pourcentages de produits de scission relevés dans la population étudiée à La Réunion semblent donc faibles pour l'espèce.

Saisonnalité

La présence régulière d'individus en régénération, observée sur le transect ou en parcours aléatoire pendant toute la durée de l'étude, suggère que la reproduction asexuée chez *H. difficilis* a lieu toute l'année dans le récif de Saint Gilles-La Saline. Cependant, les pourcentages mensuels de produits de scission supérieurs à 20% de la population évoquent deux périodes de plus forte intensité de ce mode de reproduction. La première, en mai et juin, constitue un pic, la seconde se situe en novembre mais la faible taille de l'échantillon de ce mois (11 W et 4 R) limite l'interprétation de ces données. La reproduction asexuée chez *H. difficilis* à OTI a lieu, elle aussi, toute l'année avec un pic de présence des individus issus de scission en mai, mais à la différence de la population étudiée à La Réunion le pourcentage des individus issus de scission est supérieur à 50% de mai à septembre, soit pendant tout l'hiver austral. Toutefois les pics de présence d'individus ayant commencé à régénérer leur partie manquante ne témoignent qu'indirectement de la période des pics de scission (Dolmatov, 2014), puisque la régénération des organes internes est antérieure à l'apparition d'un segment en régénération. La durée de la régénération des organes internes chez *H. difficilis* n'est pas connue. Elle est comprise entre un et deux mois après scission induite chez de nombreuses espèces (Kille, 1942; Uthicke, 1997; Purwati *et al.*, 2009; Dolmatov

et al., 2012), bien qu'elle puisse aller au-delà pour d'autres espèces (Reichenbach & Holloway, 1995). Il est donc probable que les pics de scission soient antérieurs au mois de mai à La Réunion comme à OTI (où les individus observés présentaient eux aussi divers stades de régénération de leur partie manquante), et se situent en fin d'été austral. Les latitudes des deux îles dans l'hémisphère sud étant similaires, il est possible que des facteurs abiotiques favorisant la reproduction asexuée tels que les variations saisonnières de la photopériode (Mladenov, 1996; Conand *et al.*, 2002) ou les températures océaniques de surface, qui atteignent leurs valeurs maximales à cette période (Donguy and Meyers, 1996; Conand *et al.*, 2007), soient déterminants pour les deux populations.

Taux de survie des AP/PP

La faible différence dans le nombre des individus AP et PP observés (44,8% et 55,2%, respectivement) suggère un taux de survie relativement équilibré des parties, ce qui est en accord avec la composition de l'échantillon de Deichmann (1922), dans lequel on trouve 48,8% d'AP et de 51,2% de PP. Des taux de survie similaires se rencontrent généralement chez les espèces dont le site de scission avoisine le milieu du corps, comme *Stichopus chloronotus* (Conand *et al.*, 1998, 2002), *Holothuria atra* (Conand, 1996; Thorne & Byrne, 2013) malgré des différences régionales (Uthicke, 2001), ou *H. parvula* (Emson & Mladenov, 1987), alors que dans d'autres espèces la partie postérieure connaît un taux de survie plus élevé (see for review Thorne & Byrne, 2013).

Site de scission

L'emplacement auquel a lieu la scission sur le corps semble être spécifique à chaque espèce (Purwati, 2004 ; Dolmatov, 2014), mais il n'a pas été documenté chez *H. difficilis*. Bien que ni scission en cours, ni individus en cours de cicatrisation n'aient pu être observés durant l'étude, nos résultats permettent de supposer que la scission chez cette espèce pourrait se produire à proximité du milieu du corps. En se basant sur la taille moyenne de la partie originelle chez les individus AP-nc et PP-nc, dont les tailles ne sont pas modifiées par une contraction (2.57 ± 0.41 cm et 3.03 ± 1.28 cm respectivement), la taille moyenne des individus non contractés avant scission pourrait être de 5.60 ± 1.69 cm (ce qui serait en accord avec l'hypothèse de Lee *et al.* (2009), qui suggèrent que la scission ne pourrait se produire qu'à partir d'une taille de 4 à 5 cm dans l'espèce). Cette taille placerait le site de scission à 46% du corps en partant de la bouche. Ce site de scission proche du milieu du corps se rencontre dans la majorité des espèces chez lesquelles cette question a été documentée (voir Dolmatov, 2014, Tableau 1).

Conclusion

La présente étude est la seconde à documenter la reproduction asexuée de *H. difficilis*, espèce dont la biologie est peu connue. Elle a montré des similitudes avec la première étude effectuée dans le Pacifique (Lee *et al.*, 2009), notamment au sujet de l'habitat privilégié de l'espèce et de la période du pic de reproduction asexuée. Notre étude a aussi mis en évidence des différences, notamment en ce qui concerne la distribution des fréquences de taille des individus. La population étudiée à La Réunion présente de plus deux différences frappantes avec toutes les études précédentes : une répartition dispersée sans agrégations et des densités très faibles, sans commune mesure avec celles qui ont été documentées pour cette espèce.

Remerciements

Nous remercions Chantal Conand (Université de La Réunion) et François Michonneau (Florida Museum of Natural History, FLMNH) pour leurs encouragements à mener cette étude, et Chantal Conand pour ses remarques sur le manuscrit. Nous remercions également Jean-Pascal Quod (ARVAM) pour son aide dans la géolocalisation du transect et pour la création de la figure 2B, ainsi qu'Elisabeth Morcel (Les Sentinelles du Récif, RNMR) pour son assistance efficace sur le terrain.

Bibliographie

- Aboutoïhi L., Saindou K. and Salaün P. 2010. La pêche à pied à Mayotte: la pratique des pêches à Mayotte. Mission d'étude pour la création d'un parc naturel marin à Mayotte, Agence des aires marines protégées. 32 p.
- Andréfouet S., Chagnaud N. and Kranenburg C.J. 2009. Atlas of Western Indian Ocean coral reefs. Nouvelle-Calédonie: Centre IRD-Nouméa. 157 p.
- Conand C. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and Indian Ocean. p. 153–205. In: Toral-Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds). Sea cucumbers. A global review on fishery and trade. FAO Fisheries Technical Paper No. 516. Rome: FAO.
- Conand C. 2006. Harvest and trade: Utilization of sea cucumbers; sea cucumber fisheries; current international trade; illegal, unreported and unregulated trade; by-catch; socio-economic characteristics of the trade in sea cucumbers. p. 51–73. In: Bruckner A.W. (ed). The Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae. USA: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-34.
- Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilisation, an international overview. p. 13–23. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper (463).
- Conand C., Dinhut V., Quod J.P. and Rolland R. 2005. Éléments pour l'inventaire des holothuries de Mayotte, sud-ouest océan Indien. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 22:19–22.
- Conand C. and Muthiga N. 2007. Commercial sea cucumbers: A review for the Western Indian Ocean. WIOMSA Book Series No. 5. 66 p.
- Conand C., Polidoro B.A., Mercier A., Gamboa R.U., Hamel J-F. and Purcell S.W. 2014. L'évaluation des holothuries aspidochirotés pour la Liste rouge de l'UICN et ses implications. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 34:3–7.
- Eriksson H. and Byrne M. 2013. The sea cucumber fishery in Australia's Great Barrier Reef Marine Park follows global patterns of serial exploitation. Fish and Fisheries. doi: 10.1111/faf.12059.
- Eriksson H., Byrne M. and De la Torre-Castro M. 2012. Sea cucumber (Aspidochirotida) community, distribution and habitat utilization on the reefs of Mayotte, Western Indian Ocean. Marine Ecology Progress Series 452:159–70.
- Eriksson H., Conand C., Lovatelli A., Muthiga N. and Purcell S. 2015. Governance structures and sustainability in Indian Ocean sea cucumber fisheries. Marine Policy 56:16–22.
- FAO. 2013. Report on the FAO Workshop on sea cucumber fisheries: An ecosystem approach to management in the Indian Ocean (SCEAM Indian Ocean). FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1038. 92 p.
- Friedman K., Purcell S., Bell J. and Hair C. 2008. Sea cucumber fisheries: a manager's toolbox. Monograph Series 135. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. <http://www.iucnredlist.org>. Accessed 6 March 2018.
- Marty N. 1993. Distribution et dynamique des sédiments des lagons Est et Nord-Est du lagon de Mayotte (SW océan Indien). Mémoire de Maîtrise en Océanologie Appliquée, Programme ERASMUS, Univ. Perpignan-Paris VI-Barcelone.

- Massin C., Rosolofonirina R., Conand C. and Samyn Y. 1999. A new species of *Bohadchia* (Echino-dermata, Holothuroidea) from the Western Indian Ocean with a redescription of *Bohad- schia subrubra* (Quoy and Gaimard, 1833). Bul- letin de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique, biologie, 69:151–60.
- Mulochau T., Conand C. and Quod J.P. 2007. Les holothuries et autres échinodermes du Banc de Geyser (Mayotte - Océan Indien). La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 26:7–13
- Mulochau T. and Guigou A. 2017. Holothuries d'intérêt commercial des récifs de l'archipel des glorieuses (îles éparses, France), canal du mozambique : abondances, tailles et impact de la pêche illicite. Revue d'Ecologie (Terre et Vie) 72(1):19–32.
- Muthiga N. and Conand C. 2014. Sea cucumbers in the western Indian Ocean: Improving management of an important but poorly understood resource. WIOMSA Book Series No. 14. 74 p.
- PARETO and ARVAM. 2015. Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) marines à Mayotte, Phase II. Liste des espèces et habitats détermi- nants et zones proposées pour une inscription en ZNIEFF de type I ou II. Données bibli- ographiques, méthodes d'inventaire terrain, d'inscription et de délimitation des ZNIEFF. Rapport final pour le compte de l'AAMP. 31 p.
- Pouget M. 2005. Abondance et distribution des holothuries présentes sur les platiers des récifs frangeants de Grande Terre à Mayotte (Océan Indien). La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 21:22–26
- Pouget M. 2004. La pêche des holothuries sur le système récifal de Mayotte (océan Indien). La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 19:37–40.
- Pouget M. and Wickel J. 2003. Etude sur l'exploitation des holothuries à Mayotte et évaluation du stock exploitable sur le récif frangeant. Rap- port de stage. Bureau Environnement Marin Service des pêches et de l'Environnement Marin Direction de l'Agriculture et de la Forêt Collectivité Territoriale de Mayotte. 65 p.
- Purcell S.W. 2014. Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers. PLoS ONE 9(4): e95075. doi:10.1371/journal.pone.0095075.
- Purcell S.W., Conand C., Uthicke S. and Byrne M. 2016. Ecological roles of exploited sea cucum- bers. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 54:367–86.
- Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J-F., Toral-Ganda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries 14:34–59.
- Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Com- mercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes (6), 150 p.
- Samyn Y., VandenSpiegel D. and Massin C. 2006. Taxonomie des holothuries des Comores. Abc Taxa vol 1: i-iii. www.abctaxa.be/down- loads/volume-1-taxonomie-des-holothuries- des-comores. Accessed 6 March 2018.
- Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. 2008. Sea cucumbers. A global review on fishery and trade. FAO Fisheries Technical Paper (516). 319 p.

Préférences alimentaires de quatre espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de posidonies de la région de Mostaganem (Algérie)

Nor Eddine Belbachir^{1,2} et Karim Mezali²

Résumé

Une analyse des contenus digestifs de quatre espèces d'holothuries aspidochirotés (*Holothuria poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) de deux localités de la région de Mostaganem en Algérie – (Stidia et Salamandre – a été réalisée afin d'avoir un aperçu sur les différentes sources trophiques utilisées et appréciées par ces animaux.

Nos résultats montrent que les holothuries étudiées s'alimentent à partir de diatomées, cyanophycées, algues macrophytes, feuilles de posidonie vivantes et mortes, foraminifères, crustacés, coquilles de mollusques bivalves, spicules d'éponge et nématodes. Les diatomées constituent la source trophique la plus consommée par les holothuries des deux localités ; les plus grandes proportions sont obtenues chez *H. poli* (38,66% et 34,44% respectivement à Stidia et Salamandre). Les feuilles de posidonie qu'elles soient mortes ou vivantes, sont également consommées, mais dans de faibles proportions. *Holothuria forskali* est l'espèce qui consomme le plus et de manière préférentielle les feuilles de posidonie (3,33% de feuilles vivantes ; 14% de feuilles mortes à Stidia et 9% de feuilles vivantes à Salamandre). C'est aussi l'espèce *H. forskali* qui consomme le plus les foraminifères (13,33% et 15% respectivement à Stidia et Salamandre), même si cet aliment n'est pas très apprécié (indice d'Ivlev : -0,3 et -0,06 respectivement à Stidia et Salamandre). Au niveau des deux sites, l'ensemble des holothuries étudiées consomment de relativement grandes quantités de spicules d'éponges et ceci de manière préférentielle. Les crustacés et les nématodes ne sont que peu consommés, quoi qu'ils présentent d'importants indices d'électivité (indice d'Ivlev = 1 pour les nématodes, chez la majorité des holothuries du site de Stidia).

Introduction

Les holothuries aspidochirotés représentent l'une des composantes principales du compartiment benthique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* de la mer méditerranée ; ces animaux marins sont d'une grande importance écologique, parce qu'ils jouent un rôle considérable dans le réseau trophique détritivore de cet écosystème (Zupo et Fresi 1984). Les sédiments ingérés par les holothuries se composent principalement de matière inorganique (débris de corail, coralline, squelettes et restes inorganiques du benthos) de matière détritique organique (plantes marines, algues, animaux morts en décomposition) ou de micro-organismes (bactéries, diatomées, protozoaires et cyanophycées) (Massin 1982 ; Moriarity 1982).

Plusieurs travaux de recherche ont été réalisés sur la systématique, la biologie, l'écologie, la dynamique

des populations et la valorisation des holothuries des côtes algériennes (Mezali 2004, 2008 ; Mezali et al. 2003, 2006, 2014, 2016). La sélectivité granulométrique et l'assimilation de la matière organique ont été également étudiés (Mezali et Soualili 2013 ; Belbachir et al. 2014) ; néanmoins, leur régime alimentaire reste toujours mal connu et c'est dans cette optique que les auteurs ont estimé intéressant d'aborder cet axe de travail.

Matériels et méthodes

Les prélèvements ont été réalisés en hiver, au niveau de deux sites du littoral de Mostaganem, à savoir Stidia et la Salamandre (figure 1), ceci à trois mètres de profondeur. Dix individus, ont été prélevés pour chacune des espèces d'holothuries suivantes : *Holothuria tubulosa*, *H. poli*, *H. sanctori* et *H. forskali*. Les premiers millimètres du sédiment du biotope où se trouvaient ces holothuries ont été également prélevées.

¹ Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 27000, BP 300, Algérie.

² Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 27000, BP 300, Algérie.



Figure 1. Situation géographique des sites de prélèvement (cercles rouges).

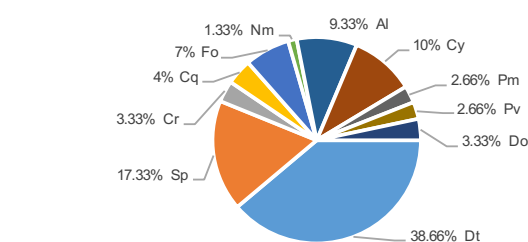
Chaque échantillon (individu prélevé et sédiment du biotope) a été isolé dans un sachet en plastique contenant de l'eau de mer, afin de le traiter ultérieurement. La méthode des contacts de Jones (1968), modifiée par Nedelec (1982) a été utilisée pour l'analyse des contenus digestifs. Pour ce faire, un sous-échantillon d'1 g du contenu digestif de chaque individu prélevé est ajouté à 10 ml d'eau de mer formolé (10 %). Ensuite 1 ml de cette préparation est mise sur une lame pour son observation au microscopique photonique au grossissement $\times 40$. La préparation, placée sous l'objectif du microscope, est déplacée au hasard. A chaque position, l'espèce se trouvant exactement au centre du champ visuel est identifiée ; il s'agit d'un contact. Dix contacts ont été réalisés pour dix lames, soit 100 contacts

pour l'ensemble d'un contenu digestif. La somme des contacts pour un aliment permet de claculer le pourcentage de sa présence dans le contenu digestif. Cette méthode a été également utilisée pour le sédiment du biotope des holothuries. La sélectivité des holothuries dans le choix de l'aliment, a été étudiée à travers le calcul de l'Indice d'électivité (E') d'Ivlev (Ivlev 1961 ; Whitlatch 1974 dans Stamhuis *et al.* 1998).

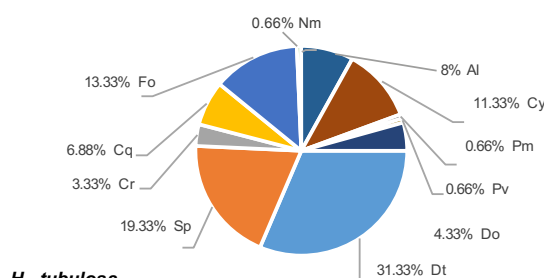
Résultats

Les principaux types d'aliments retrouvés dans les contenus digestifs des holothuries étudiées sont répartis en deux grandes fractions : une fraction végétale, composées de diatomées (Dt), cyanophycées (Cy), d'algues macrophytes (Al), ainsi que de feuilles de posidonie vivantes (Pv) et mortes (Pm). Une fraction animale, représentée par les foraminifères (Fo), crustacés (Cr), spicules d'éponge (Sp), nématodes (Nm) et des coquilles de mollusques bivalve (Cq) (figures 2 et 3) ; Les particules organiques non-identifiables du fait de leur dégradation avancée, sont mentionnées en tant que débris organiques (Do) (figures 2 et 3). La contribution de chaque source alimentaire s'est révélée différente entre les espèces.

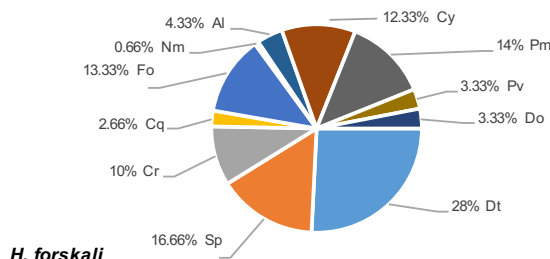
Au niveau des deux sites, les diatomées constituent l'aliment le plus consommé par la majorité des espèces d'holothuries ; les plus fortes proportions sont obtenues chez *H. (R.) poli* (38,66% et 34,44% respectivement à Stidia et Salamandre) (figure 2).



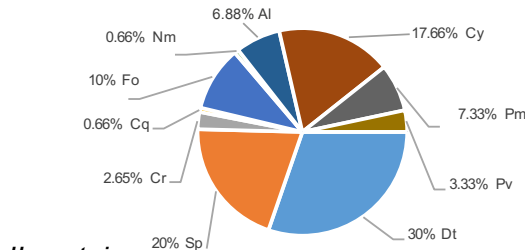
H. poli



H. tubulosa



H. forskali



H. sanctori

Figure 2. Contribution (en pourcentage) des différentes sources alimentaires dans le régime alimentaire des holothuries du site de Stidia. Sp = spicules d'éponge ; Cr = crustacés ; Cq = coquilles de mollusques bivalves ; Fo = foraminifères ; Nm = nématodes ; Al = algues macrophytes ; Cy = cyanophycées ; Pm = feuilles mortes de posidonie ; Pv = feuilles vivantes de posidonie ; Do = débris organiques ; Dt = diatomées.

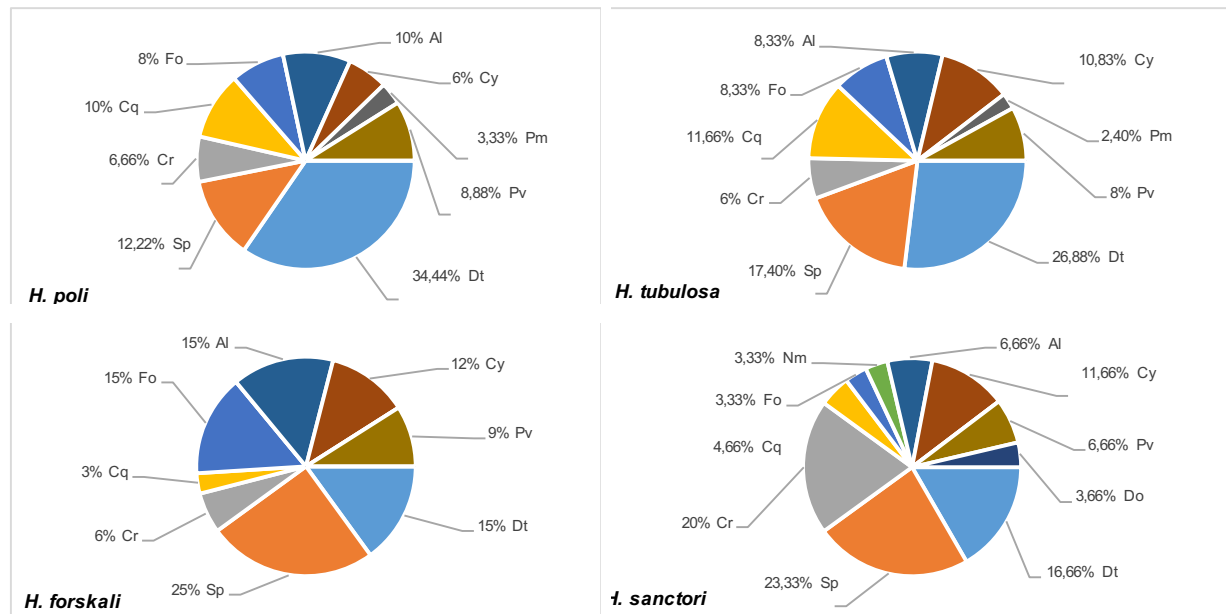


Figure 3. Contribution (en pourcentage) des différentes sources alimentaires dans le régime alimentaire des holothuries du site de Salamandre. Sp = spicules d'éponge ; Cr = crustacés ; Cq = coquilles de mollusques bivalves ; Fo = foraminifères ; Nm = nématodes ; Al = algues macrophytes ; Cy = cyanophycées ; Pm = feuilles mortes de posidonie ; Pv = feuilles vivantes de posidonie ; Do = débris organiques ; Dt = diatomées.

La préférence pour cet aliment, n'est observée que chez les holothuries du site de Stidia (E' : 0,11, 0,07 et 0,07 respectivement chez *H. poli*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (figure 4). Les spicules d'éponges représentent la deuxième source trophique la plus utilisée par l'ensemble des holothuries des deux sites étudiés. En effet, les proportions les plus élevées sont obtenues dans le site de Salamandre pour *H. (P.) forskali* et *H. (P.) sanctori* – avec respectivement 25% et 23,33% (figures 2 et 3). *Holothuria (P.) forskali* est l'espèce qui sélectionne le plus les spicules d'éponges, puisqu'elle qu'elle présente le plus important indice d'électivité vis-à-vis de cet aliment – 0,22 et 0,23 respectivement à Stidia et Salamandre (figures 4 et 5). La contribution des cyanophycées dans le bol alimentaire des holothuries des deux sites est relativement importante ; les proportions les plus élevées sont obtenues pour *H. forskali* [12,33% et 12% respectivement dans les sites de Stidia et Salamandre (figures 2 et 3)] et *H. sanctori* – 17,66% et 11,66% respectivement à Stidia et Salamandre (figures 2 et 3). Par ailleurs, les cyanophycées ne sont consommées de manière préférentielle que chez les holothuries du site de Salamandre (figure 5). Au niveau des deux sites, toutes les holothuries étudiées consomment des quantités relativement faibles de feuilles mortes et vivantes de posidonie. Parmi les espèces considérées, c'est *H. forskali* qui les consomme le plus – 3,33% feuilles vivantes ; 14% feuilles mortes à Stidia et 9% feuilles vivantes à

Salamandre (figures 2 et 3) – et de manière préférentielle – E' : 0,69 et 1 respectivement pour Pm et Pv à Stidia ; E' : 0,2 et 1 respectivement pour Pm et Pv à Salamandre (figures 4 et 5). Tandis que les algues macrophytes ne sont que faiblement consommées (figures 4 et 5).

Dans l'ensemble, les foraminifères sont peu consommés par les holothuries de Salamandre par rapport à celles de Stidia (figures 2 et 3) ; cet aliment n'est préféré que par *H. poli* et *H. tubulosa* (figures 4 et 5). Les crustacés prennent une place importante (20 %) dans le régime alimentaire de *H. (P.) sanctori* du site de Salamandre, mais pas dans celui des autres espèces (figures 2 et 3). Cependant cette source trophique présente un indice d'électivité très important chez la majorité des espèces (figures 4 et 5). Les nématodes constituent l'aliment préféré des holothuries du site de Stidia ($E' = 1$ chez *H. poli*, *H. tubulosa* et *H. sanctori*) (figure 4), bien que leur contribution au contenu digestif soit très faible (figure 2).

Discussion

Les sources trophiques des holothuries aspidochirotes des deux sites étudiés sont très diversifiées et la fraction végétale à tendance à l'emporter sur la fraction animale chez toutes les espèces étudiées ; ce qui indique que cette fraction joue un rôle très

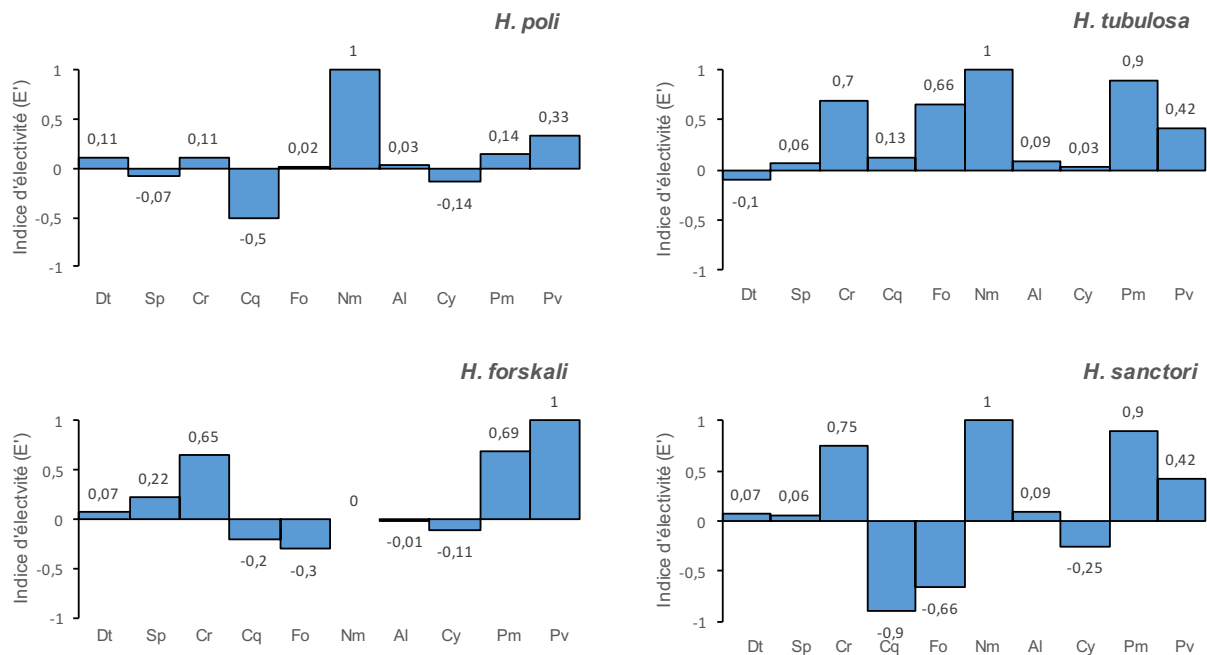


Figure 4. Indice d'électivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Stidia. Dt = diatomées ; Sp = spicules d'éponge ; Cr = crustacés ; Cq = coquilles de mollusques bivalves ; Fo = foraminifères ; Nm = nématodes ; Al = algues macrophytes ; Cy = cyanophycées ; Pm = feuilles mortes de posidonie ; Pv = feuilles vivantes de posidonie.

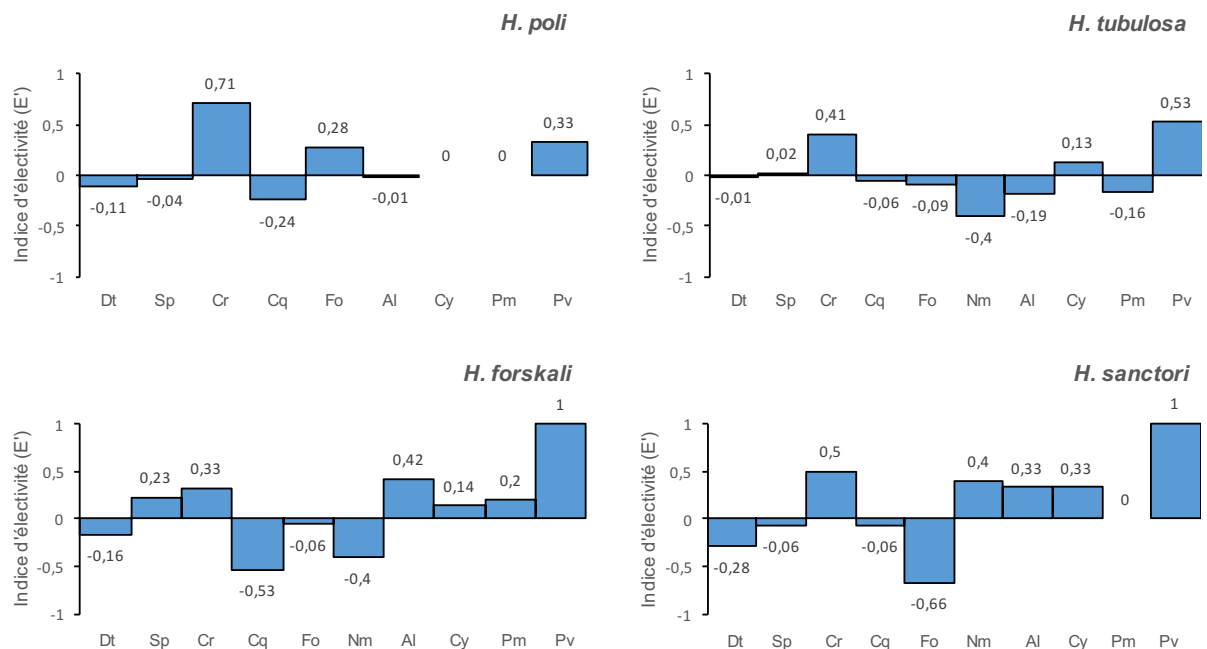


Figure 5. Indice d'électivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Salamandre. Dt = diatomées ; Sp = spicules d'éponge ; Cr = crustacés ; Cq = coquilles de mollusques bivalves ; Fo = foraminifères ; Nm = nématodes ; Al = algues macrophytes ; Cy = cyanophycées ; Pm = feuilles mortes de posidonie ; Pv = feuilles vivantes de posidonie.

important dans l'alimentation de ces animaux benthiques. Ceci nous permet de conclure que les holothuries peuvent avoir un impact important sur le transfert de la production primaire des zones où elles vivent. La forte proportions de diatomées et

d'algues macrophytes dans le contenu digestif de l'ensemble des holothuries a été également signalée par Sonnenholzner (2003) chez l'espèce *Holothuria theeli*. La consommation de feuilles mortes de posidonie par l'ensemble des holothuries en

tant qu'espèces détritivore a été signalée dans la littérature ; ceci peut avoir un impact positif sur le transfert de la matière organique produite par la posidonie. En effet, la litière (composée essentiellement de feuilles mortes de posidonie) semble être une importante source de matière organique pour les communautés de détritivores vivant dans les herbiers (Walker *et al.* 2001) ; il a même été suggéré que c'est la voie principale de transfert de la matière organique des posidonies (Cebrián *et al.* 1997). Le fait que les feuilles vivantes de posidonie constituent une source trophique préférentielle, notamment pour *H. (P.) forskali* est très intéressant parce que peu d'animaux marins les consomment. La majorité des aliments d'origine animale n'est que peu consommée, mais les holothuries les préfèrent parfois aux autres sources alimentaires si on se réfère à l'indice d'Ivlev ; cette sélectivité exercée sur certains aliments ne peut être que bénéfique en terme d'apport énergétique.

Bibliographie

- Belbachir N., Mezali K. et Soualili D.L. 2014. Comportement alimentaire sélectif de certaines espèces d'holothuries aspidochiotes (Echinodermata : Holothuroidea) à Stidia, dans la région de Mostaganem (Algérie) . La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 34:34–37.
- Cebrian J., Duarte C.M., Marba N. and Enriquez S. 1997. The magnitude and fate of the production of four co-occurring Western Mediterranean seagrass species. Marine Ecology Progress Series 155:29–44.
- Ivlev V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. . New Haven, CT: Yale University Press.
- Jones R.S. 1968. A suggested method for quantifying gut content in herbivorous fishes. Micronesica 4(2):369–71.
- Massin C. 1982. Effect of feeding on the environment: Holothuroidea. p. 493–97. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). Echinoderm nutrition. Balkema: Rotterdam.
- 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 Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, Monaco, Vol. 37. 534 p.
- Mezali K. 2008. Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochiotes (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat d'état. Alger, Algérie: USTHB. 208 p.
- Mezali K., Caulier G., Soualili D. L., Decroo C., Demeyer M., Eeckhaut I., Gerbaux P. and Flammang P. 2016. Chemical characterization of saponins contained in the body wall and the Cuvierian tubules of the sea cucumber *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823). Biochemical Systematics and Ecology 68:119–27.
- Mezali K., Chekaba B., Zupo V. and Asslah B. 2003. Comportement alimentaire de cinq espèces d'holothuries aspidochiotes (Holothuroidea: Echinodermata) de la presqu'île de Sidi-Fredj (Algérie). Bulletin de la Société Zoologique de France 128(1):1–14.
- Mezali K. et Soualili D.L. 2013. Capacité de sélection des particules sédimentaires et de la matière organique chez les holothurie. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 33:38–43.
- Mezali K., Soualili D. L., Neghli L. and Conand C. 2014. Reproductive cycle of the sea cucumber *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Holothuroidea: Echinodermata) in the southwestern Mediterranean Sea: Interpopulation variability. Invertebrate reproduction and development 58(3):179–89.
- Mezali K., Zupo V. and Francour P. 2006. Population dynamics of *Holothuria (Holothuria) tubulosa* and *Holothuria (Lessonothuria) polii* of an Algerian *Posidonia oceanica* meadow. Biologia Marina Mediterranea 13(4):158–61.
- 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 33:255–63.
- Nédélec H. 1982. Ethologie alimentaire de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Galeria (Corse) et son impact sur les peuplement phytobenthiques. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Paris, France: Université Pierre et Marie Curie. 175 p.

- Sonnenholzner J. 2003. Seasonal variation in the food composition of *Holothuria theeli* (Holothuridea: Aspidochirotida) with observations on density and distribution patterns at the central coast of Ecuador. *Bulletin of Marine Science* 73(3):527–43.
- Stamhuis E.J., Videler J.J. and de Wilde P.A.W.J. 1998. Optimal foraging in the thalassinidean shrimp *Callinassa subterranean*. Improving food quality by grain size selection. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 228:197–208.
- Walker D.I., Pergent G. and Fazi S. 2001. Seagrass decomposition. pp. 313–24. In: Short F.T. and Cole R.G. (eds). *Global Seagrass Research Methods*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishers B.V.
- Zupo V. and Fresi E. 1984. A study of the food web of the *Posidonia oceanica* ecosystem: analysis of the gut contents of Echinoderms. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds). GIS Posidonie publication France 1:373–79.

Informations récentes sur les pêcheries illégales d'holothuries à l'échelle mondiale

Chantal Conand¹

Introduction

Les pêcheries d'holothuries ou concombres de mer (SC) sont principalement destinées à la consommation chinoise du tégument séché de plusieurs espèces. Pendant longtemps, elles furent limitées aux océans Pacifique (tempéré et tropical) et Indien (Conand 1989 ; Lovatelli *et al.* 2004).

Durant les dernières décades, elles se sont étendues mondialement (Purcell *et al.* 2013 ; Conand 2017a) et se sont récemment développées dans les mers et océans tempérés (Gonzalez-Wanglemert *et al.* 2017). Les problèmes de la gestion de ces ressources ont été soulevés et la FAO (qu'elle en soit remerciée) en collaboration avec des partenaires internationaux et régionaux a évalué et proposé de meilleures pratiques pour ces pêcheries de petite taille (SSF) (Lovatelli *et al.* 2004 ; Toral-Granda *et al.* 2008 ; Purcell *et al.* 2012).

Cependant, durant la même période, les pêcheries illégales ont fleuri. Il convient d'abord de les répertorier et de les classer. Cet article présente des cas récents documentés de pêches illégales d'holothuries dans divers pays, à l'échelle mondiale et discute les meilleurs moyens de les combattre (Conand, *et al.* 2015). La littérature scientifique publiée sur les holothuries a été suivie en utilisant : une alerte 'Google' (voir contribution dans ce numéro), les publications signalées dans ResearchGate, les listes sur Internet comme 'Aspidolist' et les informations des journaux et des collègues spécialistes. De nombreux cas, pendant les 3 dernières années (2015–2017), sont présentés ici, par principale zone mondiale. Ils permettent de décrire les caractéristiques de ces pêches illégales ou 'poaching'.

Résultats

Les pêcheries illégales de concombres de mer sont maintenant mentionnées partout où les holothuries sont abondantes et exploitées. Les exemples pour les trois dernières années sont présentés ici.

1 – Océan Pacifique Ouest

Australie du Nord

Les pêcheries illégales par les pêcheurs Indonésiens et Vietnamiens dans les eaux australiennes (Nord et Grande Barrière) ont une longue histoire (Conand 1989 ; Conand *et al.* 2015 ; Purcell and Eriksson 2016). Les espèces à forte valeur commerciale, *Holothuria fuscogilva* et *Thelenota ananas* sont principalement récoltées par des pêcheurs indonésiens qui évitent de se faire appréhender en gardant leurs sacs de récolte sur le fond. Ailleurs, la situation s'améliore avec la rédaction de livres de bord et le recueil des données de pêche.

Les *blue-boats* vietnamiens ont été arrêtés plusieurs fois au nord de Darwin, avec beaucoup d'holothuries et d'autres ressources comme des tortues, des poissons et des bénitiers. De nombreux cas sont rapportés dans les journaux, comme celui par exemple du Détroit de Torres en 2016 (<http://www.cairnspost.com.au/news/cairns/ten-foreign-fishermen-detained-with-sea-cucumber-haul-in-torres-strait/news-story/80904c7c4b37f2f72cf40e5951128a85>) et sur la Grande Barrière (<http://www.theguardian.com/environment/2016/mar/30/vietnamese-fishing-boats-caught-with-sea-cucumbers-in-great-barrier-reef>).

Hawaii

La pêche des holothuries était permise précédemment aux pêcheurs possédant une licence, mais son niveau était modeste et ne nécessitait pas de plan de gestion pour récoltes industrielles. De grandes quantités, apparemment non reportées, ont été collectées sur Maui et Oahu, ce qui souleva l'inquiétude du public. Ces récoltes indiscriminées entraînèrent une interdiction temporaire. Les autorités travaillent à l'établissement d'un plan de gestion rationnelle (Ilima Loomis, "The Sea Cucumber's Vanishing Act," *Hakai Magazine*, <http://bit.ly/1PAS1PZ>, consulté le 10 juillet 2018).

¹ Prof Emérite Université de La Réunion et Attachée Honoraire au MNHN Paris. Email: chantal.conand@mnhn.fr

Palau

La récolte était jadis limitée à la consommation locale, mais, en juin 2015, des pêcheurs vietnamiens à bord de *blue-boats* furent arrêtés en flagrant délit de pêche illégale d'holothuries. Les autorités brûlèrent quatre bateaux vietnamiens, ce qui envoya un message fort aux pêcheurs illégaux.

Plusieurs autres exemples de saisie de bateaux vietnamiens avec des prises illégales d'holothuries sont rapportés de Malaisie: (<http://www.thestar.com.my/News/Nation/2015/04/23/Vietnamese-held-for-poaching-sea-cucumber/>)

Nouvelle-Calédonie

En 2016, des *blue-boats* ont été aperçus dans les eaux calédoniennes. En janvier 2017, plusieurs *blue-boats* vietnamiens ont été saisis par la Marine française (FANC). Les détails en sont présentés dans un article de la *Lettre d'information sur les pêches de la CPS* (<http://purl.org/spc/digilib/doc/up8uz>) signé par Francisco Blaha, consultant (<http://www.franciscoblaha.info/blog/>). Il y décrit les problèmes rencontrés par les autorités quand ces bateaux sont arrêtés et saisis, et les inconvénients pour les pêcheurs locaux quand ils ne le sont pas. Il n'y a pas de solution simple, mais en droit international, la responsabilité d'un navire incombe à l'Etat dont il bat pavillon.

*2 – Océan Indien Ouest**Madagascar*

Les pêcheries anciennes d'holothuries connaissent un regain d'intérêt récent avec plusieurs projets scientifiques et de législation pour les gérer (programme COI, Wiomsa/Masma: Conand and Muthiga 2007 et Muthiga and Conand 2014). Cependant certains pêcheurs locaux migrent vers de nouveaux sites pour récolter illégalement ; certains partent aussi vers des pays proches. Ils utilisent des équipements interdits comme les bouteilles de plongée. Des récoltes illégales ont aussi été observées dans les enclos de mariculture, de nuit, à marée basse et des tours de surveillance ont dû être mis en place. De nombreux voleurs ont été arrêtés dans les enclos de la Compagnie *Indian Ocean Trepang* au sud-ouest de Madagascar. Ces voleurs constituent l'un des défis à affronter car ils peuvent entraîner la faillite de la mariculture : la surveillance par des gardiens est un poste très coûteux du fonctionnement de la compagnie (Eeckhaut com. pers.). Ces voleurs sont des villageois locaux côtiers ou de l'intérieur. Ils vendent leur butin à des acheteurs locaux connus.

Îles Eparses (Canal du Mozambique)

Ces îles isolées, éparpillées et sans population permanente offrent de bonnes conditions pour étudier la biodiversité, mais les rend vulnérables au braconnage. Plusieurs cas de pêche illégale sont rapportés par les autorités françaises (TAAF 2014), les journaux locaux de La Réunion (LINFO.RE) et les scientifiques (Conand *et al.* 2015). Une collaboration entre les autorités françaises et australiennes a été mise en place et des informations ont été obtenues sur le braconnage près de Juan de Nova en 2014, Les Glorieuses en 2015 et à nouveau Juan de Nova en 2016. Un nouveau bâtiment, *Île de La Réunion*, va surveiller et contrôler l'environnement de la zone (TAAF 2017).

Plusieurs observations précédentes proviennent d'autres pays et sont utiles pour ce travail : En **Tanzanie**, dans le Parc marin de l'île Chumbe (2014) et le Parc marin de Mafia, des bateaux ont été arrêtés. Au **Kenya**, dans l'Aire Marine Protégée de Mombassa (2013) les pêcheurs arrêtés ont eu une amende mais ont expliqué qu'ils avaient reçu un ordre d'un commerçant chinois dont le nom n'a pas été révélé ! (Muthiga comm. pers.); pour ces pays et le **Mozambique**, Eriksson *et al.* (2012) ont présenté des cartes détaillées de l'échelle spatiale des opérations de plongée avec bouteilles et du commerce à Zanzibar, en documentant les procédés et la nécessité d'une gestion régionale. Aux îles Chagos, les ressources en holothuries subissaient une pression croissante due à une pêche importante et illégale (Price *et al.* 2010).

*3 – Océan Indien Est**Inde*

D'importantes publications sur la conservation et l'utilisation durable des ressources en Inde (Asha *et al.* 2017) détaillent l'historique et la situation actuelle de l'exploitation clandestine depuis l'interdiction de pêche mise en place en 2003. Ses impacts sociaux et économiques sont discutés. Le contrôle des récoltes et du commerce pourrait être une solution politique préférable et mettrait fin au florissant trafic illégal actuel. Des recommandations sont aussi détaillées pour une gestion durable.

*4 – Océan Pacifique Est**Galapagos*

Les activités de pêche d'holothuries ont débuté en 1994, après l'effondrement des prises en Equateur continental (1991). Malgré la mise en place d'un plan de gestion GMR (EBSM), de sérieux conflits

ont éclaté et le braconnage n'a pas pu être stoppé (Toral-Granda 2008). *Isostichopus fuscus* est encore actuellement la seule espèce d'holothuries listée par la CITES en Annexe III (2003). Les défauts du plan de gestion en ont été évalués et les problèmes de gouvernance analysés, mais malgré la mise en place d'une structure de gestion participative, les prises illégales se poursuivaient en juin 2015.

5 – Océan Atlantique

Les pêcheries d'holothuries sont plus récentes dans cet océan, mais des pêcheries illégales ont été notées dans les pays tropicaux et tempérés.

Mexique

L'espèce *Isostichopus badionotus* est couramment pêchée et il existe des projets d'exploitation de *Holothuria floridana*. Un plan de gestion est en place qui comporte des informations détaillées sur la biologie, l'écologie et la distribution des deux espèces. La corruption, le braconnage et la contrebande sont décrits dans un document Youtube (*Smuggling, diving and death: the Mexican rush for sea cucumbers* par John Holman : <https://www.youtube.com/watch?v=43P1Zxo-mTQ>).

Colombie

En Colombie (Eeckhaut comm. pers.), la pêche et l'exportation des holothuries sont interdites par la loi. Cependant, un braconnage important a été rapporté dans la région de Santa Marta (Caraïbes). Le produit sec passerait par le Venezuela avant d'être exporté en Chine. La principale espèce récoltée semble être *Isostichopus badionotus*.

Portugal

Plusieurs espèces, dont *Holothuria arguinensis*, sont de nouvelles cibles de pêcheries et de projets scientifiques en écologie et mariculture (Gonzalez-Wanglemert *et al.* 2016 ; Gonzalez-Wanglemert *et al.* 2017). Du braconnage a été observé à plusieurs reprises.

Les îles Madère et les Canaries

Des mentions récentes de captures illégales ont été notées pour ces îles (Gonzalez-Wanglemert com. pers.) et (<https://funchalnoticias.files.wordpress.com/2017/03/pepinos-mar.png> and <https://www.canarias7.es/sucesos/incautados-83-kilos-de-pescado-y-900-pepinos-de-mar-de-pesca-ilegal-FD647153>)

Discussion

Caractéristiques des pêcheries illégales

Les exemples récents présentés ci-dessus montrent que ces pêcheries partagent certaines caractéristiques, suivant les situations et les réglementations. Elles sont signalées comme mises en œuvre :

- par les populations locales, dans un pays composé d'îles isolées, avec des exemples de braconnage dans les Aires Marines Protégées... ou lorsque des règlements diffèrent d'une région à l'autre d'un même pays, comme en Tanzanie par exemple ; ou
- par des plongeurs étrangers, braconniers, opérant dans des sites reculés, où, étant mobiles, ils peuvent se soustraire aux contrôles; ils sont généralement appelés 'roving bandits' (Osterbloom 2014 ; Eriksson *et al.* 2015a).

Différentes catégories de pêcheries illégales

A partir des exemples récents, plusieurs catégories de pêcheries illégales peuvent être définies. Elles apparaissent dans :

- les pays où il existe une interdiction permanente des exportations ;
- les pays où les plans de gestion et les règlements sont faibles ;
- les pays moins développés, où la pauvreté pousse les braconniers à acheminer leurs prises vers des ports proches où elles peuvent être vendues légalement ; et
- les pays avec des zones isolées où les contrôles sont difficiles.

Comment lutter contre les pêcheries illégales ?

Plusieurs principes généraux et méthodes de gestion et de conservation sont nécessaires pour cette lutte :

- attirer l'attention aux niveaux international, régional et national, grâce aux programmes d'organisations comme la FAO, ACIAR, WIOMSA, WorldFish, et la CPS, ainsi que ceux d'autres organisations régionales (Eriksson *et al.* 2015b, Conand 2017b) ou lors de réunions nationales ;
- développer les recherches scientifiques nécessaires à la gestion rationnelle, pour être à même de réagir aux changements d'espèces exploitées et l'entrée de nouveaux pays dans la pêche,

- améliorer les statistiques de pêche à différents niveaux, pour les comparer avec les statistiques du commerce et permettre une meilleure évaluation des produits illégaux mis sur le marché ;
- favoriser la collaboration, essentielle, entre les administrations, les scientifiques et les pêcheurs.

De nombreuses actions sont utiles au niveau international, comme aux niveaux régionaux et nationaux ; il faut, par exemple :

- encourager les organisations internationales, comme l'UICN qui a déjà évalué le statut d'environ 400 espèces (Conand *et al.* 2014) et la CITES qui travaille à l'addition possible d'holothuries sur les listings des Annexes, suite à de précédentes réunions (Bruckner *et al.* 2006),
- effectuer des inspections au hasard en mer et à terre ;
- informer la police et les agents de l'exécution des règlements ;
- appliquer les pénalités, pour décourager les braconniers ;
- faire la publicité des saisies illégales dans les journaux ; et
- encourager les Services des Pêches à travailler avec les garde-côtes, les douaniers et autres agents de surveillance pour intercepter les bateaux étrangers et identifier le braconnage.

La liste des actions possibles est plus longue et doit prendre en compte le rôle de la pauvreté. On peut aussi espérer qu'avec l'amélioration des technologies, certains de ces problèmes soient résolus plus facilement.

Remerciements

L'auteur tient à remercier les nombreux collègues qui lui ont permis de réunir ces informations, dont Igor Eeckhaut, Hampus Eriksson, Kim Friedmann, Marc Léopold, Alessandro Lovatelli, Nyawira Muthiga, James Prescott, Steven Purcell, Veronica Toral-Granda et Mercedes Gonzalez-Wanglemert, ainsi que les TAAF et enfin WIOMSA pour la présentation effectuée à son 9e Symposium International.

Bibliographie

- Asha P.S., Vinod K., Ranjith L., Johnson B. and Vivekanandan E. 2017. Conservation and sustainable use of sea cucumber resources in India: suggestions and way forward. CMFRI Marine Fisheries Policy Series No. 7, Central Marine Fisheries Research Institute. Kochi, India. 80 p.
- Bruckner A.W. (ed) 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, USA. 244 p.
- Conand C. 2017a. Expansion of global sea cucumber fisheries buoys exports. *Revista de Biologia Tropical* 65 (Suppl. 1):S1-S10.
- Conand C. 2017b. Present problems and possible solutions for the conservation of commercial sea cucumbers. 10th WIOMSA International Symposium (Abstract).
- Conand C. 1989. Les Holothuries Aspidochirotés du lagon de Nouvelle-Calédonie: biologie, écologie et exploitation. Etudes et Thèses. Paris: ORSTOM. 393 p.
- Conand C, Eriksson H., Leopold M., Muthiga N., Prescott J., Purcell S.W. and Toral-Granda M.V. 2015. Management of sea cucumber fisheries: the problem of illegal captures. 9th WIOMSA Scientific Symposium: 69 (Abstract).
- Conand C., Mulochau T., Stohr S., Eléaume M. and Chabanet P. 2015. Inventory of echinoderms in the Îles Éparses (Europa, Glorieuses, Juan de Nova), Mozambique Channel, France. *Acta Oecologica*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2015.06.007>.
- Conand C. and Muthiga N. 2007. Commercial sea cucumbers: a review for the Western Indian Ocean. WIOMSA Book Series No. 5, WIOMSA. Zanzibar, Tanzania. 67 p.
- Conand C., Polidoro, B., Mercier, A., Gamboa, R., Hamel, J.F. and Purcell, S.W. 2014. IUCN Red List workshop for sea cucumbers and its implications. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 34:3-7.
- Eriksson H., Conand C., Lovatelli A., Muthiga N. and Purcell S.W. 2015b. Governance structures and sustainability in Indian Ocean sea cucumber fisheries. *Marine Policy* 56:16-22.
- Eriksson H., de la Torre-Castro M. and Olsson P. 2012. Mobility, expansion and management of a multi-species scuba diving fishery in East Africa. *PLoS ONE* 7(4): e35504. doi:10.1371/journal.pone.0035504.
- Eriksson H., Österblom H., Crona B., Troell M., Andrew N. and Folke J. 2015a. Contagious exploitation of marine resources. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13(8):435-40

- Gonzalez-Wangüemert M., Godino J. and Canovas F. 2017. The fast development of sea cucumber fisheries in the Mediterranean and NE Atlantic waters: From a new marine resource to its over-exploitation. *Ocean & Coastal Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.10.002>.
- Gonzalez-Wangüemert M., Valente S., Henriques F., Domínguez-Godino J. and Serrao E. 2016. Setting preliminary biometric baselines for new target sea cucumbers species of the NE Atlantic and Mediterranean fisheries. *Fisheries Research* 179:57–66.
- Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F. and Mercier A. (eds). 2004. *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper No. 463. 425 p.
- Muthiga N. and Conand C. 2014. Sea cucumbers, a poorly understood but important coastal resource: A regional analysis to improve management. *WIOMSA Book Series* No. 14.
- Osterblom H. 2014. Catching up on fisheries crime. *Conservation Biology*. <http://dx.doi.org/10.1111/cobi.12229>.
- Price A.R.G., Harris A., McGowan A., Venkatachalam A.J. and Sheppard C.R.C. 2010. Chagos feels the pinch: assessment of holothurian (sea cucumber) abundance, illegal harvesting and conservations prospects in British Indian Ocean Territory. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater Ecosystems* 20:117–26.
- Purcell S.W. and Eriksson H.B. 2016. How to tackle the rising tide of poaching in Australia's tropical seas. *e Conversation*, December 23 1-4. <http://theconversation.com/how-to-tackle-the-rising-tide-of-poaching-in-australias-tropical-seas-70640>. Accessed 1 January 2018.
- Purcell S.W., Mercier A., Conand C., Hamel J.F., Toral-Granda V., Lovatelli A. and Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries* 14(1):34–59.
- Purcell S.W., Samyn Y. and Conand C. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO. 150 p.
- TAAF. 2017. Newsletter November. Lutte contre la pêche illicite: l'OSIRIS de retour de sa deuxième mission régionale. <http://www.taaf.fr/>. Accessed 1 January 2018.
- TAAF. 2014. Newsletter. Opération de lutte contre la pêche illégale aux Îles Éparses. <http://www.taaf.fr/Operation-de-lutte-contre-la-peche-illegale-aux-iles-Eparses-669>. Accessed 1 January 2018.
- Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. 2008. Sea cucumbers: a global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 516. Rome: FAO. 317 p.

Vous avez dit pislama, dairo, bislama, kereboki ou bêche-de-mer ?

Michel Bermudes^{1,*}

Introduction

Les concombres de mer sont appelés pislama en Papouasie-Nouvelle-Guinée (PNG), dairo à Fidji, bislama à Vanuatu, kereboki à Kiribati et biches ou bêche-de-mer en Nouvelle-Calédonie. En octobre et novembre 2017, des représentants de ces cinq États et Territoires insulaires océaniques ont participé à des stages, des visites de terrain et un atelier organisés au titre du premier échange régional consacré à l'aquaculture de l'holothurie de sable à des fins de reconstitution des stocks. Le programme a été mis sur pied par la Communauté du Pacifique avec le concours du ministère néo-zélandais des Affaires étrangères et du Commerce. Il y a 20 ans, un échange Sud-Sud sur ce thème aurait été impossible ; il y a seulement dix ans, le champ et la portée du programme auraient été beaucoup plus restreints, tant du point de vue du nombre de pays participants que de la richesse et de l'ampleur du savoir-faire disponible.

Ce premier échange régional sur l'holothurie de sable a permis aux participants de : 1) prendre part à des activités relatives à l'aquaculture de l'holothurie de sable dans trois pays (d'abord la Papouasie-Nouvelle-Guinée, puis les Fidji et la Nouvelle-Calédonie) ; 2) suivre un atelier sur les techniques d'écloserie ; et 3) participer à un atelier de réflexion sur les mesures qui pourraient être prises à l'échelon régional pour pallier certaines difficultés rencontrées dans l'aquaculture de l'holothurie de sable et faire de la reconstitution des stocks un véritable levier de productivité.

Une semaine riche en activités à Kavieng (Papouasie-Nouvelle-Guinée)

Le programme d'échanges a débuté à Kavieng, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, à la station de recherche et d'aquaculture marine de l'île de Nago, gérée par le service national des pêches. Nous y avons été accueillis par le directeur de l'établissement, Peter Minimulu, du Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR), et le chercheur Thane Militz, ainsi que par Esther Leini et Nicholas Daniels, tous deux chargés des activités de reconstitution des stocks d'holothurie de sable et désignés pour

représenter la Papouasie-Nouvelle-Guinée lors de notre échange régional.

Au cours de la semaine, plusieurs activités ont été organisées afin de présenter aux participants les différentes phases de production, de la ponte jusqu'à l'inventaire des holothuries élevées en enclos marins. Nous avons pu observer par nous-mêmes les techniques novatrices qui ont été mises au point à l'issue de nombreux essais expérimentaux axés sur deux objectifs : élaborer un protocole d'élevage larvaire basé sur l'emploi exclusif de pâte d'algue en substitution des microalgues vivantes (figure 1), et accroître la survie des juvéniles durant la phase de nourricerie à l'aide de dispositifs flottants équipés de filets à poche.

Réflexion sur les activités d'écloserie aux Fidji

Le volet d'activité fidjien s'est ouvert sur des stages de quatre semaines à l'écloserie marine de Galoa, gérée par le ministère des Pêches, auquel ont assisté Derek French (Aquaculture Solutions Vanuatu), Esther Leini (service national des pêches, Papouasie-Nouvelle-Guinée) et Joana Rabaua (ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines, Kiribati). Les stages, dirigés par Anand Prasad (directeur de l'établissement) et Teari Tekebo (responsable de l'écloserie d'holothurie de sable), ont offert un cadre idéal aux techniciens d'écloserie moins expérimentés, qui ont pu renforcer leurs connaissances au contact d'experts régionaux tels qu'Esther Leini et Teari Tekebo. La présence des participants aux Fidji a également permis d'organiser un court atelier sur les techniques d'écloserie. Des exposés ont été présentés par des représentants des Fidji, de Kiribati, de la Nouvelle-Calédonie et de la Papouasie-Nouvelle-Guinée ; nous avons écouté le récit captivant des expériences menées par certains participants pour mettre au point des techniques adaptées aux conditions spécifiques à leur pays.

Le programme des activités aux Fidji s'est refermé sur un lâcher de juvéniles d'holothurie de sable au village de Vitawa (figure 2), suivi d'une cérémonie coutumière au cours de laquelle le chef de tribu, le chef du village, les anciens et les membres de notre

¹ Spécialiste de l'aquaculture et de la biosécurité aquatique, Communauté du Pacifique, Nouméa, Nouvelle-Calédonie
* michelbe@spc.int



Figure 1. Shalendra Singh (ministère fidjien des Pêches), à gauche, et Ajay Arudere (service des pêches de Vanuatu) nourrissent des larves d'holothurie de sable sous l'œil vigilant d'Esther Leini (service national des pêches de Papouasie-Nouvelle-Guinée). Crédit photo : Michel Bermudes.

groupe d'experts régionaux ont échangé, sous forme de questions-réponses, sur le réensemencement des stocks d'holothurie de sable et la gestion communautaire des aires marines protégées (tableau 1).

Nouvelle-Calédonie : la boucle est bouclée

Être animé d'une vision et la voir prendre forme, c'est bien. Voir cette vision traduite en action, c'est encore mieux. Et c'est précisément ce que les participants ont pu faire lors de leur séjour en Nouvelle-Calédonie, à l'occasion d'une visite organisée dans une écloserie « grand format » dotée d'une capacité de production de plus d'un million de juvéniles d'holothurie de sable, implantée au sein d'une ferme pratiquant l'holothuriculture dans des bassins crevetticoles (figure 3) et dont l'unité de traitement de la bêche-de-mer vient d'être modernisée. Si un tel niveau de développement reste encore hors de portée d'autres pays de la région, et bien que le modèle ne soit pas nécessairement transposable à d'autres îles, cette visite nous a permis de constater ce qu'il était possible de faire dans la région et a planté le décor du premier atelier régional sur l'aquaculture de l'holothurie de sable à des fins de reconstitution des stocks qui s'est tenu à

Nouméa les 22 et 23 novembre 2017, en conclusion de l'échange régional. L'atelier, qui visait à recenser les lacunes et les solutions possibles, a permis de mettre en évidence les deux principales difficultés rencontrées dans l'élevage de l'holothurie de sable, à savoir le manque de post-larves et l'absence d'un modèle efficace de grossissement en enclos marins et de réensemencement. Il a été jugé essentiel de poursuivre et de renforcer la collaboration régionale pour accélérer le développement au niveau national et pallier les difficultés d'approvisionnement en juvéniles et de grossissement en mer.

Intérêt pour les participants et les organisations impliquées

Il faut le voir pour le croire. La contribution du programme au renforcement des capacités techniques a été considérable. Sachant combien le transfert de techniques ou de technologies entre pays peut être difficile, il a été extrêmement satisfaisant de constater le grand intérêt porté par les participants aux activités menées dans les différents pays (par ex., la technique d'élevage des larves en Papouasie-Nouvelle-Guinée, la technique de nourricerie aux Fidji et la technique de transformation en Nouvelle-Calédonie).

Tableau 1. Information sur le mode opératoire et la productivité des écloséries d'holothuries de sable dans quatre pays de la région Pacifique.

	Fidji	PNG	Kiribati	Nouvelle-Calédonie
Nombre de cycles de production réussis en utilisant les techniques actuelles	2/2	17/17	2/5	17/18
Stock de géniteurs	Sauvage, source locale	Sauvage, source locale	Sauvage, provenant de Fidji	4 ^e génération
Production par cycle	30 000 à 5 mm et 5000–10 000 à 5–10 g (juvéniles)	50 000 à 5 mm (juvéniles)	1000–5000 à 2 g (juvéniles)	100 000 à 400 000 à 5 mm (avec ~70% survie à 2 g)
Taille de l'écloserie (volume des cuves larvaires)	8000 L	10 000 L	6000 L pour les larves + 22 000 L de bassins de fixation	Jusqu'à 90 000 L
Fixation des larves	Plaques dans les cuves larvaires	Plaques dans les cuves larvaires	Transfert en bac de fixation avec plaques	En cuves larvaires, sans plaques
Nourricerie jusqu'à 5 mm	Dans les cuves larvaires	Dans les cuves larvaires	Dans les bassins de fixation	Dans les cuves larvaires
Nourricerie jusqu'à 1 g	Filets <i>Hapa</i> en bassins en terre	Bac, filets <i>Hapa</i> flottants	Dans les bassins de fixation	Filets <i>Hapa</i> en bassins en terre
Nourricerie jusqu'à la sortie	Filets <i>Hapa</i> dans les bassins	Filets <i>Hapa</i> dans le sable en bassin et en mer	Dans les bassins de fixation	Filets <i>Hapa</i> dans les bassins jusqu'à 2 g et en fond de bassin jusqu'à 20 g
Taille à la sortie de l'écloserie	5–10 g	3 g	2 g	1.5 g pour grossissement en bassin, 15–20 g pour le pacage en mer

Le programme visait également à encourager le leadership, un leadership manifesté par les participants à deux niveaux : tout d'abord, en se mobilisant pour présenter leur travail lors des visites de terrain et des activités organisées dans les pays ; et, ensuite, en évoquant ouvertement les changements qu'ils souhaitaient introduire à leur retour dans leurs pays respectifs et la manière dont ils organiseraient leurs propres formations au profit de leurs collaborateurs et employés.

La constitution de réseaux professionnels de nature à encourager l'échange continu d'idées et d'expériences entre les États et Territoires insulaires océaniques (par ex. le groupe Facebook « Pacific Sandfish Exchange » créé à l'issue du programme) et le développement des compétences, assuré grâce à la démonstration de techniques par des experts venus d'autres pays (par ex., la démonstration

d'une nouvelle technique de transport des juvéniles présentée aux Fidji par la Nouvelle-Calédonie), présentent des avantages directs tant pour les participants que pour les organisations.

Intérêt pour la CPS

La CPS a tiré de nombreux enseignements de cet échange, qui offre un modèle efficace de renforcement des capacités techniques. Le programme a également permis de valoriser les investissements déjà consentis par la CPS et d'autres partenaires du développement en faveur du renforcement des capacités (par ex., les activités de l'ACIAR en Papouasie-Nouvelle-Guinée, l'accès à l'écloserie des Fidji dont le personnel a bénéficié d'une formation financée par la CPS). Enfin, ce type d'exercice est particulièrement utile pour repérer les dirigeants de demain, aptes à collaborer de

manière efficace avec leurs homologues régionaux et avec la CPS.

Bien évidemment, les participants sont repartis des idées plein la tête ; certains réfléchissent déjà aux modalités du prochain échange régional sur l'holothurie de sable. Le défi consiste désormais

à mettre à profit l'énergie suscitée par cette première collaboration pour favoriser le développement dans les pays. La prochaine étape pour les organisateurs et les participants sera de former un groupe de travail régional à même de poursuivre l'action amorcée durant l'échange.



Figure 2. Lâcher d'holothuries de sable dans l'aire marine protégée du village de Vitawa, aux Fidji. Crédit photo : Michel Bermudes.



Figure 3. Kamarawa Tamton (ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines de Kiribati) tient une holothurie de sable produite par Laurent Burgy et son équipe (Société d'élevage aquacole de la Ouenghi, Nouvelle-Calédonie).
Crédit photo : Michel Bermudes.

SEACUSEY : Appui à la cogestion de la pêche d'holothuries aux Seychelles (2017–2018)¹

Marc Léopold² et Rodney Govinden³

Contexte du projet

La pêche d'holothuries représente un enjeu national majeur aux Seychelles depuis une décennie, derrière l'industrie thonière. La durabilité de cette pêche faisait figure d'exception dans la région sud-ouest de l'océan Indien (Aumeeruddy and Payet 2004 ; Aumeeruddy et al. 2005), mais une tendance à la baisse des captures est observée ces dernières années (Figure 1).

Un accord de cogestion du secteur a été formalisé entre la Seychelles Fishing Authority (SFA) et l'Association des membres de l'industrie des holothuries aux Seychelles (AMSSI) en décembre 2013

jusqu'en 2017. L'enjeu est aujourd'hui de renforcer le processus de gouvernance entre la SFA, l'AMSSI et la nouvelle Association des pêcheurs et skippers grâce à une gestion adaptative et concertée.

Dans ce contexte, l'objectif spécifique du projet SEACUSEY est de définir et de mettre en œuvre des mesures de gestion opérationnelles de la pêche, qui soient adaptées à la diversité, la structure génétique, l'abondance, la distribution et l'évolution des ressources des quatre principales espèces commerciales (la pentard – *Holothuria* « pentard » ; l'holothurie blanche à mamelles – *H. fuscogilva* ; holothurie noire à mamelles – *H. nobilis* ; et l'holothurie ananas – *Thelenota ananas*).

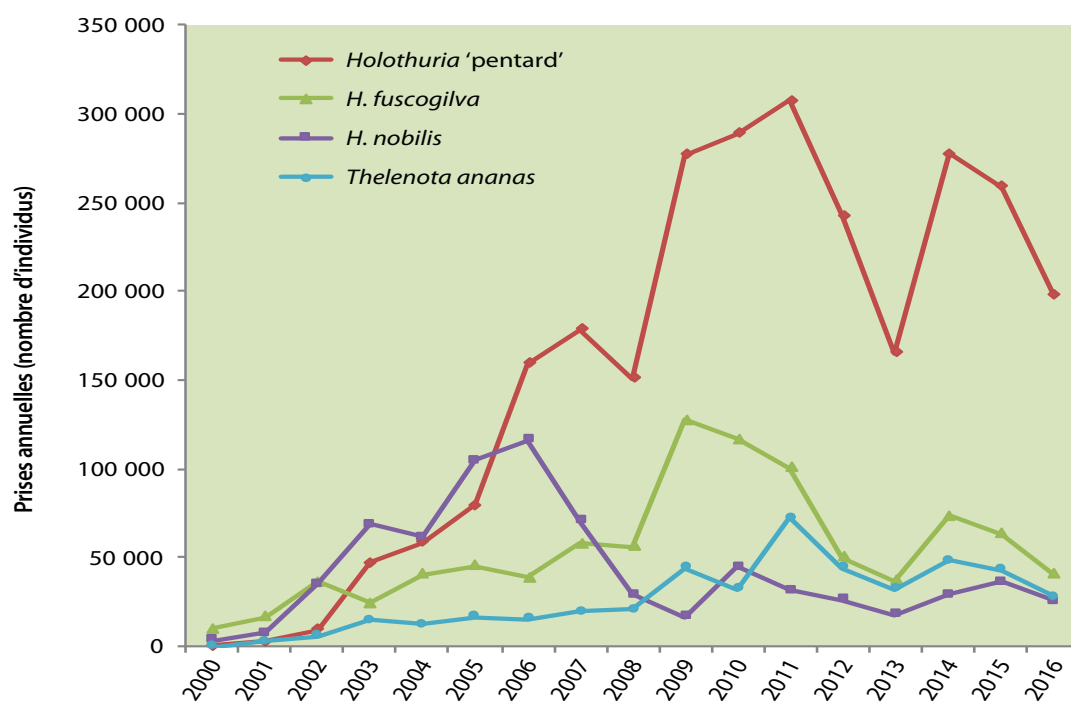


Figure 1. Évolution des captures (en nombre d'individus) des quatre principales espèces commerciales d'holothuries aux Seychelles de 2000 à 2016. Source : SFA.

1 Le projet SEACUSEY est financé à hauteur de 100 k€ par le programme « Gestion de la biodiversité marine côtière des pays insulaires de l'Océan Indien » du 10ème Fonds Européen de Développement, administré par la Commission de l'Océan Indien. Il est coordonné par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), en partenariat avec la Seychelles Fishing Authority (SFA), l'Association des membres de l'industrie des holothuries aux Seychelles (AMSSI) et l'Université de La Réunion.

2 Institut de recherche pour le développement (IRD) - marc.leopold@ird.fr

3 Seychelles Fishing Authority - rgovinden@sfa.sc

Contenu du projet

Volet 1. Caractérisation de la diversité des holothuries et de leur structure génétique à l'échelle de l'archipel des Seychelles.

Bien qu'elles fassent l'objet d'une intense exploitation commerciale depuis la fin des années 1990, les espèces d'holothuries des Seychelles restent paradoxalement mal connues (Aumeeruddy 2007 ; Aumeeruddy and Conand 2008). Le projet SEACUSEY propose d'analyser les caractères génétiques et biologiques de ces ressources pour appuyer le processus de cogestion. En particulier, des échantillons seront collectés en 2018 à bord des navires de pêche professionnels pour déterminer la taille à maturité sexuelle des quatre principales espèces commerciales d'une part, et d'autre part la structure spatiale

de leurs populations par analyse de marqueurs ADN microsatellites. Ces connaissances visent respectivement à mettre en place des tailles minimales de capture pertinentes et à définir d'éventuelles unités de gestion de ces espèces, compte tenu que les zones de pêches aux Seychelles s'étendent sur plusieurs milliers de km².

Volet 2. Proposition de mesures de cogestion dans le cadre d'une approche adaptative

Une expérimentation a permis de mesurer les captures des pêcheurs selon le gradient de densité d'holothuries en conditions réelles. Un modèle statistique a été élaboré et sera transposé aux données des fiches de pêche pour permettre d'estimer l'abondance et la distribution des principaux stocks commerciaux sur des bases statistiques.



Figure 2. Le projet SEACUSEY mobilise les acteurs et les moyens navigants de la pêcherie d'holothuries et de la SFA pour conduire des pêches expérimentales (A, B, C) et étudier la structure génétique et la taille à maturité des principales espèces commerciales (D).

Dans cette perspective, le projet renforcera l'implication des pêcheurs dans le dispositif de suivi de la pêche et la production des indicateurs d'état des ressources via le développement d'un logbook électronique. Une application sera déployée sur smartphone (via l'outil Open Data Kit - <https://opendatakit.org/use/collect/>) pour permettre aux skippers d'enregistrer les données pertinentes de pêche en plongée, de manière précise, plus rapide, et en limitant le risque d'erreur. Un système d'information (BDMer, voir Léopold 2014 pour une version antérieure) sera hébergé sur un serveur de la SFA pour télécharger semi-automatiquement et stocker ces données, puis les analyser en routine via une application web dédiée pour estimer l'abondance des ressources.

En renforçant les capacités techniques et en optimisant les coûts de gestion de la pêche, le projet soutiendra ainsi le rôle de gestionnaire de la SFA en collaboration avec les acteurs du secteur. Il permettra *in fine* de discuter la pertinence d'un futur plan national de cogestion de la pêche d'holothuries. Un atelier national sera organisé aux Seychelles au mois d'août 2018 pour évaluer les résultats des actions, les prolongements possibles et les interactions envisageables avec les autres pays de la région.

Pour plus d'informations sur l'avancement du projet, voir <http://seacusey.ird.nc/>.

Bibliographie

- Aumeeruddy R. 2007. Sea cucumbers in Seychelles. pp. 41–52. In: Conand C. and Muthiga N.A. (eds). Commercial sea cucumbers: a review for the Western Indian Ocean. WIOMSA Book Series No. 5.
- Aumeeruddy R. and Conand C. 2008. Seychelles: a hotspot of sea cucumber fisheries in Africa and the Indian Ocean region. pp. 195–209. 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.
- Aumeeruddy R. and Payet R. 2004. Management of the Seychelles sea cucumber fishery: status and prospects. pp. 239–46. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463.
- Aumeeruddy, R., Skewes, T., Dorizo, J., Carocci, F., Coeur de Lion, F., Harris, A., Henriette, C. and Cedras, M. 2005. Resource assessment and management of the Seychelles sea cucumber fishery. FAO Project Number: TCP/Seychelles/2902(A). 37 p.
- Léopold M. 2014. BDMer Version 2.0 User Guide. 74 p. [<http://bdmer.ird.nc/index1.php?lang=en&pays=vnt>] Consulté le 14 mars 2018.

Observation de pontes

Australie

Espèce: *Stichopus herrmanni*

Lieu: Île One Tree Island, Grande Barrière, Queensland, Australie.

Date et heure: Deuxième partie du printemps austral (novembre) et début de l'été (décembre à février), le plus souvent en janvier à l'heure du coucher du soleil (17:30–18:30, heure locale Australie de l'est [AEST]).

Phase lunaire: Les pontes étaient plus communes le jour suivant la nouvelle lune.

Observateurs/photographes: Maria Byrne et Kennedy Wolfe

Notes: Les individus grimpaient sur les pâtés coralliens pour relâcher leurs gamètes à partir d'un lieu en hauteur. Les mâles relâchaient leurs gamètes avant les femelles. De petits poissons se plaçaient près de la partie antérieure des individus en position de ponte pour se nourrir des gamètes émises.



Figure 1. Comportement de reproduction chez *Stichopus herrmanni* montrant (à gauche) un mâle libérant des gamètes qui attirent les petits poissons, et (à droite) la posture érigée typique des holothuries en train de frayer. (Photos: Maria Byrne et Kennedy Wolfe).

Mer Méditerranée

Espèce: *Holothuria tubulosa*

Lieu: Colera, Punta Negra, Majorque, Îles Baléares, Espagne.

Date et heure: 2 July 2017, 17:00 heure locale – (CEST).

Observateurs/photographes:
Frédéric Champagnat et J. Moisson

Notes: Le site est un éboulement prolongé par un tombant, jusqu'à un herbier de posidonies à 20 m de profondeur sur un fond sableux.

Beaucoup d'individus pondaient, montrant la même attitude, quelques-uns à 20 m de profondeur, et plusieurs autres entre 12 et 15 m.



Figure 2. Émission de gamètes mâles par *Holothuria tubulosa* (Photo: J. Moisson).

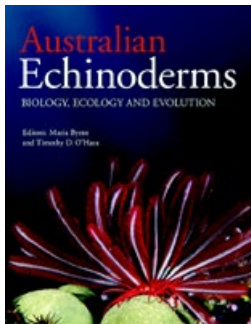


Figure 3. Plusieurs *H. tubulosa* montrant la posture érigée typique du comportement des holothuries pendant le frai (Photo: J. Moisson).

Nouveaux livres

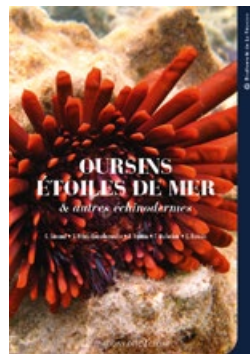
(liste communiquée par Chantal Conand)

Information sur les nouveaux livres comportant un chapitre sur les holothuries



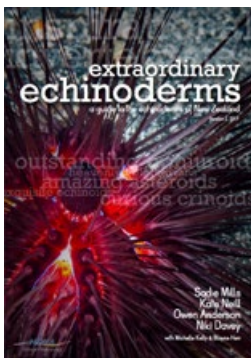
Australian Echinoderms
Maria Byrne et Timothy D. O'Hara (eds)

Plus d'information à :
<http://www.publish.csiro.au/book/6484/>



Oursins, étoiles de mer et autres échinodermes

C. Conand, S. Ribes-Beaudemoulin, F. Trentin, T. Mulochau et E. Boissin
Plus d'information à :
<http://www.editions-ducyclone.fr/product/oursins-etoiles-de-mer-autres-echinodermes/>



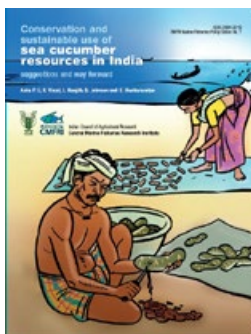
Extraordinary echinoderms: A guide to the echinoderms of New Zealand

S. Mills, K. Neill, O. Anderson et N. Davey
Disponible à : https://www.niwa.co.nz/static/web/MarineIdentificationGuidesandFactSheets/Extraordinary_Echinoderms_Vers2.0_2017.pdf



Les étoiles de mer et leurs cousins: 80 clés pour comprendre

M. Taquet et C. Taquet
Plus d'information à :
<http://www.quae.com/fr/r4868-les-etoiles-de-mer-et-leurs-cousins.html>



Conservation and sustainable use of sea cucumber resources in India

P.S. Asha, K. Vinod, L. ranjith, B. Johnson et E. Vivekanandan
Disponible à : <http://eprints.cmfri.org.in/11957/1/Sea%20cucumber.pdf>



Publication d'une version chinoise de la publication de la FAO : **Commercially important sea cucumbers of the world**

S.W. Purcell, Y. Samyn et C. Conand
Version anglaise disponible à : <http://www.fao.org/docrep/017/i1918e/i1918e.pdf>

Information postée par Ben Parker depuis Madagascar

Mama Bevata – la nouvelle tour de gué de Tapolove: Les aquaculteurs d'holothuries à Tapolove sont maintenant mieux protégés grâce à la mise en place d'une tour de gué conçue pour empêcher les voleurs de s'enfuir avec des stocks de haute valeur.

Plus d'information à : <https://blog.blueventures.org/mama-bevata-tapoloves-new-security-watchtower/>

Documents relatifs aux holothuries publiés en 2017

Chantal Conand

Une 'Alerte Google' utilisant le mot '*holothurian*' a été mise en place pour la période allant du 1er janvier au 15 décembre 2017. La même méthode avait été utilisée pour produire l'article '*Bibliographie sur les holothuries : accès à des outils modernes pour suivre de nouvelles publications*', qui a été publié en 2015 dans le numéro 36 de ce bulletin.¹ Le tableau 1 résume les résultats obtenus en utilisant les cinq mêmes catégories qu'en 2015.

Tableau 1. Nombre de nouvelles publications trouvées à l'aide d'une recherche 'GoogleAlertes' sur le mot clé '*holothurian*' pour la période 1 janvier – 15 décembre 2017.

Mois	Général, écologie, biologie	Biochimie, microbiologie	Génétique	Aquaculture	Pêche, socio-économie	Total par mois
Janvier	12	11	4	7	9	43
Février	14	17	4	4	3	42
Mars	12	14	3	6	7	42
Avril	10	21	1	6	10	48
Mai	11	17	2	5	13	48
Juin	10	14	7	2	8	41
Juillet	8	18	4	2	10	42
Août	14	11	3	5	4	37
Septembre	15	21	5	5	6	52
Octobre	13	15	4	7	6	45
Novembre	5	15	8	5	8	41
Décembre (1–15)	4	6	1	1	3	15
Total	128	180	46	55	87	496
Ratio (%)	26%	36%	9%	11%	18%	100%

Le nombre total de références – près de 500 – montre l'intérêt des scientifiques pour cette thématique. Ce chiffre n'est pas très différent de celui obtenu en 2015 (413 références listées pour la période mars–décembre 2015).

Le ratio de documents dans chacune des cinq catégories reste lui aussi similaire à celui de 2015, et, à nouveau, la catégorie "biochimie, microbiologie" a obtenu le meilleur ratio, suivie par la catégorie "général, écologie, biologie".

¹ <http://coastfish.spc.int/fr/publications/bulletins/la-beche-de-mer/457-beche-de-mer-information-bulletin-36>