

**A Rapid Marine Biodiversity
Assessment of the Coral Reefs of
the Northwest Lagoon, between
Koumac and Yandé, Province
Nord, New Caledonia**

**Evaluation rapide de la
biodiversité marine des récifs
coralliens du lagon Nord-ouest
entre Koumac et Yandé, province
Nord, Nouvelle-Calédonie**

Editors / Edité par
Sheila A. McKenna, Nathalie Baillon and
Jérôme Spaggiari



RAP

**Bulletin
of Biological
Assessment**

53

CENTER FOR APPLIED
BIODIVERSITY SCIENCE (CABS)

CONSERVATION INTERNATIONAL –
PACIFIC ISLAND PROGRAM

DIRECTION DU DEVELOPPEMENT
ECONOMIQUE ET DE
L'ENVIRONNEMENT DE LA
PROVINCE NORD

CORAL REEF INITIATIVES FOR THE
PACIFIC (CRISP)

SECRETARIAT FOR THE PACIFIC
REGIONAL ENVIRONMENT
PROGRAM (SPREP)

Rapid Assessment Program

A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral Reefs of the Northwest Lagoon, between Koumac and Yandé, Province Nord, New Caledonia

Editors

**Sheila A. McKenna, Nathalie Baillon and
Jérôme Spaggiari**

RAP **Bulletin** *of Biological* **Assessment** **53**



CENTER FOR APPLIED BIODIVERSITY SCIENCE
(CABS)

CONSERVATION INTERNATIONAL –
PACIFIC ISLAND PROGRAM

DIRECTION DU DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE
ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PROVINCE
NORD

CORAL REEF INITIATIVES FOR THE PACIFIC
(CRISP)

SECRETARIAT FOR THE PACIFIC REGIONAL
ENVIRONMENT PROGRAM (SPREP)

The RAP Bulletin of Biological Assessment is published by:
Center for Applied Biodiversity Science
Conservation International

2011 Crystal Drive, Suite 500
Arlington, VA 22202
USA
Tel: +1 703-341-2400
www.conservation.org

Editors: Sheila A. McKenna, Nathalie Baillon and Jérôme Spaggiari
Design: Glenda Fabregas
Map: [ALMEC] (base map): Debra Fischman

Conservation International is a private, non-profit organization exempt from federal income tax under section 501 c(3) of the Internal Revenue Code.

ISBN 978-1-934151-33-4
©2009 by Conservation International
All rights reserved.

The designations of geographical entities in this publication, and the presentation of the material, do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of Conservation International or its supporting organizations concerning the legal status of any country, territory, or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Any opinions expressed in the RAP Bulletin of Biological Assessment are those of the writers and do not necessarily reflect those of CI.



Printed on recycled paper.

RAP Bulletin of Biological Assessment was formerly RAP Working Papers. Numbers 1–13 of this series were published under the previous title.

Suggested citation: McKenna S.A., N. Baillon, and J. Spaggiari. (2009). Rapid Marine Biodiversity Assessment of the coral reefs of the northwest lagoon, between Koumac and Yandé, Province Nord, New Caledonia. RAP Bulletin of Biological Assessment 53. Conservation International, Arlington, VA, USA.

Cover photos:

Hard corals. © Roger Grace

The Fairy tern (*Sterna nereis exul*) has recently been uplisted to vulnerable in the IUCN red list of globally threatened species. In New Caledonia this small white tern is the most threaten known breeding seabirds and particularly sensitive to difficult weather conditions and to human disturbance. © Nicolas Barré

Table of Contents / Table des Matieres

English version

Participants and Authors	5
Organizational Profiles.....	6
Acknowledgements	9
Executive Summary.....	10
Chapter 1	18
Reef corals of the northwestern lagoon of Grande-Terre, New Caledonia	
<i>Douglas Fenner and Paul Muir</i>	
Chapter 2	33
Coral Reef Fish Diversity of the Northwestern Lagoon of Grande-Terre New Caledonia	
<i>Vince Kerr</i>	
Chapter 3	41
Assessment of targeted marine invertebrate species of the northwestern lagoon of Grande-Terre (Poum to Koumac), New Caledonia	
<i>Caroline Vieux</i>	
Chapter 4	47
Assessment of targeted fish stocks of the northwestern lagoon of Grande-Terre, New Caledonia	
<i>Roger Grace</i>	
Chapter 5	54
Reef Condition	
<i>Sheila A. McKenna</i>	
Chapter 6	64
Breeding seabirds of conservation interest	
<i>Julien Baudat-Franceschi, Jérôme Spaggiari and Nicolas Barré</i>	

French version

Coordonnées des auteurs	74
Présentation et coordonnées des organisations partenaires du projet	75
Remerciements	78
Résumé.....	79
Chapitre 1	88
Coraux des récifs du lagon Nord-ouest de la Grande-Terre de Nouvelle-Calédonie	
<i>Douglas Fenner et Paul Muir</i>	
Chapitre 2	105
Diversité des poissons des récifs coralliens du lagon Nord-ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie	
<i>Vince Kerr</i>	
Chapitre 3	113
Evaluation des espèces d'invertébrés marins ciblées	
<i>Caroline Vieux</i>	
Chapitre 4	119
Évaluation des stocks de poissons ciblés du lagon nord- ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie	
<i>Roger Grace</i>	
Chapitre 5	126
État des récifs coralliens du lagon Nord-ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie	
<i>Sheila A. McKenna</i>	
Chapitre 6	136
Oiseaux nicheurs d'intérêt pour la conservation	
<i>J Baudat-Franceschi, J Spaggiari et N Barré</i>	

Map and Photos.....	145
Appendix 1/Annexe 1	149
Species of reef corals observed in northwestern lagoon of Grande Terre, New Caledonia Espèces de coraux des récifs observées au lagon du nord-ouest de Grande Terre en Nouvelle Calédonie <i>Doug Fenner and Paul Muir</i>	
Appendix 2/Annexe 2	160
Reef Fish Species Recorded Over All Sites Liste des espèces de poissons récifaux identifiés sur tous les sites <i>Vince C. Kerr</i>	
Appendix 3/Annexe 3.....	179
List of invertebrate species Liste des espèces d'invertébrées <i>Caroline Vieux</i>	
Appendix 4/Annexe 4.....	180
Mean percent benthic cover for reef sites surveyed in the northwest lagoon (Yandé to Koumac) Recouvrement benthique moyen (exprimé en pourcentage) des différents sites récifaux étudiées dans le lagon Nord-ouest (Yandé à Koumac)	
In memoriam.....	184

Participants and Authors

Nicolas Barré, Ph. D.

Président de la Société calédonienne d'ornithologie - SCO
BP 3135
98846 Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie
Email: barre@iac.nc

Julien Baudat-Franceschi, MSc

Chargé de mission «restauration des populations d'oiseaux marins»
Seabird restoration project officer
Société calédonienne d'ornithologie - SCO
Antenne Nord
BP 1116
98860 Koné
Nouvelle - Calédonie
Email: julien.bf.sco@gmail.com

Douglas Fenner, Ph. D.

Coral Reef Monitoring Ecologist
Department of Marine and Wildlife Resources
American Samoa
PO Box 3730
Pago Pago, AS 96799
USA
Telephone: 684 633 4456
Email: douglasfenner@yahoo.com

Roger Grace, Ph.D.

Postal Distribution Centre
Leigh, Auckland
New Zealand
Telephone: 649 425 5099
Email: gracer@xtra.co.nz

Vince Kerr

Northland Conservancy
Department of Conservation
PO Box 842, Whangarei 0140
New Zealand
Email: vkerr@doc.govt.nz

Sheila A. McKenna, Ph. D.

Marine Ecologist
49 Railway Trail
Warwick, WK09
Bermuda
Telephone: 441 232 4818
Email: sheilamckenna@yahoo.com

Paul Muir, Ph. D.

Research Assistant
Museum of Tropical Queensland
78-104 Flinders St
Townsville QLD 4810 Australia
Telephone: 07 47 260 642
Fax: 07 47 212 093
Email: paularwen@gmail.com

Arwen Ricket, MSc

PO Box 2447
Lot 8, Crocodile Creek Rd
Cape Cleveland 4816
Queensland, Australia
Email: paularwen@gmail.com

Jérôme Spaggiari, MSc

Chargé du programme néo-calédonien
Conservation International
Programme océanien - 69, avenue Koenig - Rivière Salée
BP 3135 - 98 846 Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie
Telephone and fax 687 44 23 22
Email : jspaggiari@conservation.org

Caroline Vieux, MSc

Coral Reef Management Officer
Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme (SPREP)
PO Box 240, Apia, Samoa
Telephone: 685 21929
Fax: 685 20231
Email: carolinev@sprep.org

CONSERVATION INTERNATIONAL

Conservation International (CI) is an international, non-profit organization based in Arlington, Virginia. CI acts on the belief that the Earth's natural heritage must be maintained if future generations are to thrive spiritually, culturally, and economically. Our mission is to conserve biological diversity and the ecological processes that support life on earth and to demonstrate that human societies are able to live harmoniously with nature.

Conservation International (Headquarters)
2011 Crystal Drive, Suite 500
Arlington VA 22202
USA
(703) 341-2400
www.conservation.org

Conservation International (Pacific Islands Program)
PO Box 2035
Apia
Samoa

Conservation International (Nouvelle-Calédonie)
Bureau de Nouvelle-Calédonie
69, avenue Koenig - Rivière Salée
BP 3135
98846 Nouméa cedex
Tel : 687 442322
Nouvelle-Calédonie

DIRECTION DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT – DDE-E (ENVIRONMENT AND ECONOMIC DEVELOPMENT DIVISION)

The mission of the DDEE is to structure and assist the economic development of Province Nord with respect and valorization of the environment which is taken into account at the early phases of project design and development. The DDEE helps local development projects in accordance with structural projects. The DDEE provides technical support, reviews funding requests, and develops and implements pertinent regulations. Within the DDEE, the Aquaculture and Fisheries Service implements politics on aquaculture and fisheries at the provincial level. This service also provides support to the Environmental Service on management of marine resources. The Environmental Service, based at DDEE, has a cross-cutting coordination mission within the Province and implements environmental actions and measures to protect the natural heritage.

DDE-E
Hôtel de la province Nord
BP 41
98860 Kohné
Nouvelle-Calédonie
+687 477239
dde-sap@province-nord.nc

CORAL REEF INITIATIVES FOR THE PACIFIC — CRISP

The Coral Reef Initiatives for the Pacific (CRISP) is a 5-year programme that aims to combine cross-cutting networking activities, local field projects and conservation and economic development objectives as well as research, management and development; to integrate the contributions of different scientific disciplines, including biology, ecology, geography, economics, sociology, law and anthropology; to be active in all areas — land and marine—that have a bearing on the reefs, including watershed management and land tenure arrangements and avoid creating a new structure but, instead, make financial resources available to already active partners who indicate an interest in developing and consolidating their activities in a spirit of regional cooperation. To achieve these objectives, the programme is divided in 3 components that can be simplified as Marine Protected Areas, Coral Reef Research and Coordination. The components are implemented by International NGOs, local NGOs, government agencies, research institute and private sector and all Pacific Islands Countries are eligible to participate.

Eric Clua, programme manager
CRISP Coordination Unit
SPC - BP D5 98848 Noumea Cedex
New--Caledonia
Ph. / Fax : +687-26-54-71 Email: ericc@spc.int
www.crisponline.net.

SECRETARIAT OF THE PACIFIC REGIONAL ENVIRONMENT PROGRAM

People are the most important part of the Pacific Islands. The welfare of the people is a defining value that guides all of the work of the Pacific Regional Environment Programme (SPREP). SPREP is a regional organisation established by the governments and administrations of the Pacific region to look after its environment. It has grown from a small programme attached to the South Pacific Commission (SPC) in the 1980s into the Pacific region's major intergovernmental organisation charged with protecting and managing the environment and natural resources. It is based in Apia, Samoa, with over 70 staff. SPREP's mandate is to promote cooperation in the Pacific islands region and to provide assistance in order to protect and improve the environment and to ensure sustainable development for present and future generations. SPREP's vision is that people of the Pacific islands are better able to plan, protect, manage and use their environment for

sustainable development. SPREP's unique focus is to sustain the integrity of the ecosystems of the Pacific islands region to support life and livelihoods today and tomorrow. SPREP has 21 Pacific island member countries and four countries with direct interests in the region. SPREP operates two programmes: Island Ecosystems and Pacific Futures.

SPREP
PO Box 240
Apia, Samoa
Tel: +685 21929
Fax: +685 20231
sprep@sprep.org
<http://www.sprep.org>

THE SOCIÉTÉ CALÉDONIENNE D'ORNITHOLOGIE - SCO

The Société Calédonienne d'Ornithologie (SCO) was established in 1965 to address the need for a better understanding and information exchange for avifauna conservation. These goals have been maintained and strengthened over the past forty years. The SCO has been a BirdLife International Affiliate since 2001.

Bird conservation remains a source of controversies, if only because our knowledge of avifauna in tropical habitats is rather limited on a global level. Therefore, the main mission of the SCO is to **improve knowledge** on the birds of New Caledonia. Our association carries out ornithological surveys and specific monitoring programs of species such as the Fairy Tern and the Pacific Shearwater. In 2008, we initiated a monitoring scheme of populations of forest birds in two pilot IBAs (Important Bird Areas) with the objective of studying their long-term evolution. The SCO also takes part in the evaluation for the IUCN (the International Union for Conservation of Nature) of the status of birds of New Caledonia in order to contribute to the Red List of Threatened Species, a world reference tool for biodiversity conservation.

Another mission of the SCO is to **share knowledge** on the exceptional and endangered ornithological heritage of New Caledonia to reach the best awareness on the need to sustainably preserve this heritage. The SCO organizes fieldtrips on initiation in birding and participates in various public events, celebrations, and fairs during which the association presents to all the rich biodiversity of New Caledonia.

Besides its objectives of gathering knowledge and raising public awareness, the SCO works, independently or in partnership, at **protecting** the bird fauna and its habitats. Between 2004 and 2007, the association participated in the identification of the IBAs of New Caledonia and contributed to strengthen a network of sites that are now globally recognized with more than 10,000 areas. Armed with this experience, the SCO built new partnerships at the local level and henceforth works on conservation of sites. In 2007, with support from Provinces Nord and Sud of New Caledonia, the organization initiated the development of participatory management plans for two IBAs of Grande Terre. With the

sponsorship of the Packard Foundation, the SCO works on restoring seabird colonies. The first step is the eradication of introduced predators in two IBAs of the lagoon. Since 2007, efforts also focused on petrels and shearwaters through the “SOS Petrels” operation. The first objective is to rescue beached birds but the operation should propose in the medium run some measures to mitigate threats on these species.

To conclude, the SCO brings as much as possible its expertise and advice in order to make preservation of birds and their habitats a priority for environmental protection.

BP 3135
98846
Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie
www.sco.asso.nc/

ECONOMIC DEVELOPMENT AGENCY OF NEW CALEDONIA (ADECAL)

ADECAL is an economic development agency founded by the public authorities and boasts support from the corporate world (Chamber of Commerce and Industry, Chamber of Agriculture, Guild, financial institutions, corporate organisations....). Within its missions, it acts as an interface, a consultative and coordination body to accompany new action and projects of benefit to New Caledonia. It is mainly funded by the French Government, the Government of New Caledonia and the three Provinces of New Caledonia.

ADECAL’s mission is to promote New Caledonia economic potential, promote inward investment. It is also in charge of external trade and regional cooperation. Last, it manages the exploration programme of the Exclusive Economic Zone, called *Zonéco*.

Adec
5 rue Guynemer - P.O. box 2384
Nouma Cedex - New Caledonia –
Phone (687) 24.90.77 - Fax (687) 24.90.87 -
Email: adecal@offratel.nc

DEPARTMENT OF CONSERVATION, NEW ZEALAND

The Department of Conservation is the central government organization charged with conserving the natural and historic heritage of New Zealand on behalf of and for the benefit of present and future New Zealanders. Its mission is “to conserve New Zealand’s natural and historic heritage for all to enjoy now and in the future”. The department’s responsibilities are encapsulated in its Maori name - Te Papa Atawhai; Te papa signifies a box or container (for the taonga or treasures) and atawhai the act of caring, nurturing or preserving.

Conservation House - Whare Kaupapa Atawhai
18 - 32 Manners Street
Wellington 6011
New Zealand

Acknowledgements

This marine inventory was co-financed by Conservation International (CI), Province Nord, New Caledonia and the Coral Reef Initiative for the South Pacific (CRISP). The Department of Conservation (DoC), New Zealand also contributed to this study through an in-kind contribution. Within these organizations, we specifically wish to thank Sue Taei, François Martel, Lela Stanley and Pauline Johnston of the CI Pacific Islands Program, Nathalie Baillon of the fishing and aquaculture service of Province Nord, Eric Clua of CRISP and Dominique Benzakem of PROE and Chris Jenkins of DoC, New Zealand.

The administrative management and financial aspects of this project was ensured by L' Développement agency economic of New Caledonia (ADECAL) and we wish to thank particularly Jean-Michel Arlie, Adrien Rivaton and Carole Païdjo. Further, we thank all the people who provided their technical and logistical assistance without which this study would not have been possible. They include Pierre-Philippe Avrons of the company Néa Iti with the catamaran Bambou Free, Gwendal Guttin, Serge Andréfouët of IRD, Jean-Paul Dupuis and his wife of the Koumac harbor office, Nathaniel Cornuet, Jerome Mazarot and Charles Poitili of the fishing and aquaculture service of Province Nord, Jean-Jerome Cassan of the environmental service of Province Nord, Christophe Lenoir and Barbara Bouchard of the Koumac Scuba Club, Philippe Boulay of Marine Coral, Laurent Thomas of the Help centre, Lucien Relative of Noumea as well as Tim Adams, Thomas Avrons, Pierre Boblin, Guénolé Grooving plane, Susan Bruce, Lindsay Chapman, Mike Donoghue, Kim Friedman, Marc Gondard, Isabelle Jollit, Angela Kirkman, Kévin Leuleu, Sylvia Grippied, Anne-Sophie Pidancier, Zoe Richards and Graig Syms.

Of course we wish to address our sincere thanks to Fanja Andriamialisoa for translating this bulletin into French. Additionally, we thank Leanne Alonso, Glenda Fabregas, Peter Hoke, Steve Richards, and Jennifer McCullough who assisted in the production of this bulletin.

INTRODUCTION

Here we report the findings from the Marine Rapid Assessment Survey of the coral reefs of the northwest lagoon (Yandé to Koumac) of Nouvelle Calédonie. For the executive summary a brief overview on the Marine Rapid Assessment Program and on New Caledonia is presented first including general information on the inscription of the tropical lagoons and coral reefs of New Caledonia as a World Heritage Site. Further background information is presented for the two communes of Poum and Koumac that lie adjacent to the reef sites surveyed. This is followed by general background information on the survey sites and methods used to conduct the study. Finally, highlights of the results are given and we close with a discussion of conservation recommendations based on the findings.

OVERVIEW

Marine Rapid Assessment Program (Marine RAP)

The Marine Rapid Assessment Program conducts scientific surveys (Marine RAPS)¹ with local and international scientists to fill in data gaps on marine biodiversity in areas where data is lacking or under threat. Surveys provide data on select species of biological and commercial importance, as well as the “health” of the habitats sampled. The *in situ* fieldwork both underwater and on land identifies threats and documents socioeconomic issues regarding marine resource-use patterns, concerns, and beliefs of coastal residents in the particular region. The specific information collected and methods employed are based on local and regional needs as determined by consultation with all local stakeholders including government and other non-governmental organizations.

The information obtained during the Marine RAP is analyzed, synthesized and geo-spatially mapped with other relevant and available data to: a) pinpoint key sites and issues within the region for implementing realistic mechanisms/activities to conserve species and their habitats (e.g. establishing locally managed marine areas) and for mitigating threats to biodiversity (e.g. curtailing destructive fishing techniques); b) identify data gaps and topics for further study (e.g. stock assessments); c) implement further surveys, activities and studies needed for identified species and regions; and d) and address questions regarding biodiversity and the design of Marine Protected Areas.

Findings from the surveys enable informed decision making, especially for the creation of Marine Managed/Protected Areas and for implementation of other conservation “tools” (e.g. limitations on extraction). The surveys also provide exchange between national and international scientists to build capacity. Education and awareness on the importance of marine biodiversity and resources is also raised as a result of Marine RAPS.

¹ Marine Rapid Assessment Program Survey(s) are commonly referred to by the abbreviated term, Marine RAP(S).

New Caledonia

New Caledonia is a *sui generis* collectivity of France situated in Melanesia within the southwestern Pacific Ocean (21°30'S, 165°30'E). The main island "Le Grand Terre" and a number of smaller ones surrounding it comprise New Caledonia with a total land area of 18,575.5 square kilometers and a marine area of 1,740,000 square kilometers. New Caledonia is divided into the three administrative provinces: Province des Îles, Province Nord, and Province Sud. Within these provinces a combined total of thirty-three communes exist. New Caledonia is in the process of having governmental power and responsibility increasingly transferred from France.

The population of New Caledonia is approximately 230,789 people with a density of 12.4 people per km² (ISSE 2008). The majority of the population lives in Province Sud around the capital city of Nouméa. Although a number of different ethnic groups reside in New Caledonia (European and Polynesian among others), the indigenous Melanesian group referred to as the Kanak, has a large presence throughout the island socially and politically. They comprise about 45% of the inhabitants and traditionally live in family oriented tribes. Kanak tradition keeps the people very close to the land and sea as they depend on the land and sea for their food. Kanak culture and religious beliefs acknowledge the importance of the health of their ecosystem, therefore traditionally, they hold utmost respect for the use of their resources.

The economy of New Caledonia is based mainly on nickel and the metallurgy industry as Grand Terre holds 25% of the world's known nickel deposits. Tourism is the second leading industry with agriculture, fishing and aquaculture making some contribution as well. A substantial amount of financial support is also received from France.

On land, an extremely rich biodiversity and high endemism is found owing to the origin of Grande Terre from Gondwanaland. The island separated from Gondwanaland (Australia and New Zealand) about 55 million years ago² resulting in unique fauna and flora. For example, the island has 21 endemic species of birds, 62 endemic species of reptiles and 2,432 endemic species of vascular plants. Subsequently New Caledonia is one of Conservation International's biodiversity hotspots³. Equally impressive are the waters of New Caledonia where a variety of marine species are found in numerous marine habitats such as coral reefs, mangroves, and sea grass beds. The coral reefs are of particular note as they comprise the second largest barrier reef in the world (40,000 km²) and are one of the few double barrier reefs found. In some sections the barrier reef is even triple.

2 New Caledonia and New Zealand from Australia 85 million years ago, and from each other 55 million years ago.

3 The hotspots concept was first articulated by British ecologist Norman Myers in 1988 and adopted by CI as a priority setting framework in 1989. CI currently focuses on 34 biodiversity hotspot regions worldwide. Together, they cover just 2.3% of the Earth's land surface yet harbor 76% of all the earth's mammals, 82% birds, 71% reptiles, 81% amphibians and 50% all vascular plants.

The tropical lagoons and coral reefs of New Caledonia were inscribed as a World Heritage Site in July 2008 under three criteria (vii, ix, and x). These include (vii) superlative natural phenomena or natural beauty; (ix) ongoing biological and ecological processes; (x) biological diversity and threatened species. A requirement of the inscription is that the integrity of the site be preserved, to this end improvement to and the development of new management and protection plan are underway. Six marine clusters comprise the serial property and include Atolls d'Entrecasteaux, Atolls d'Ouvéa et Beutemps-Beaupré, Grand Lagon Nord, Grand Lagon Sud, Zone Côtière Nord-Est and Zone Côtière Ouest.

The area surveyed in this study lies partly within the marine cluster of Zone Côtière Nord & Est (S 20° 24 43 E164° 33 59) that comprises a core area of 371,400 hectares and a buffer zone of 100,200 hectares in Province Nord. It is important to note that the buffer zone is not part of the inscribed site, but designated to protect the integrity of the core area (IUCN 2008). The survey area (Yandé to Koumac) is located off the northwest coast of the communes of Poum and Koumac (Map 1). The northern part of the area surveyed from Récif des Français to Passe de Poum is within the core area of the marine cluster Zone Côtière Nord & Est. The area south of Passe de Poum to Passe de la Gazette is within the buffer. Finally the southernmost portion of the area surveyed, south of Passe de la Gazette to Passe de Koumac is outside the marine cluster of Zone Côtière Nord & Est.

Islands and islets can be found mid-lagoon in the survey area. Of particular note are the islands of Yandé and Néba that are located off of Poum commune. Previous and present mining activities are located onshore in both communes. Poum has a population of 1,390 with population density of 3.0 people per km². There are nine tribes in Poum and these include Baaba, Bouarou, Pangai, Taanio, Tiabet, Tie, Titch, Yande and Yenghebane⁴ (ISEE 2008). Within the commune, the surface area of customary lands is 7,291 hectares whereas municipal land is 46,940 (ISEE 2008). The highest point in the commune of Poum is 412m. Mines in Poum are found on the Prequ'ile de Poume. Currently mining activity is taking place in Poum by Société Le Nickel (Directorate of Industry Mines and Energy or DIMENC 2008). Société Le Nickel's Poum mining center opened gradually in 2007 with the operation projected to produce 750 000 tonnes of ore in 2017 (Société Le Nickel 2008).

The commune of Koumac has a population of 3,003 with a population density of 5.5 people per km². The last major city of the northwest coast, Koumac is located here. The commune consists of 3,330 hectares (surface area) of customary lands and 55,000 municipal land area (ISEE 2008). There are five tribes in Koumac and these include Galaouui, Pagou, Paop, Wanac I and Wanac II⁴ (ISEE2008). The highest point in Koumac is 823m. A fishing base and port for

4 Spelling of tribal names may vary. Tribe names according to 1996 census (ISEE-INSEE 2008).

pleasure craft is located in Koumac .Approximately 18.5 km north of Koumac is the Tiébaghi mining center (Le Dome Tiébaghi) where Société Le Nickel is actively mining nickel .(Directorate of Industry Mines and Energy or DIMENC 2008)

Survey sites and methods

From November 24, 2007 to December 15, 2007, coral reefs were surveyed off the coast from Yandé to Koumac. The team consisted of local and international scientists. The biological group evaluated the biodiversity of coral and reef fish; targeted macro-invertebrates (sea cucumbers, trochus and giant clams) and fish; and health of 62 reef sites ranging from Recife des Français and Yandé in the north to Recife de Koumac and Passe de Koumac in the south. Additionally breeding birds of conservation interest were evaluated during the survey as the area includes two Important Bird Areas (IBA) (Spaggiari et al. 2007), identified after a survey by the Société calédonienne d'ornithologie (SCO) (Baudat-Franceschi 2006) mandated by Province Nord. Information presented here on birds mainly comes from the SCO survey with additional data collected during the RAP and during monitoring activities by SCO since May 2006.

Sites were selected from the raw Landsat imagery to cover the range of reef types in the area in order to maximize biodiversity and have sufficient coverage and replicates for the main reef types in the survey region according to Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie (Andréfouët et Torres-Pulliza 2004 Andréfouët pers. comm.). Sites of particular interest (e.g. table islands and other sites visited frequently) were also assessed. Ultimately the sites sampled were dependent on weather conditions. The sites sampled for this survey were categorized by reef type as adapted from the geomorphological units (Andréfouët et Torres-Pulliza, 2004) and geographic zone (north or south of Baie de Néhoué as summarized in Table 1. The exact location of these sites is not available in this report, however the general survey area covered can be found on the map.

At each site, an underwater visual inventory was made of the biodiversity of coral reef fish and benthic invertebrates, mainly scleractinian corals. Standard underwater visual census techniques with transect were used to assess exploited macro-invertebrates, targeted fish stocks and the condition of the coral reefs at each site. For birds, standard methods were used specifically adapted to the ecological characteristics of the species, the surfaces of the survey areas and the type of ecosystem (Bibby et al. 2000).

RESULTS

Highlights of the RAP survey are presented below. Detailed results are included in separate chapters for the diversity of Scleractinian corals and coral reef fish; targeted macro-invertebrates and fish; reef condition and birds.

Scleractinian coral diversity

- A total of 322 named species were observed during the present survey. Species numbers at visually sampled sites ranged from 22 to 117, with an average of 63.8 per site. The highest number of coral species observed per site was recorded on fringing reefs around Yandé Island
- *Acropora*, *Montipora*, *Favia*, and *Porites* were dominant genera on New Caledonia reefs, with 77 (including *Isopora*), 24, and 12 species, respectively; the number of *Acropora* species is very high in relation to other areas.
- A total of 43 species were found that extend the known biogeographic range of the species. The number of species tended to increase significantly northwards, eastwards and away from the mainland which corresponds to a decrease in human impacts such as sediment and nutrient runoff and fishing activity. These trends were statistically significant.

Coral Reef Fish Diversity

- There are currently 1,019 known reef associated reef species. This study observed 526 species in total, representing 52% of the known diversity. Species numbers at the 57 sites for which data was analyzed varied from 46 to 172, with an overall mean value of 117.
- Wrasses (Labridae), Damselfishes (Pomacentridae), and Gobies (Gobiidae) were the dominant groups in the survey area. In these dominant families, 75, 71 and 31 species respectively were observed across the entire survey. Two range extension records for New Caledonia reef fish species were obtained in the survey. These included *Asterropteryx striatus* from the Gobiidae family and *Plectroglyphidodon phoenixensis* from the Pomacentridae family.
- Outer barrier reef front or outer slope sites had the highest fish diversity with a mean of 141 species per site.

Table 1. The sites sampled for this survey were categorized by reef type as adapted from the geomorphological units (Andréfouët et Torres-Pulliza, 2004) and geographic zone (north of Baie de Néhoué and including sites within and south of Baie de Néhoué).

	North	South	Total by reef type
Outer Barrier Reef (outer reef slope, back reef, patch and passes)	6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 58, 59, 60, 61, 62	63, 64, 65, 69, 72, 73, 74, 79, 80, 83, 84	26
Intermediate lagoon reefs (fringing and patch)	1, 2, 3, 4, 36, 37, 38, 40, 41	33, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 85, 87	19
Inshore or inner lagoon reefs (patch and fringing)	18, 19, 20, 22, 24, 26, 28	29, 30, 31, 32, 34, 56, 57, 85, 86	17
Total Zone	31	31	62

Outer barrier reef back sites had a mean of 117 species per site. Outer barrier reef pass sites had a mean of 124 species, intermediate lagoon reefs had a mean of 127 species and inner lagoon reefs had a mean of 81 species recorded. Fish surveys at most sites on inner lagoon and, to a lesser degree, intermediate lagoon reefs were affected by poor visibility.

Targeted Macro Invertebrates

- A total of 28 sites in the southern portion of the survey area (Poum and Koumac) were assessed for targeted marine invertebrate species of sea cucumbers and molluscs (*Trochus niloticus* and giant clams) to a maximal depth of 12 meters.
- Thirteen species of sea cucumbers were recorded and the highest diversity was observed in intermediate type reefs with 11 species. Densities of most harvested species, *Holothuria scabra* and *Holothuria nobilis* were extremely low to nil.
- *Trochus niloticus* were most frequently observed on barrier reefs. Densities were similar between intermediate and fringing reefs. Data from Province Nord shows significant levels of harvesting for this species and a stock assessment would precise the sustainability of *T. niloticus* extraction rate. Only three species of giant clams were recorded along the transects and one *Tridacna derasa* was observed outside the transect. The most recorded species was *T. crocea*.

Targeted Fish

- An initial stock assessment of select targeted coral reef fishes was undertaken with observations made by underwater visual counts while SCUBA diving. From the target list of 164 species, a total of 127 target species from 51 genera and 18 families were recorded on 63 transects (each of 500m²) at 52 sites.
- The most diverse families observed were Acanthuridae, Scaridae, Serranidae, Lutjanidae and Labridae, but the most abundant species were from the family Caesionidae.
- Caesionids contributed over 60% of fish counted and over 21% of total biomass with *Caesio caerulea* being the most abundant species of this family.

Reef Condition

- Reef condition is a term pertaining to the general “health” of a particular site as determined by assessment of key variables including natural and human-induced damage or stress and biodiversity based on focal species or indicator groups (corals and fishes). Of the 62 coral reef sites surveyed, 53 had a full data set for these parameters and were comparatively ranked and rated as excellent, good to very good, fair and poor. Forty-nine percent of the reef sites surveyed were rated as being in a very good to good state.

- The most frequently observed threat or disturbance to the reefs surveyed was from fishing related activity that occurred on 38.7% of the reef sites surveyed. Siltation or sediment stress was noted on 24.2% of the reef sites surveyed and was observed to have the most severe impact on the reefs of all the ‘stress’ factors examined. Sedimentation stress appeared to be most severe at the inshore fringing reef sites in close proximity of the Tiébaghi mine, especially within the Baie de Néhoué and two fringing reef sites inshore directly adjacent to the mining operations.
- No bleaching was observed at any of the reef sites surveyed, however symptoms of coral disease or pathogens were noted at 8.2% of the sites assessed. These symptoms were indicative of calcioblastic neoplasms or tumors, white syndrome and pigmentation response. Although tumors have been reported previously in New Caledonia, this may be the first report of white syndrome and pigmentation response.
- Numerous red listed species were spotted on 66% of the reef sites we assessed. These include several species of sharks, bony fishes, and sea turtles. This frequency of observation of red listed species at sites was less than that of the previous marine rap survey on the east coast in Mount Panié. However this percentage is still high in comparison to past marine rap surveys undertaken by Conservation International.

Birds

- A new breeding species for the area, the Beach Thick-Knee (*Esacus magnirostris*) was observed (one to two pairs).
- Two lagoon marine Important Bird Areas (IBAs) were identified that included the main breeding area in New Caledonia (about a hundred pairs) for a highly endangered subspecies of Fairy Tern (*Sterna nereis exsul*). Previously, only about 20 pairs had been recorded in New Caledonia.
- A relict population of an endemic subspecies of Island Thrush (*Turdus poliocephalus xanthopus*) was rediscovered on Yandé Island. This subspecies is considered extinct from Grande Terre and had not been observed for 30 years.
- Several first or new reports were recorded during the survey. These included: nine new colonies of Wedge-tailed Shearwaters (*Puffinus pacificus chlororhynchos*); two new nesting sites of Tahiti Petrels (*Pseudobulweria rostrata trouessarti*); confirmation of the presence on Carrey Islet of the only colony of Brown Boobies (*Sula leucogaster plotus*) on the New Caledonian lagoon and of the only two pairs of Masked Boobies (*Sula dactylatra personata*); and the first census of the population of Australian Ospreys (*Pandion haliaetus cristatus*) in the area.

CONSERVATION AND MANAGEMENT RECOMMENDATIONS

An overall management framework for the tropical lagoons and coral reefs of New Caledonia World Heritage Site has been developed by the federal and provincial government with the full involvement of all local stakeholders and with respect of customary rights (IUCN 2008). The enhancement of laws and regulations for environmental protection has been taking place and continues to be underway in New Caledonia. Here we make conservation recommendations specific to the area surveyed. The survey area covered reef sites within the World Heritage inscribed core area of the marine cluster Zone Côtière Nord & Est, its buffer zone and outside of these zones. The following recommendations are discussed by activity heading; however it is important to note many of these are inter-related. This list is not meant to be comprehensive in nature and some conservation and management activities mentioned may be already in the planning process or have begun to take place. More detail concerning the conservation and management recommendations can be found within the specific chapters of this report. Further, it is hoped the information presented will also promote other new ideas and activities, especially by the local stakeholders, to conserve and to improve management practices in their environment. The people who live and work in New Caledonia and depend on its resources are the greatest source to be utilized in restoring in some cases and ensuring the integrity of their environment.

1) Reduce, monitor and mitigate sedimentation as part of an integrated coastal zone management plan for entire watershed of Poum and Koumac communes.

Sedimentation was the most adverse impact on the reefs sites assessed and was implicated as influencing the findings for: coral and fish diversity; targeted invertebrates and fish; and reef condition. Two locales within the survey area are of specific concern. These include the reef sites adjacent to the Tiébaghi mine and the Poum mine. The reef sites adjacent to the Tiébaghi mine are outside the core and buffer zones. The reef sites adjacent to the Poum mine center are within the buffer zone. At the Poum mine center, activity has resumed and is projected to increase. A potential and very likely consequence of the resumed and scheduled increase of mining activity in Poum is that the ability of the buffer zone to function will be compromised.

It is recommended sedimentation be monitored and every effort made to restore the watershed and maintain those watersheds that are intact. Mitigation techniques (e.g. maintaining vegetation or re-vegetating preferably with native species denuded areas, building sedimentation barriers; settlement basins and terrace) should continue and be implementing in sites where these measures are absent (ESCAP 2003). This needs to be considered a cost of doing business. If sediment runoff is not reduced soon, sediment will begin to kill more and more reefs, beginning along the shore and extending farther and farther out into the lagoon.

Further, developing new mitigation techniques to lessen the impacts of mining activities on the surrounding environment is critical. The various institutions in New Caledonia have been and can continue to be valuable contributors to this endeavor. Sarrailh and Ayrault (2001) noted that research by the Institut de recherche pour le développement (IRD) and the International Cooperation Centre on Agrarian Research for Development (CIRAD) has made possible the development of techniques necessary for re-vegetation. For the mining industry, legal mandates to rehabilitate and re-vegetate abandoned mines are reported to be in progress based on a "Mine Resource Valorisation Management Scheme" (DIMENC 2008). Some mining companies have been reported to carry out some re-vegetation programs in parts of New Caledonia by employing private companies, however these appear to have budgetary constraints (Sarrailh and Ayrault 2001).

Reducing the effects from mining is a particularly challenging issue as there is a long history of mining in New Caledonia (since 1870's). Mines that have ceased activity are still contributing to the sedimentation stress in adjacent coastal areas. In the event of heavy rains (e.g. with cyclones) mud slides and eroded soils that may contain heavy metals and other toxins, end up in rivers then the coastal waters. This is reported to be true for very old mining sites as well (Bird et al. 1984). In many cases the soil of previous or existing mines is contaminated whereby re-vegetating areas is not possible. Additionally in some areas, the landscape has been affected as well by fires and cattle ranching activities that also compromise the watershed. Sedimentation is a serious threat to many of the reefs of New Caledonia. If the present trends continue, it appears that the near shore reefs of Northwest Grande-Terre will be dead in a matter of years to at most a few decades. Overall an integrated coastal zone management plan needs to be instituted that would restore, maintain and monitor the watersheds of Poum and Koumac communes. It is recommended that efforts to restore the watershed include all local stakeholders including the mining companies. Costs (money, time and effort) associated with restoring the watershed of past and present mines as well as sites comprised by fires and cattle ranching could be covered in a variety of ways. This would include but be not limited to the government, non-government organizations, the mining companies, customary land owners, cattle ranches, schools, community groups and tourists.

Sarrailh and Ayrault (2001) reported that older abandoned or orphaned mines have been rehabilitated by local communities. For example in 2000, local communities completely rehabilitated the 10 hectares at the Odette mine in Province Sud. Therefore this approach may prove feasible in the communes of Koumac and Poum.

2) Further studies to better elucidate the biodiversity and other dynamic processes (e.g. water flow patterns, movements of species) in the area are necessary for effective systematic conservation planning and management.

The nature of the rapid assessment survey renders the data limited spatially and temporally. It is intended as a snapshot and a step towards data for informed decision making. Even though every effort was made to sample a wide range of habitats with robust replication of the reef habitats and types, there is no perfect or comprehensive dataset. The need to improve and implement management and conservation activities cannot wait. As more information is obtained, the management and conservation activities can be adapted, the process is iterative. Therefore more studies are needed to document the biodiversity not only of the focal groups examined here (e.g. sea cucumbers), but other focal groups (e.g. algae) and habitats (e.g., sea grass beds, mangroves and soft sediments or inter-reefal areas). Although many items can be identified for further study, the reality is further research of some may not be feasible for several reasons. Therefore it is suggested that data need be prioritized according to conservation or management objective, ecological role (e.g. architectural or habitat forming species such as corals, seagrass and mangroves) and impending threat. More sampling dives within an area usually results in an increase in the number of species reported from an area. Thus, New Caledonia is likely to have many species not yet found. The physical characteristics (e.g. currents, water flow patterns, and bathymetry) and other dynamic processes (e.g. larval supply and species movements) would prove extremely valuable for effective planning and management especially to maximize connectivity of the marine managed and protected area.

Coral, a focal group examined in the present survey is well known as being difficult to identify and there may be a significant number of local variations of species or even new species. Many colonies could not be identified easily during the survey, especially on the reefs sampled that had a high diversity of *Acropora* species. Additionally, the number of species found is likely to depend heavily on the habitats sampled as some coral species are restricted to particular types of habitats or are more common in particular types of habitats. This is also true for coral reef fish species. Having sites assessed at night would add to the species observed as the chances of observing nocturnal fish would increase.

3) Comprehensive stock assessment and continued monitoring of targeted marine invertebrates and commercial fish

A comprehensive stock assessment is urgently needed for sea cucumbers. This assessment would include sites deeper than 12 meters as well as sites not covered in the present survey lying north of Poum. Similar assessments are needed for giant clams and trochus as well as regular monitoring of the stocks and the pursuit of regular monitoring of catches for these three invertebrates. There is a lack of data on both invertebrate stocks and fishing effort for subsistence or com-

mercial purposes. The sites surveyed during this assessment have shown general low numbers of high cash value species of sea cucumbers and giant clams underpinning a possible over-harvesting trend. However, it is important to mention that not all habitats suitable for invertebrates have been sampled extensively, such as embayments or seagrass beds. In all types of habitats, stock assessments and monitoring of the targeted invertebrates needs to be undertaken. Further the amount caught per unit effort for particular species (as indicated by low population densities and or of high commercial value) needs to be pursued.

Based on the general low densities of high value sea cucumbers, a limitation of their harvesting is recommended to be put in place as a precautionary approach and more accurate quotas could be implemented after a comprehensive stock assessment. The current legislation does not mention any restriction on species of giant clams to be collected. As numbers of rare giant clam species such as *Tridacna derasa* and *Hippopus hippopus* ranged from extremely low to nil, it may be necessary to put a ban on these species and educate fishermen on their identification. Moreover, *Tridacna derasa* has been evaluated on the IUCN Red List as a vulnerable species with updating of its status needed. Similar stock assessment needs to be undertaken for trochus populations considering that numbers were low in lagoon sites and catch rate are at a high level.

The nature of this rapid protocol of assessing targeted fish renders this study spatially and temporally limited as 52 sites were visited once with data collected on one or two transects. This precludes us from making specific targeted fish conservation recommendations. Further work by Province Nord is in progress to assess, adaptively manage and conserve targeted fish stocks in the region of the survey. In both cases, targeted invertebrates and fish, data on the catch per unit effort as well as incorporating the fishers and other stakeholders into the effort is critical for effectiveness. The nature of stock assessments requires the data be collected over a long and continuous time period and measures adapted as indicated by the data.

4) Long-term monitoring of the coral reefs

To ensure the integrity of the coral reefs, monitoring is necessary. When events (e.g. bleaching or crown of thorn outbreaks) that compromise the state of the reef occur then appropriate research and mitigation measures can be instituted if possible. The goals for the monitoring program and best methods to achieve them need to be clearly determined from the onset. Findings from this report suggest that the rate of sedimentation (especially sites adjacent to the former and present mining sites), cover of benthic substrata (e.g. algae, live and dead coral cover) as well as a suite of other standard indicators need to be observed over time in the area surveyed. Examining the sedimentation rates in particular will also provide a way to test whether the restoration (e.g. re-vegetating the mining scar) or mitigation (e.g. building sedimentation barriers) techniques on the former and pres-

ent mining sites are effective. As much of the sediment from mining activities includes heavy metals and other toxins, water quality should be checked and regularly monitored as well. Some species can be used as bioindicators for monitoring. Two species of oysters and one species of clam have been identified as useful bioindicators for monitoring the status of Ni contamination in New Caledonia (Hédouin et al. 2007). Perhaps implementing a bioindicator study on reef sites throughout the zones in the survey area would be useful way to determine nickel contamination existing in the core, buffer and outside zones and track improvements in environmental quality as the mining industry come under enhanced laws and regulation of their activities.

As this survey may provide the first report of white syndrome and pink pigmentation response in corals on the reefs of New Caledonia, the incidences of symptoms indicative of these diseases as well as others needs to be examined. With global climate change, bleaching is expected to increase in severity and extent therefore incidence of bleaching needs to be watched as well. Increasingly studies have shown that coral reefs subject to less stress (e.g. pollutants, sediments etc) are more resilient to bleaching events. It is critical that stressors to the reefs are mitigated and the reefs kept as healthy as possible to allow them to be more resilient.

The current monitoring and research activities already within New Caledonia will prove helpful in getting a better handle on the extent of coral disease and bleaching. Pending funding availability, it is recommended that more sites be included for monitoring and study. Given the reality that funding needs for such endeavors are usually more than what can be accommodated, perhaps increased awareness and educational activities for those who frequent the reef (e.g. SCUBA diving clubs, tribes with traditional marine areas, fishers and other local stakeholders) may prove helpful. This would include a way to report such sightings of possible bleaching and symptoms of coral disease for further examination by scientists, managers and the marine regulatory/protection entities in the region.

5) No-take or fully protected status for sites of outstanding biodiversity value or sites thought/known to be used for spawning aggregations, migratory routes or corridors, nesting sites, feeding or nursery areas.

Findings from the focal groups (coral, fish and birds) indicate sites of outstanding biodiversity value and it is recommended these sites be designated no-take or fully protected. In terms of coral diversity, the reefs in the far northern section, particularly around the island of Yandé, contained the highest diversity of corals and a wide range of coral reef community types in a relatively small geographic area. Many unusual coral species were only found in this area and some quite unusual communities were present. This area is certainly worthy of high protection and is presently relatively remote from large human populations and relatively pristine. This area in the north is part of the inscribed or core zone of the marine cluster Zone Côtière Nord & Est.

The north core area was also noteworthy for the diversity of fish observed. Specifically, Yandé Island together with the Passe de Yandé are recommended for no-take or full protected status. In our survey the sites around the Yandé Island and Passe de Yandé occupied the most positions in the top ten sites ranked by fish diversity. Outside the core and buffer zone, the Passe de Koumac was observed to have high diversity of fish species and as such is recommended for full protection.

For birds, both Yandé Island and the Koumac sector are two important bird areas (IBA) (Spaggiari et al. 2007). The Yandé Island could form an integrated conservation project including control and/or eradication of introduced predators, monitoring of populations of Island Thrushes and Tahiti Petrels, and restoration of the dry forest ecosystem. In the Koumac area, 14 out of the 19 islets of the IBA are found in the RAP survey area. This area should be placed under a concerted management for its islets, including regulation of human frequentation and eradication of introduced predators. Creation of a network of small natural reserves protecting the richest islets is recommended. Management recommendations are to implement monitoring protocols for seabirds' populations, to eradicate invasive species (introduced predators are a priority), and to manage human frequentation.

6) Increase environmental education and awareness: Build local capacity and promote community participation in conservation planning and management.

Rules and regulations regarding use of the marine managed areas need to be clearly communicated with information widely dissemination. Information can be readily made available to schools, community centers and posted publically. Maps depicting areas or zones of no take, what activities are permissible in what areas and regulations concerning extraction of marine species (e.g. minimal size required to take certain species of fish or mollusk and permissible means of fishing can be made and distributed. Further signage and postings of these rules and regulations at marinas, docks and other boat slips can be effective. Now that the New Caledonia has been inscribed, it is important to ensure everyone understands what this means and what they can do to ensure the integrity of the site. Moreover, the importance of managing and conserving their marine environment as a whole whether within or outside the inscribed zones should be communicated. Information on new or enhanced legislation for environmental protection such as those in progress for the mining industry can also be included as part of the initiative to increase education and awareness.

7) Promotion and development of conservation-oriented marine ecotourism for the benefit of local communities.

Several activities to promote tourism while maintaining the integrity of the area are possible. These options need to be carefully thought out, well planned and balanced in the interest of leaving the least impact on the surrounding

environment. For example, diving, hiking and camping may be feasible activities for the area. If diving or other boating activities are promoted then installing mooring to prevent anchor damage may be advisable as well as instituting user fees for dive tourists visiting the area. In terms of hiking or camping, it is important that IBAs be removed from such activity and the foliage is not destroyed. The use of the environment whether marine terrestrial or freshwater for recreational activities needs to be regulated as well and can be included in the development of the conservation and management plan. It is recommended that employment associated with these potential tourism activities be local individuals from the communes of Poum and Koumac.

REFERENCES

- Andréfouët S. et D. Torres-Pulliza. 2004. Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Noumea.
- Beauvais, M.L., A. Coléno and H. Jourdan (eds). 2006. Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien: un risque environnemental et économique majeur. IRD Editions. Paris.
- Bibby C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill and S.H. Mustoe. 2000. Bird census techniques. 2nd edition. Academic Press. San Diego, CA.
- Bird, E.C.F., J-P Dubois, and J.A. Iltis. 1984. The Impacts of Opencast Mining on the Rivers and Coasts of New Caledonia. The United Nations University. Pp1–64 Tokyo, Japan.
- Direction de l'Industrie des Mines et de l'Energie Directorate of Industry Mines and Energy (DIMENC) 2008. Retrieved on 20 January 2009. http://www.gouv.nc/portal/page/portal/gouv/annuaire_administration/administration/dimenc
- ESCAP. 2003. Integrating Environmental Considerations in Economic Decision Making Processes Synthesis B Modalities for Environmental Assessment-Pacific Islands Subregion Pacific Island case studies. Mining activities in New Caledonia. (*Unpublished*) http://www.unescap.org/drrpad/vc/conference/bg_nc_147_man.htm
- Hédouin L., O. Pringault, M. Metain, P. Bustamante, M. Warnau. 2007. Nickel bioaccumulation in bivalves from the New Caledonia lagoon: Seawater and food exposure. *Chemosphere* 1449–1457.
- Institut de la statistique et des études économiques de Nouvelle-Calédonie (ISEE) 2008. (figures updated 11-25-08). Retrieved on 13 January 2009. <http://www.isee.nc/anglais/>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) 2008. World Heritage Nomination – IUCN Technical Evaluation, The lagoons of New Caledonia: Reef diversity and associated ecosystems (France) - ID No. 115 p 1–12.
- Sarrailh J.M and N. Ayrault. 2001. Rehabilitation of nickel mining sites in New Caledonia Unasylva - No. 207 - Rehabilitation of degraded sites. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Corporate Document Repository. Retrieved on 20 January 2009. <http://www.fao.org/docrep/004/y2795e/y2795e05.htm#e>
- Société Le Nickel* - Les centres miniers 2008. Retrieved on 20 January 2009. <http://www.sln.nc/content/view/67/42/lang,french/>
- Spaggiari J., V. Chartendault, and N. Barré. 2007. Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de Nouvelle-Calédonie. SCO/BirdLife International.

Chapter 1

Reef corals of the northwestern lagoon of Grande-Terre, New Caledonia

Douglas Fenner and Paul Muir

SUMMARY

- The northwestern lagoon area of New Caledonia has a diverse coral fauna. A total of 322 named species were observed during the present survey. This compares well with the total of 310 species reported for all of New Caledonia from all previous studies combined. It also compares well with the 303 species in the Calamianes Islands (Philippines); 315 in the Togian and Banggai Islands, Sulawesi, Indonesia; 318 in Milne Bay, Papua New Guinea; and 331 in the Raja Ampat Islands of West Papua, Indonesia which the first author has found in similar marine rapid assessment program (RAP) surveys for Conservation International (CI).
- Species numbers at visually sampled sites ranged from 22 to 117, with an average of 63.8 per site. A similar study by the first author in the southwest lagoon of New Caledonia produced an average of 52.7 species per site. Previous CI RAP's with the same method and the first author as identifier have produced 70 species per site at N. Sulawesi, 92 species per site at Calamianes Islands, Philippines, 81 species per site at Milne Bay, Papua New Guinea and 87 species per site at Raja Ampat, Indonesia. The mean of 63.8 species per site compares well with the mean of 38.5 species per site found by Laboute (2006) in the northeast lagoon of New Caledonia. The mean of 54.9 species which the first author recorded is quite similar to the mean of 52.7 species per site which he found in the southwest lagoon in a previous study, providing little support for the suggestion that there is a north-south diversity gradient.
- *Acropora*, *Montipora*, *Favia*, and *Porites* were dominant genera on New Caledonia reefs, with 77 (including *Isopora*), 24, and 12 species, respectively; the number of *Acropora* species is very high in relation to other areas.
- A total of 61 species that had not been previously reported from New Caledonia were found. Six additional new records were found by the first author on a previous study of the southwest lagoon (Fenner, unpublished). These new records bring the total coral species known from New Caledonia to 377 species, just slightly less than the highest total (411) known from any country (the Philippines) in 1989.
- A total of 43 species were found that extend the known biogeographic range of the species. The most notable was *Acropora pharaonis*, a species described from the Red Sea and known from the Indian Ocean, but not from the Pacific until recently.
- The number of species on the outer slopes of the barrier reef tended to be higher than on other reefs; however, the highest number was recorded on fringing reefs around Yandé Island. The number of species tended to be less in the inshore reefs around the mainland. Reefs with smaller depth ranges tended to have fewer species of coral since deeper habitats were absent, and reefs nearer to shore had smaller depth ranges.
- The number of species tended to increase significantly northwards and away from the mainland which corresponds to a decrease in human impacts such as sediment and nutrient runoff and fishing activity. These trends were statistically significant.
- New Caledonia has the highest total number of coral species known of any similar size area in the southwest Pacific, probably due to more study based on compiled results

including this survey. The numbers of species found in one and 10 dives are similar to other areas in the South Pacific.

- We recommend reducing sediment runoff that is killing near shore reefs by re-vegetating mining areas.

INTRODUCTION

Hard corals are a critical component of coral reefs worldwide. Coral reefs have the highest diversity known in marine ecosystems. Corals contribute to the build-up of the calcium structure of coral reefs (along with certain algae) and are critical to holding them together. Further, corals are a primary constructor of habitat on coral reefs, providing the hiding places needed for fish habitat, living spaces for many commensal species, and the carbonate reef material which is the habitat of large numbers of cryptic species, and the attachment surface for many other sessile organisms. Corals are highly vulnerable to a range of disturbances, many of which are caused by humans, and are undergoing rapid declines in many parts of the world.

Many corals can now be identified alive on coral reefs, due to field identification guidebooks such as Veron (1986, 2000) and taxonomic revisions such as those by Hoeksema (1989) and Wallace (1999). Field identification has the advantage that one is able to see the entire colony, and often many colonies, while identification from collected specimens often must be based on small samples that don't show the range of variation. The number of species is less than that for fish, but the difficulty of identification is greater due to greater variation within species. However, field identification is much easier than groups such as sponges or ascidians, which would require extensive collecting and years of museum work to identify.

The coral reefs and reef fauna of New Caledonia have been the subject of a considerable amount of study. Currently, New Caledonia has the highest known number of marine species (of all types, not just corals) of any coral reef area in the world. Some 8,783 species are currently known from New Caledonia (Payri and Richer de Forges 2006) compared to about 7,000 in Hawaii (including all marine species: Eldredge and Evenhuis 2003), 5,640 species in Guam (Paulay 2003), 4,671 species in Enewetok (Devaney et al. 1987), 2,876 in French Polynesia (Richard 1985), and 2,705 species in American Samoa known so far (Fenner et al. 2008). Even in New Caledonia the number of reef species currently known is almost surely a tiny fraction of the total diversity present (Reaka-Kudla 1995; Bouchet et al. 2002). The total number currently known is likely to be proportional to the total amount of collecting and taxonomic effort and the number of specialists who have studied the area. Hawaii clearly has much less diversity than New Caledonia (seen in individual groups like corals and fish), yet has nearly as many total species known, likely due to a larger amount of total effort there. In fact, Hawaii has a lower diversity than

all the other sites mentioned above, yet has a higher total number of species currently known except for New Caledonia.

A considerable amount is known about the diversity of types of reefs in New Caledonia as well (e.g., Laboute and Richer de Forges 2004; Andréfouët et al. 2006; Lasne 2007; Wantiez et al. 2007). New Caledonia has the world's longest continuous barrier reef, plus many other types of reefs such as fringing reefs, patch reefs, double barrier reefs, and so on. Because different species have different habitat requirements, total diversity may be proportional to habitat diversity to some degree, as well as biogeographic location, total area (species-area effect) and so on.

In a review of the reefs and corals of New Caledonia, Lasne (2007) concluded that the diversity of corals decreased with proximity toward the shore of Grande-Terre, due to the sediment coming from that island. In addition, he commented that there was a latitudinal gradient with higher diversity toward the north and lower diversity toward the south. The present data set will be examined for these trends.

Pichon (2006) listed all the coral species known from previous studies of the corals of New Caledonia. A total of 310 species were reported there. Laboute (2006) reported the results for corals from a CI RAP at 44 sites in the north-eastern reefs of Grande-Terre, New Caledonia where corals were not collected in compliance with tribal regulations for that survey area. He reported 196 named coral species plus 82 species that were not identified to species. This included three named species not reported in the Pichon (2006) summary. Fenner (unpublished) studied coral species in the southwestern area near Noumea in 10 dives in 2006. A total of 182 named species were recorded, including 28 species not reported in the Pichon (2006) summary. An average of 52.7 coral species were recorded per site in that study. Samples could not be collected for verification.

The following is a report of the reef coral fauna of the 62 sites in the northwestern lagoon of Grande-Terre, New Caledonia based on results of the authors' observations and collections during Conservation International's RAP in November–December 2007.

The principle aim of the coral survey was to provide an inventory of the coral species growing on reefs and associated habitats and to compare the coral fauna at different sites. The primary group of corals is the zooxanthellate scleractinian corals, that is, those that contain single-cell algae and which contribute to building the reef. Also included are a small number of zooxanthellate non-scleractinian corals which also produce large skeletons which contribute to the reef (e.g., *Millepora*: fire coral), a small number of azooxanthellate scleractinian corals (*Tubastraea*), and a small number of azooxanthellate non-scleractinian corals (*Distichopora* and *Stylaster*). All produce calcium carbonate skeletons that contribute to reef building to some degree.

The results of this survey facilitate a comparison of the faunal richness of New Caledonia with parts of southwest Pacific and adjoining regions. However, the list of corals pre-

sented below is still incomplete, due to the time restriction of the survey (62 dives), the fact that most of New Caledonia was not studied, the highly patchy distribution of corals and the difficulty in identifying some species in the water. Corals are sufficiently difficult to identify that there are significant differences between leading experts on some identifications.

METHODS

Coral diversity and abundance was surveyed at each of the 62 sites using one SCUBA dive of 50 to 80 minutes duration. A direct descent was made in most cases to the base of the reef, to or beyond the deepest coral visible. The bulk of the dive consisted of a slow ascent along the reef in a zigzag path to the shallowest point of the reef or until further swimming was not possible. Sample areas of all habitats encountered were surveyed, including sandy areas, walls, overhangs, slopes, and shallow reef. Areas typically hosting few or no corals, such as grass beds and mangroves, were not surveyed. Corals were usually identified *in-situ* however, where an identification could not be made rapidly, a photograph or small sample was taken. Coral species and their abundance data were recorded on an underwater slate or printed form. The abundance measures used in the survey were: “R” for rare, “U” for uncommon, “C” for common, “A” for abundant, and “D” for dominant. Many corals can be identified to species with certainty in the water and a few must be identified alive since they cannot be identified without living tissues. In addition, there are some that are easier to identify alive than from skeletons. Several field guides assisted identification (Wallace 1999; Veron 2000). However, there are species that normally require collection for verification. Samples of species that have not been previously reported from New Caledonia, or could represent new species were collected at many sites, within the time limits of the RAP survey. Samples were later bleached in household bleach solution then rinsed in freshwater, dried and returned to the laboratory for identification. Additional references used in identifying corals from skeletons and in the field are listed in references (Boschma 1959; Veron and Pichon 1976, 1980, 1982; Dineson 1980; Veron, Pichon and Wijman-Best 1977; Hodgson and Ross 1981; Moll and Best 1984; Randall and Cheng 1984; Hodgson 1985; Veron 1985, 1986, 1990a, 2000; Nemenzo 1986; Nishihira 1986; Dai 1989; Hoeksema 1989; Claereboudt 1990; Best and Suharsono 1991; Hoeksema and Best 1991, 1992; Sheppard and Sheppard 1991; Dai and Lin 1992; Ogawa and Takamashi 1993; Wallace 1994, 1997a; Veron and Nishihira 1995; Suharsono 1996; Cairns and Zibrowius 1997; Wallace and Wolstenholme 1998; Razak and Hoeksema 2003; Fenner 2005).

Wallace et al. (2007) have found evidence that the sub-genus *Isopora* of the genus *Acropora* deserves to be elevated to the level of genus, and the authors have followed this. Differences in nomenclature for a few *Acropora* have been indicated in text tables and the appendix. The species long

referred to as *A. formosa* has been designated as type species (*A. muricata*) for the genus *Acropora* by Wallace (1999) and designated as a neotype. A species which Veron (2000) refers to as *A. nobilis* is referred to as *A. intersepta* by Wallace (1999). Veron (2000) treats *A. spathulata* as a junior synonym of *A. millepora*, but Wallace (1999) treats it as valid, in part based on the reproductive incompatibility of these two (Willis et al. 1997). The authors find the distinction clear in the field and treat *A. spathulata* as valid. Veron (2000) considers *A. rosaria* to be valid, but Wallace (1999) considers it to be similar to *A. loripes*. Veron (2000) considers *A. akajimensis* to be valid, but Wallace (1999) considers it to be a junior synonym of *A. donei*. Veron (2000) considers *A. copiosa* to be valid, while Wallace (1999) considers it to be a junior synonym of *A. muricata*. Veron (2000) considers *A. insignis* to be valid, but Wallace (1999) considers it unresolved. The authors have elected to distinguish these species in this report, while noting the possible synonyms. Recording these as separate allows those in the future to maintain those distinctions without data loss, or to consider them as synonyms and lump them as they wish. The nomenclature of Veron (2000) has been followed for Fungiids, though the illustrations and descriptions in Hoeksema (1989) were the primary source for actual identification. The nomenclatures of these two authors differ primarily at the level of genera and sub-genera, not species. One species named after Hoeksema's (1989) publication, *Podabacia motuporensis*, was recognized, as was one species (*Herpolitha weberi*) synonymized (with *H. limax*) by Hoeksema. As with the *Acropora* species, recording these separately allows the distinction of these species from congeners to be continued or discontinued in the future.

Statistical analysis and plotting of results was conducted using the computer packages Microsoft Excel and SPSS. For each site the distance to the mainland was calculated using the computer mapping program C-Map, the distance northwards was calculated in nautical miles from the latitude 20°S, while the distance eastwards was calculated in nautical miles from the longitude 163°E. Cluster analyses were conducted on species presence data using the similarity index:

$$\frac{\# \text{ species in sites a and b}}{\# \text{ species in sites a or b}}$$

This index is well suited to species presence data where there are many species which only occur in a small proportion of the sites.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 322 named species and 72 genera of stony corals (312 species and 67 genera of zooxanthellate Scleractinia) were found in the northwest New Caledonia RAP (Appendix 1). Almost all of these species are illustrated in Veron (2000) and *Acropora* are illustrated in Wallace (1999) and

Fungiids are illustrated in Hoeksema (1986). The total of 322 species compares well with the 310 species reported for all of New Caledonia by Pichon (2006), based on all previous studies combined. It also compares well with the 196 named species and 82 unnamed species reported from the northeastern lagoon of Grande-Terre by Laboute (2006). Further, it also compares well with other CI RAP locations using the same methodology: 303 species in the Philippines RAP, 315 sp. in Sulawesi, 318 in Milne Bay, Papua New Guinea (PNG), and 331 in Raja Ampats, even though these sites were in the area of highest diversity, and New Caledonia is considered outside that area.

A mean of 63.8 species per site was found in this study across all sites. This compares well with the mean of 38.5 species per site found by Laboute (2006) in the Mont Panié area or northeastern lagoon of Grande-Terre. This difference may be due any combination of several factors, such as different reef habitats in the two areas, differing identification skills, and the fact that in this study collecting was allowed so species could be verified (whereas no collecting occurred in the Mt. Panié survey of the northeastern lagoon).

The mean of 54.9 species per site found by the first author is very close to the mean of 52.7 species per site found by the same author in 10 dives in the southwest lagoon of Grande-Terre off Noumea in 2006. This difference is not significant ($t=0.51$, $p=.61$). Seventy-four species were found on the outer barrier reef slope per dive in the southwest, compared to 77 in the northwest, but this is based on only one dive in the southwest and two in the northwest, so the difference is not significant. Lasne (2007) suggested that there is a latitudinal gradient with higher diversity in the north and lower diversity in the south. If so, the differences are too small to be detected reliably in this study.

General faunal composition

The coral fauna consists mainly of Scleractinia. The genera with the largest numbers of species found were *Acropora*, *Montipora*, *Porites*, *Favia*, *Pavona*, *Fungia*, *Goniopora*, *Goniastrea*, *Psammocora*, and *Turbinaria*. These 10 genera account

for about 52% of the total observed species (Table 1.1).

There were 18 families of corals found, with the largest families being Acroporidae with 107 species, Faviidae with 65 species, Fungiidae with 21 species, Poritidae with 18 species, Agariciidae with 20 species, and Mussidae with 20 species.

The order of the most common genera is fairly typical of Western Pacific reefs, with a few minor differences- *Acropora*, *Montipora*, and *Porites* are the three most species-rich genera. The farther down the list one moves, the more variable the order becomes, with both the number of species and the differences between genera decreasing.

Most of the corals were zooxanthellate (algae-containing, reef-building) scleractinian corals, with 97% of the coral species in this group. There were two species (*Tubastraea*) that were azooxanthellate (lacking algae) Scleractinia for 0.6% of the total. Also there were seven corals that were not Scleractinia, for 2% of the total. Of those that were not Scleractinia, five were zooxanthellate (*Millepora*) and two were azooxanthellate (*Distichopora* and *Stylaster*).

These species were in 72 genera, including 67 genera of zooxanthellate Scleractinia. These in turn were in 18 families, 16 of which are zooxanthellate Scleractinia.

Diversity at individual sites

Sites 37, 17, and 1 had the highest species richness, with 117, 111 and 109 species, respectively (Table 1.2). Sites 30, 29, and 72 had the lowest species richness, with 22, 27 and 30 species (Table 1.3).

Species were added to the list at a slow but relatively steady rate after about 10 sites, indicating that sufficient sites were surveyed (Figure 1.1).

A total of 77 *Acropora* species (including *Isopora*) were recorded in this study which is high relative to other reef areas of the world. For example, the highest number of *Acropora* species recorded after a world wide analysis by Wallace (2001) was 78 in the Togian Islands, Indonesia which is in the heart of the “coral triangle” of highest coral diversity. However, exact comparison of our results is difficult since this analysis was conducted according to the taxonomic

Table 1.1. Genera with the most species, in order of decreasing number of species per genus. *Acropora* includes one species not identified to species, and does not include *Isopora*.

	Genus	Number of Species
1.	<i>Acropora</i>	73
2.	<i>Montipora</i>	24
3.	<i>Favia</i>	15
4.	<i>Porites</i>	12
5.	<i>Pavona</i>	11
6.	<i>Turbinaria</i>	9
7.	<i>Goniastrea</i>	8
8.	<i>Fungia</i>	7
9.	<i>Psammocora</i>	7

Table 1.2. Most diverse sites surveyed. Site number with corresponding number of species is reported.

Site	Number of Species
37	117
17	111
1	109
7	107
36	105
9	100
59	99
3	99
26	95
38	94

review of Wallace (1999) which recognized 113 valid species in the genus. Since that review, Veron (2001) has introduced a large number of new or previously synonymised (i.e. discarded) species and recognizes a total of 167 valid species. Since the latter scheme has been used in this study, comparison with Wallace's (2001) global maximum is not possible here. Compared with other well known high diversity areas which have been surveyed using Veron's scheme the figures for New Caledonia are still quite high. For example, Veron (2002) reported 95 species in the genus in Raja Ampats

Table 1.3. Total number of coral species recorded at each site.

Site	Number of Species	Site	Number of Species	Site	Number of Species
1	109	29	27	57	67
2	91	30	22	58	93
3	99	31	34	59	99
4	45	32	61	60	80
6	93	33	76	61	66
7	107	34	45	62	67
9	100	35	64	63	47
10	51	36	105	64	33
11	82	37	117	65	41
12	61	38	94	69	73
13	68	40	37	72	30
14	68	41	63	73	33
16	78	42	60	74	49
17	111	43	63	79	76
18	71	45	69	80	78
19	73	47	53	83	64
20	62	48	53	84	56
22	50	49	72	85	74
24	75	51	54	86	60
26	95	52	49	87	42
28	53	56	60		

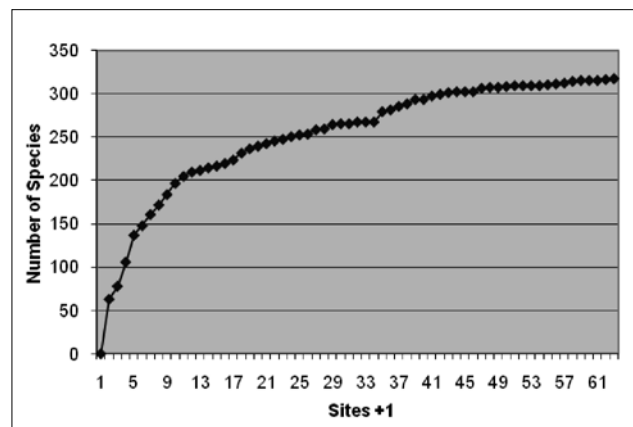


Figure 1.1. Cumulative total number of coral species over the course of the survey. Sites are listed on the x axis in order of time surveyed (sites + 1).

of West Papua, Indonesia, and Veron and Turak (2006) reported 124 species in the Solomon Islands.

SPECIES OF SPECIAL INTEREST

New records

Pichon (2006) reported that a total of 310 coral species have been reported from all of New Caledonia in all previous studies combined. Laboute (2006) reported nine species not reported by Pichon (2006). They were probably not included in Pichon's list because they were not confirmed by skeleton examination as collection was not permitted. Six of the species were "cf.", indicating that the identification was not certain, and one was identified only to genus (Table 1.4).

In the present study, Fenner found 52 species not reported in Pichon (2006), 44 of which were supported by the identification of samples collected plus photographs (Table 1.5), and eight of which were supported only by photographs. Three of those species were also found by Muir. A total of 22 species were found by Muir that were not reported in Pichon (2006), including eight not found by Fenner. In 10 dives in the southwestern lagoon of Grande-Terre in November 2006, Fenner found a total of 28 species not reported in Pichon (2006), six of which were not found in the present study (Table 1.6). Thus, in the present study a total of 61 species were found that were not reported by Pichon (2006). The previous study by Fenner of the southwest lagoon adds six additional species found in neither Pichon (2006) nor the present study. Laboute (2006) reported three species which have not been reported in any other study. Something resembling *Astreopora moretonensis* was found by Fenner in this study, but a small sample did not confirm the species. Therefore, just two of the Laboute (2006) species are added to the total here making 379 the total number of coral species now known from New Caledonia. Even in areas where a fauna is well-studied, if a new person searches an area that has not been searched before, there is a high probability of finding additional species. Several years ago (Veron and Hodgson 1989), the largest number of coral species known from any country in the world was the 410 species documented in the Philippines. Although over 500 species are now known from Indonesia, the number of species known in New Caledonia

Table 1.4. Species noted by Laboute (2006) during the Mount Panié RAP survey and not reported by Pichon (2006).

1.	<i>Acropora</i> cf. <i>granulosa</i>
2.	<i>Astreopora</i> cf. <i>moretonensis</i>
3.	<i>Dendrophyllia</i> sp.*
4.	<i>Oulophyllia</i> cf. <i>bennettiae</i>
5.	<i>Porites</i> cf. <i>annae</i>
6.	<i>Psammocora</i> cf. <i>profundacella</i> ?
7.	<i>Psammocora</i> cf. <i>superficialis</i>
8.	<i>Tubastraea micranthus</i>
9.	<i>Turbinaria frondens</i> *

* not found in present study

Table 1.5. New records for New Caledonia, confirmed from samples, except as otherwise indicated.

1.	<i>Stylophora subseriata</i> [^]
2.	<i>Montipora capitata</i> [^]
3.	<i>Montipora malampay</i> [^]
4.	<i>Montipora stellata</i> [^]
5.	<i>Montipora verruculosus</i> [^]
6.	<i>Acropora akajimensis</i> [^] (?j.s. of <i>A. donei</i>)
7.	<i>Acropora anthocercis</i> [*]
8.	<i>Acropora copiosa</i> [^]
9.	<i>Acropora echinata</i> ^{*^}
10.	<i>Acropora granulosa</i> ^{*^+}
11.	<i>Acropora insignis</i> [^]
12.	<i>Acropora nana</i> ^{*^}
13.	<i>Acropora halmaherae</i> [^] (?j.s. of <i>A. parlis</i>)
14.	<i>Acropora pharonis</i> [^]
15.	<i>Acropora retusa</i> [^]
16.	<i>Acropora rosaria</i> [^] (?j.s. of <i>Acropora loripes</i>)
17.	<i>Acropora spathulata</i> ^{^*} (?j.s. of <i>Acropora millepora</i>)
18.	<i>Acropora speciosa</i> ^{*^}
19.	<i>Acropora torresiana</i> ^{^#}
20.	<i>Isopora crateriformis</i> ^{^*#}
21.	<i>Astreopora randalli</i> [^]
22.	<i>Euphyllia paraancora</i> ^{^#}
23.	<i>Galaxea longisepta</i> ^{*#}
24.	<i>Galaxea paucisepta</i> ^{*^}
25.	<i>Pseudosiderastrea tayami</i> [^]
26.	<i>Psammocora profundacella</i> ^{*^+}
27.	<i>Psammocora superficialis</i> ^{*^+}
28.	<i>Pavona bipartita</i> [^]
29.	<i>Pavona chiriquensis</i> [^]
30.	<i>Pavona duerdeni</i> [^]
31.	<i>Leptoseris incrustans</i> [^]
32.	<i>Pachyseris gemmae</i> ^{^*}
33.	<i>Herpolitha weberi</i> ^{*^#}
34.	<i>Lithophyllum undulatum</i> [^]
35.	<i>Podabacia motuporensis</i> [^]
36.	<i>Echinomorpha nishihirai</i> ^{^#}
37.	<i>Hydnophora grandis</i> ^{^*}
38.	<i>Acanthastrea hemprichii</i> [^]
39.	<i>Lobophyllia diminuta</i> ^{*#}
40.	<i>Symphyllia hassi</i> [^]
41.	<i>Lobophyllia robusta</i> [^]
42.	<i>Cyphastrea decadea</i> [^]
43.	<i>Echinopora pacificus</i> [^]
44.	<i>Favia helianthoides</i> ^{^*#}
45.	<i>Favia truncates</i> ^{^*#}
46.	<i>Favia veroni</i> ^{*#}
47.	<i>Goniastrea minuta</i> [^]

48.	<i>Leptastrea bottae</i> ^{^*}
49.	<i>Montastrea salebrosa</i> [*]
50.	<i>Oulophyllia bennetae</i> ^{*^#+}
51.	<i>Platygyra</i> cf. <i>acuta</i> ^{*#}
52.	<i>Platygyra ryukuensis</i> ^{*#}
53.	<i>Porites annae</i> ^{?^+}
54.	<i>Tubastraea micranthus</i> ^{+ #}
55.	<i>Turginaria irregularis</i> [^]
56.	<i>Millepora dichotoma</i> [^]
57.	<i>Millepora exaesa</i> [^]
58.	<i>Millepora intricata</i> [^]
59.	<i>Millepora murrayi</i> [^]
60.	<i>Millepora platyphylla</i> ^{^#}
61.	<i>Stylaster</i> sp. [^]

[^] Found by D. Fenner^{*} Found by P. Muir[#] Photo taken, but no specimen collected⁺ Also reported by Laboute (2006)[?] j.s. Indicates possible junior synonym**Table 1.6.** New records recorded by Fenner in November, 2006 in the southwest lagoon of Grande Terre, supported by photos.

1.	<i>Sylophora subseriata</i>
2.	<i>Acropora akajimensis</i> (?j.s. of <i>A. donei</i>)
3.	<i>Acropora insignis</i>
4.	<i>Acropora parlis</i> (?s.s. of <i>A. halmaherae</i>)
5.	<i>Acropora pharaonis</i>
6.	<i>Acropora speciosa</i>
7.	<i>Astreopora cucullata</i> [*]
8.	<i>Astreopora randalli</i>
9.	<i>Montipora cactus</i> [*]
10.	<i>Montipora capitata</i>
11.	<i>Montipora stellata</i>
12.	<i>Psammocora profundacella</i> ⁺
13.	<i>Pachyseris gemmae</i>
14.	<i>Pavona duerdeni</i>
15.	<i>Podabacia motuporensis</i>
16.	<i>Sandalolitha dentata</i> [*]
17.	<i>Galaxea paucisepta</i>
18.	<i>Acanthastrea hemprichi</i>
19.	<i>Acanthastrea ishigakiensis</i> [*]
20.	<i>Lobophyllia robusta</i>
21.	<i>Cyphastrea decadea</i>
22.	<i>Goniastrea minuta</i>
23.	<i>Hydnophora grandis</i>
24.	<i>Rhizopsammia verrilli</i> [*]
25.	<i>Tubastraea diaphana</i> [*]
26.	<i>Millepora dichotoma</i>
27.	<i>Millepora intricata</i>
28.	<i>Millepora murrayi</i>

^{*} not recorded in the present study[?] j.s. indicates possible junior synonym[?] s.s. indicates possible senior synonym

is very high, and the rate at which additional species is being found is very high. It is highly probable that additional searching will reveal more species.

Range extensions

Range extensions were determined by consulting the range maps in Hoeksema (1989), Wallace (1999), and Veron (2000). A range extension was recorded if New Caledonia

Table 1.7 Range extensions for coral species of New Caledonia. These are species for which New Caledonia is outside their range as indicated in Veron (2000), Wallace (1999) and Hoeksema (1989).

1.	<i>Stylophora subseriata</i>
2.	<i>Acropora akajimensis</i> (?j.s. of <i>A. donei</i>)
3.	<i>Acropora halmaherae</i> (?j.s. of <i>A. parlis</i>)
4.	<i>Acropora pharaonis</i>
5.	<i>Acropora retusa</i>
6.	<i>Acropora spatulata</i> (?j.s. of <i>A. millepora</i>)
7.	<i>Acropora tenella</i>
8.	<i>Acropora torresiana</i>
9.	<i>Anacropora reticulata</i>
10.	<i>Astreopora randalli</i>
11.	<i>Montipora malampaya</i>
12.	<i>Montipora stellata</i>
13.	<i>Montipora verruculosus</i>
14.	<i>Goniopora fruticosa</i>
15.	<i>Porites</i> cf. <i>arnaudi</i>
16.	<i>Porites evermanni</i> sensu Veron 2000
17.	<i>Coscinaraea monile</i>
18.	<i>Psammocora explanulata</i>
19.	<i>Psammocora nierstraszi</i>
20.	<i>Coeloseris mayeri</i>
21.	<i>Leptoseris foliosa</i>
22.	<i>Pachyseris gemmae</i>
23.	<i>Herpolitha weberi</i> (?j.s. of <i>H. limax</i>)
24.	<i>Lithophyllon undulatum</i>
25.	<i>Galaxea longisepta</i>
26.	<i>Galaxea paucisepta</i>
27.	<i>Echinomorpha nishihirai</i>
28.	<i>Acanthastrea hemprichii</i>
29.	<i>Lobophyllia robusta</i>
30.	<i>Symphyllia hassi</i>
31.	<i>Cyphastrea japonica</i>
32.	<i>Favia maxima</i>
33.	<i>Favia truncatus</i>
34.	<i>Goniastrea minuta</i>
35.	<i>Goniastrea palauensis</i>
36.	<i>Leptastrea bottae</i>
37.	<i>Platygyra acuta</i>
38.	<i>Euphyllia ancora</i>
39.	<i>Euphyllia divisa</i>
40.	<i>Heterocyathus aequicostatus</i>
41.	<i>Heteropsammia cochlea</i>
42.	<i>Turbinaria irregularis</i>
43.	<i>Turbinaria heronensis</i>

?j.s. indicates possible junior synonym

was outside the indicated range for the species in all three sources. Ranges of possible senior synonyms were not used. A total of 43 range extensions were recorded (Table 1.7).

Perhaps the most notable range extension is *Acropora pharaonis*. This species was described from the Red Sea. Although there are reports of *A. pharaonis* in the Indian Ocean (Wallace, 1999; Veron, 2000), Wallace (1999) had seen no samples from the Indian Ocean and remarked that it appears to be restricted to the Red Sea. Fenner (2007) reported it first in Fiji where it was found at a number of sites, and samples collected. He has also found and collected *A. pharaonis* in American Samoa. Although it does not display the table form seen in the Red Sea, it does have colonies with a single narrow stem and diverging main branches that show some resemblance to the photograph of a large colony in the Red Sea in Sheppard and Sheppard (1991). Individual branches look exactly like individual branches from the Indian Ocean shown in Veron (2000). All of the details of axial and radial corallites and coenosteum are consistent with the descriptions of *A. pharaonis* in Sheppard and Sheppard (1991), Wallace (1999) and Veron (2000). The most similar species appear to be *A. grandis* which has much shorter radial corallites down the branch and a more indeterminate arborescent form, and *A. echinata*, which has much longer incipient axial corallites forming a more hispidose (i.e. bottle-brush shaped) colony.

Many coral species are threatened to various degrees by human activities as well as natural disturbances. Species in the genera *Acropora*, *Millepora*, and *Pocillopora* are particularly vulnerable to mass coral bleaching, perhaps the greatest threat to corals in the century. In addition, many *Acropora* have relatively fragile branching forms susceptible to damage from hurricanes, are particularly vulnerable to disease, and are one of the preferred prey items of the crown-of-thorns starfish. Two species of *Acropora* in the Western Atlantic which were once dominant on many reefs have declined so precipitously that they are currently listed as endangered species under the United States Endangered Species Act. The genus *Acropora* has more species than any other coral genus, and often is the most abundant genus on a reef. A recent report found that one third of all reef building corals face an elevated risk of extinction (Carpenter et al. 2008). A total of 74 species of *Acropora* were recorded in this study (77 if *Isopora* is included), a very high number, and at many sites the genus was very common. Thus, the coral communities in northwest New Caledonia are particularly vulnerable to disturbances, including global warming.

No coral species are known to be endemic to New Caledonia and most coral species found there have wide ranges. Two species were found that have smaller ranges than most coral species. *Acropora torresiana* is known only from the northern Great Barrier Reef (GBR), but a photo of a single colony in this survey matches the description. No sample was taken, as only a single colony was sighted. New Caledonia is the type locality for *Cantharellus noumeae*, and the range for this species extends to the Great Barrier Reef and

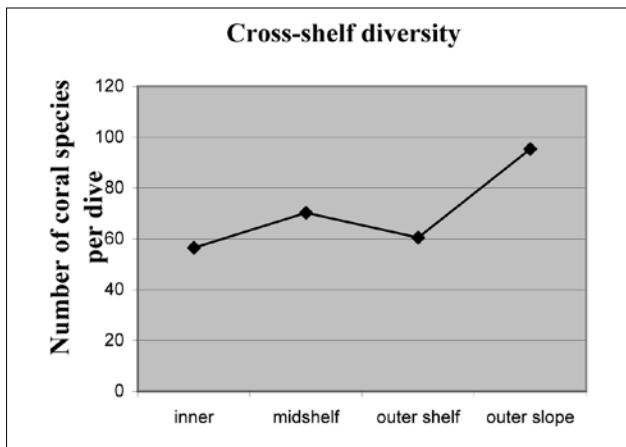


Figure 1.2. Average number of coral species per dive with increasing distance from Grande-Terre. For inner reefs, $n=13$, for midshelf $n=23$, for outer shelf $n=17$, and for outer slope $n=8$. Site 64 was excluded because it was a pass in the outer reef with a low diversity unlike all outer reef slope sites.

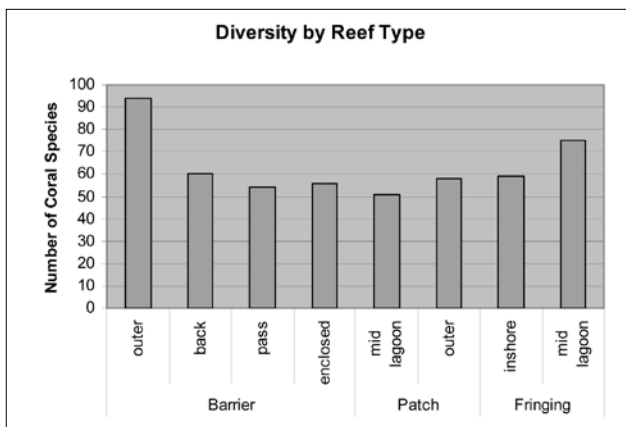


Figure 1.3. The number of coral species by reef types based on the geomorphology (Andréfouët and Torres-Pulliza 2004). Number of coral species are an average of 9 sites for outer barrier, 8 for back, 5 for pass, 3 for enclosed, 3 for mid lagoon patch, one for outer lagoon patch, 19 for inshore fringing, and 14 for mid lagoon fringing.

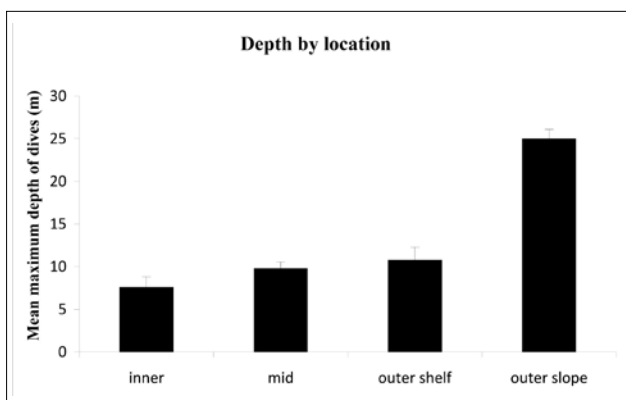


Figure 1.4. Location of sites with the mean maximum depth of dives in meters (m) reported with standard error. For inner lagoon (inner), $n=14$; mid lagoon (mid) $n=22$; outer shelf $n=18$; for outer slope $n=8$ with total $n=62$.

northern New Guinea. On the west coast of Australia and in the Red Sea there are corals that appear to be in this species but have some differences.

Habitat Effects and Spatial Patterning

Lasne (2007) reported that coral diversity is lower near the shore of Grande-Terre than farther from the shore. He also suggested that this may be due to the higher sedimentation near shore. The sites in this study are located in different areas of the northwestern lagoon of Grande-Terre. Some were located at fringing reefs near the shores of Grande-Terre. Others were located in the lagoon between Grande-Terre and the outer barrier reef. Still others were located just inside the barrier reef, and finally a few were located on the outer slope of the barrier reef. The average number of coral species per dive found on reefs close to Grande-Terre was 56.5 compared to 95.4 on the outer slopes of the barrier reef, (Figure 1.2).

In Figure 1.3, finer distinctions between different reef types were made based on geomorphological data of the area provided by Andréfouët. Once again, the outer barrier reefs have higher diversity than most other types of reefs. Among fringing reefs, diversity increases with distance from Grande-Terre, with outer fringing reefs having the highest diversity of all reefs. This is consistent with the view that diversity increases with distance from Grande-Terre.

Reefs near Grande-Terre have smaller depth ranges than farther from land (Figure 1.4). Some coral species have depth preferences with certain coral species only found in deeper water. It could be that reefs that have a very narrow depth range and do not extend into deep water, have fewer corals because those deepwater habitats are not present. To examine this possibility, the relationship between the depth range and number of coral species was plotted for all sites (Figure 1.5).

The correlation between depth range and number of species was moderate, $r=0.44$, but highly significant, $p<0.0001$. Thus, the depth range at the reefs helps determine the number of species present and since the depth ranges of reefs near shore are less than farther offshore, there are fewer species near shore.

Another variable that could influence diversity is sedimentation. Near shore sites appeared to have high sedimentation levels and some sites had many dead colonies and other colonies that appeared stressed.

Turbidity was significantly correlated with coral species richness (Figure 1.6) such that as turbidity went down (and visibility went up), the number of coral species increased ($r=0.52$, $p<0.0001$). Sedimentation can kill corals and dead corals were observed at some fringing reefs along Grande-Terre during the survey. Water turbidity reduces light that the corals require and sedimentation acts as a stressor on corals that can impair growth and reproduction. Eventually this can lead to local extinction of some coral species. Quantitative diversity measures like Shannon-Wiener Index H' are likely to show this even more clearly, as they are sensitive to the numbers of individuals of each species present. Site spe-

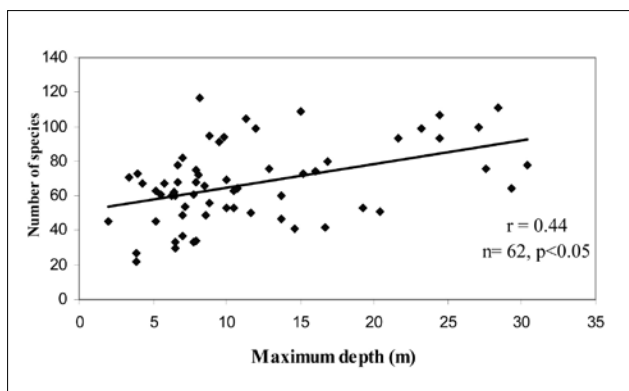


Figure 1.5. Scattergram of correlation ($r = 0.44$, $p < 0.05$) between maximum depth in meters (m) and number of species per site ($n = 62$).

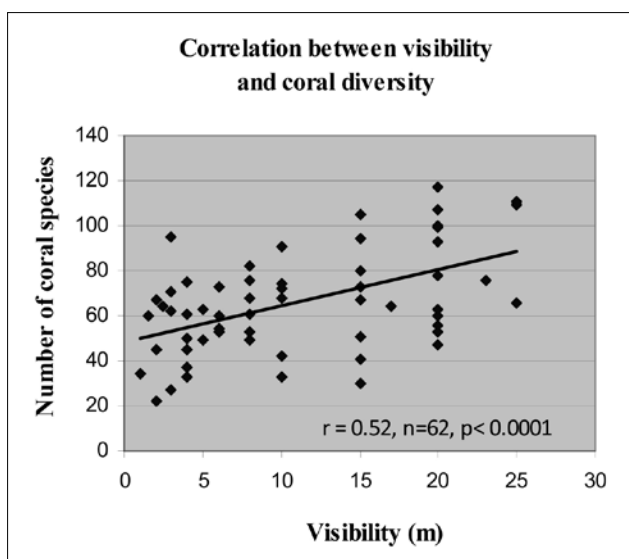


Figure 1.6. Scattergram of the correlation ($r = 0.52$, $p < 0.0001$) between visibility in meters (m) and corresponding number of coral species recorded by site where $n = 62$.

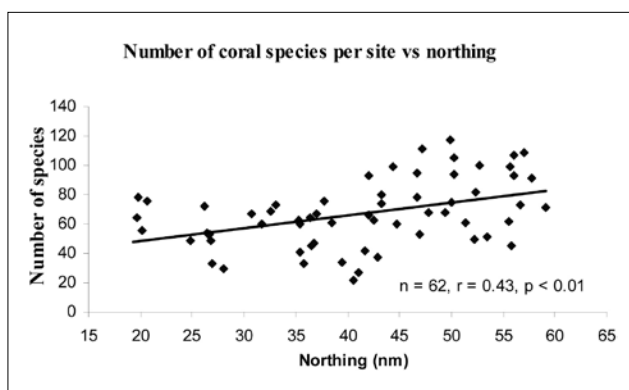


Figure 1.7. Plot of coral diversity (number of species per site) vs distance northwards for each site sampled ($n = 62$). Distance in nautical miles (nm) northwards was calculated from latitude 21°S using the GPS derived site latitudes. There was a significant trend ($p < 0.01$) of increasing diversity northwards.

cies lists as in the present study do not record a decrease in diversity until the last individual of a species dies. Thus, the present correlation is consistent with the view that sediment not only is killing corals near the shore but also can reduce coral diversity farther out from shore.

The results of this study concur with the report by Lasne (2007) that coral diversity is lower near the shore of Grande-Terre than farther away and that the highest diversity is on the outer barrier reef slope. Lasne (2007) indicates that this is most likely due to the smaller depth range of reefs near Grande-Terre than outer reefs, not to the higher sediment levels near Grande-Terre. One of the highest diversity sites was a fringing reef site at Yandé Island located in the mid-lagoon area. However, Yandé Island is a much smaller island with very few inhabitants compared to Grande-Terre. Further, no mining has taken place in Yandé. Even though the reef is close to the shore of Yandé, it is not subject to heavy sedimentation levels.

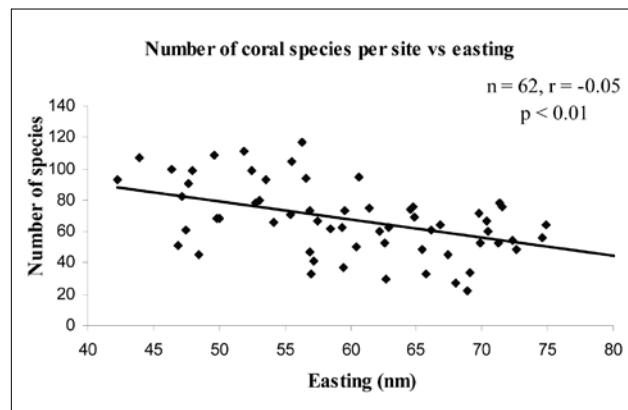


Figure 1.8. Plot of coral diversity (number of species per site) vs distance eastwards for each site sampled ($n = 62$). Distance in nautical miles (nm) eastwards was calculated from longitude 163°E using the GPS derived site longitudes. There was a significant trend ($p < 0.01$) of decreasing diversity eastwards.

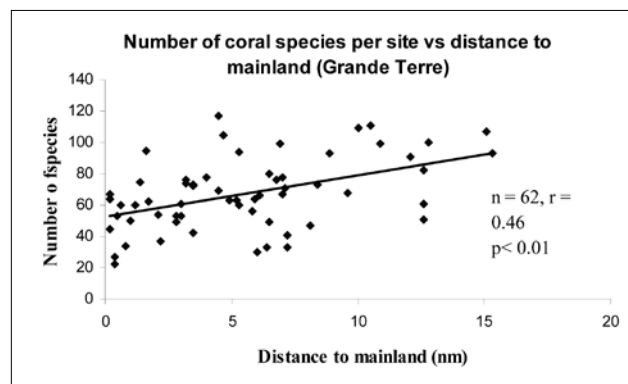


Figure 1.9. Plot of coral diversity (number of species per site) vs distance from the mainland for each site sampled ($n = 62$). For each site the distance in nautical miles (nm) to the closest point on the mainland (Grande Terre) was estimated using the C-Map electronic chart system. There was a significant trend ($p < 0.01$) of increasing diversity away from the mainland.

Trends for increasing coral diversity towards the northwest and away from the mainland are evident. Statistical analysis confirmed that these trends were significant: the total number of coral species was significantly correlated with the distance to the north (Figure 1.7, $F = 13.65$, $DF = 1$ by 60, $p < 0.01$) and was also significantly negatively correlated with the distance to the east (Figure 1.8, $F = 17.65$, $DF = 1$ by 60, $p < 0.01$). In addition, the distance to the mainland was also

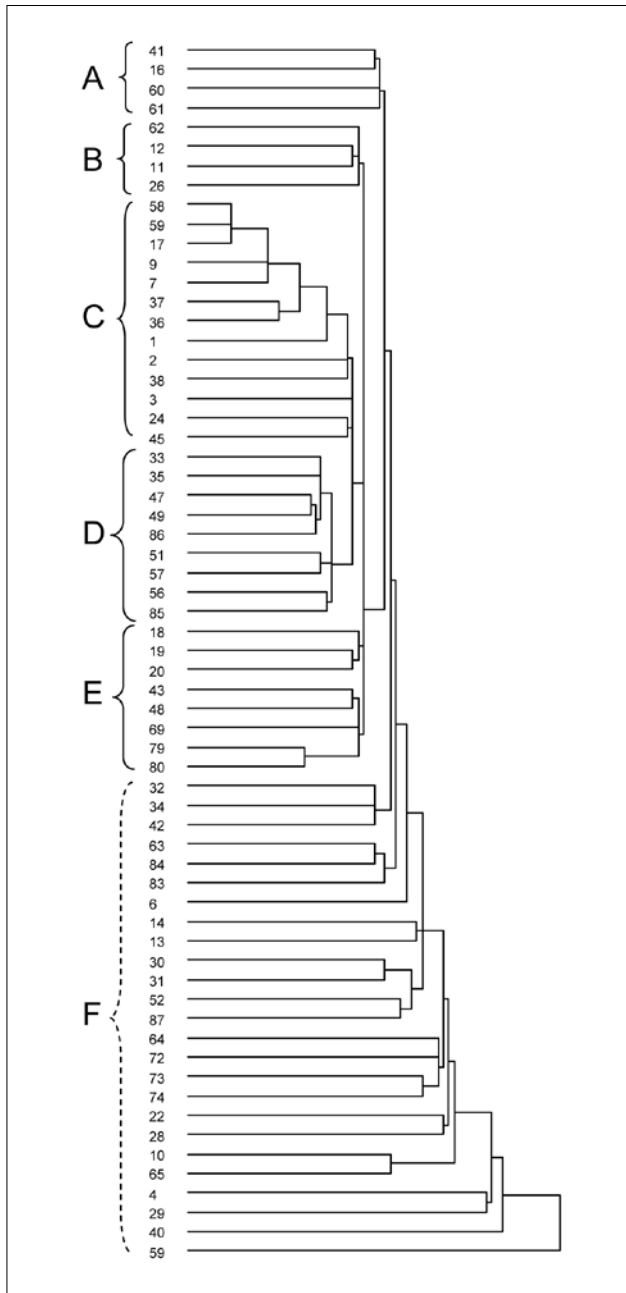


Figure 1.10. Cladogram showing the results of a cluster analysis of sites based upon coral species presence/absence data. A number of broad habitat types are distinct including: (A) inside the northern, Pout pass, (B) inner barrier, northern section, (C) outer barrier, northern section with island of Neba (D) inner lagoon, middle section, (E) odd grouping including the inshore reefs of the far north combined with the outer reefs of the Koumac pass, (F) assorted sites with no clear clustering.

significantly correlated with the total number of coral species (Figure 1.9, $F = 19.27$, $DF = 1$ by 60, $p < 0.01$). The increase in coral diversity westward is most likely due to the presence of the outer barrier reefs which are often considered sites of optimal coral growth and highest coral diversity. However, it is worth noting that some of the highest diversity reefs in the world are nearshore, fringing reefs. The trend of increasing coral diversity northward cannot be explained by natural processes. Globally, coral diversity does tend to increase towards the equator, however, the distances between sites in this study (39.8 nm latitudinal range and 35.33 nm longitudinal range) are too small for this to be a factor. The most likely explanation is that these trends reflect a decrease in human impacts towards the northwards and away from the mainland.

Cluster analysis of species lists for sites indicated that there was a large degree of diversity of coral communities surveyed with no closely clustering groups of sites evident in the results (Figure 1.10). There were some broad clusters evident however that corresponded mostly to obvious geographical areas such as the northern pass and outer lagoon (group A), the inner northern barrier (group B), the northern islands and outer barrier (group C), the inner lagoon (group D) and the inshore areas (group E). There were a large number of sites which did not cluster closely at all (group F).

Regional Comparisons

In the Indo-Pacific, there is a well-known diversity pattern in which the highest diversity is found in an area that includes the Philippines and eastern Indonesia (Stehli and Wells, 1971; Veron, 2000; Hughes et al. 2002; Roberts et al. 2002; Karlson et al. 2004), with some evidence indicating that the area extends to Papua New Guinea (Hoeksema 1992; Fenner 2003; Karlson et al. 2004) and the Solomons (Veron and Turak 2006). Diversity decreases in all directions from this area, reaching low diversities in the Eastern Pacific, Japan, and southern Australia. Diversity decreases somewhat in the Indian Ocean and Red Sea, but not nearly as much as in the Eastern Pacific (Veron, 2000). The area of highest diversity is often called the "Coral Triangle." The north-south gradients

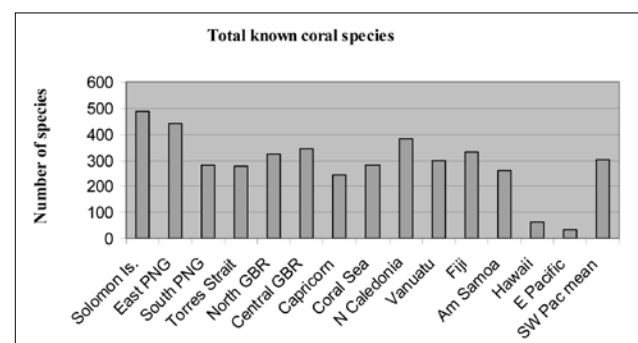


Figure 1.11. The total number of coral species known from different areas of the Southwest Pacific, with comparison figures for Hawaii and the East Pacific. Abbreviations for localities are: Is. = islands, PNG = Papua New Guinea, GBR = Great Barrier Reef, N = north, Am = American, E = east, SW Pac = Southwest Pacific.

are called “latitudinal gradients” and the east-west gradient is called a “longitudinal gradient.”

New Caledonia lies outside the Coral Triangle, but fairly near to the eastern end which may be as far east as the Solomon Islands. Thus, the coral diversity in New Caledonia might be anticipated to be high, but not as high as in the Coral Triangle areas.

Figure 1.11 presents the total number of currently known species at locations in the southwest Pacific adjoining New Caledonia, plus Hawaii and the Eastern Pacific for comparison. Eastern Papua New Guinea and the Solomon Islands, which may be considered part of the Coral Triangle, are seen to have the highest total known diversity, and the Eastern Pacific the least among the sites shown, illustrating the strong longitudinal diversity gradient.

Data sources are: Solomon Islands: Veron and Turak (2006); East Papua New Guinea (PNG), South PNG, Torres Strait, North Great Barrier Reef (GBR), Central GBR and Capricorn & Bunker: Veron (1993); Coral Sea (Fenner and Ley 2008); New Caledonia: present study; Vanuatu: Veron (1990b); Fiji: Fenner (2007); Hawaii: Fenner (2005); Eastern Pacific: Glynn (1997). The SW Pacific mean excludes the Solomon Is., East PNG, Hawaii and Eastern Pacific modified after Fenner and Ley (2008).

From the Great Barrier Reef to American Samoa, however, there is no clear longitudinal diversity gradient evident (Figure 1.11). The cause for the lack of gradient within this area is not immediately apparent. Within the southwest Pacific, New Caledonia stands out as having the highest total number of coral species now known. One possible cause for this is the amount and time of study. The numbers for the Great Barrier Reef, southern Papua New Guinea, and Vanuatu come from studies Veron conducted some time ago, before many other species present in Japan and the Coral Triangle became known to him. Coral Sea reefs have received relatively little study (Fenner and Ley 2008), as have Fiji

(Fenner 2007) and American Samoa. New Caledonia may now be slightly better studied than other regional reef systems. Additional studies always reveal additional species, so the total number of coral species known is highly dependent on the amount of study, how recent the studies are, and who conducted the studies. Thus, the total number of species currently known from an area is not a very accurate measure of the total diversity that will eventually be found there.

Many of these variables can be controlled for by using more standardized measures of these variables. Comparing the diversity found in a fixed number of dives such as one dive or 10 dives, controls for the amount of effort. Comparing between studies done by the same person controls for the observer variable and comparing between studies done close together in time helps control for the temporal variable. Figure 1.12 shows the mean number of species found in one dive and in 10 dives at several locations. At each location, the recorder was the same (D. Fenner). As always, additional searching effort finds additional species so 10 dives always produce larger numbers of species than one dive. Since the area searched in 10 dives is larger, this is also due to the species-area effect, where larger areas have larger numbers of species.

These data show only a hint of a longitudinal gradient, with East PNG and Outer North GBR slightly higher than other locations. Thus, it confirms the impression from the previous graph (Figure 1.12) of the total number of species that there is little or no longitudinal diversity gradient across the southwest Pacific. New Caledonia has the lowest number of species for one dive, but not for 10 dives. One powerful variable that is not controlled in this analysis is the reef zone being sampled. Reef crests, reef flats, and lagoons generally have many fewer species than on outer reef slopes (Karlson et al. 2004). Reef crests and reef flats have very small depth ranges, which may contribute to their low diversity. In New Caledonia, most of the sites were in the lagoon, and had small depth ranges as seen earlier. Figure 1.12 also includes a bar for New Caledonia which presents the average number of coral species found on the two outer slope dives of Fenner in this study, plus the one outer reef slope dive in the southwest by the same author. The result is a number more comparable to that in American Samoa, for instance, where all dives were on the outer reef slope.

Zoogeographic affinities of the coral fauna

The reef corals of the northwest lagoon of Grande-Terre and New Caledonia in general belong to the overall Indo-West Pacific faunal province. A few species span the entire range of the province, but most do not. Most coral species found in this area have fairly wide distributions within the Indo-Pacific. A majority of corals have a pelagic larval stage, with a minimum of a few days pelagic development for broadcast spawners (a majority of species) and larval settling competency lasting for at least a few weeks. A minority of species release brooded larvae that may be capable of anything from immediate settlement to a long pelagic dispersal period. All

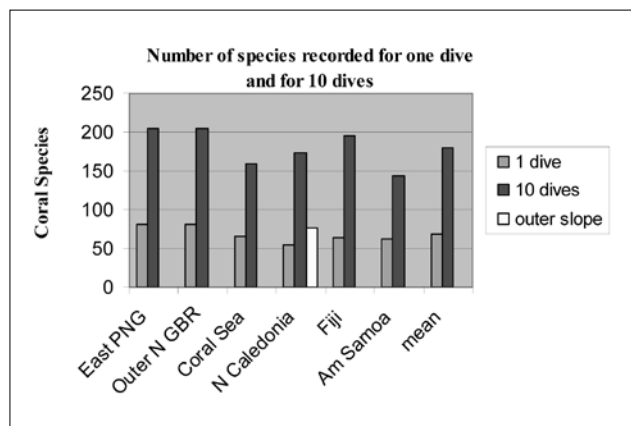


Figure 1.12. The number of coral species found in different areas of the Southwest Pacific by D. Fenner on one dive and 10 dives. Included for New Caledonia are the number of species found in one dive on the outer slope. Abbreviations for localities are: PNG = Papua New Guinea, N Caledonia = New Caledonia, N GBR = North Great Barrier Reef, and Am = American.

are potentially capable of settling on floating objects and rafting great distances, though some such as *Pocillopora* are much more common on floating objects than others (Jokiel 1989; 1990). Most species found in New Caledonia in this RAP have broad geographic ranges that extend from the Pacific into the Indian Ocean and are considered Indo-Pacific (Figure 1.13). A few have ranges restricted to the west Pacific, but very few have ranges that cover most of the Pacific without extending to the Indian Ocean, or ranges known primarily in the East Pacific, or ranges restricted to the southwest Pacific, or ranges known only from the Indian Ocean. The dividing line between the Pacific and Indian Oceans used in Figure 1.14 was just west of the Andaman Islands, as this is where Veron (2000) shows the deepest division between Pacific and Indian Ocean coral faunas. However, if the dividing line is taken at the geographical division between Pacific and Indian Oceans, then the dominance of the Indo-Pacific species in Figure 1.14 becomes even greater.

Most of the species in New Caledonia have broad distributions that extend in all directions from New Caledonia (Figure 1.14). The most common exceptions are species that do not extend south from New Caledonia. This is no doubt because of the southern location of the island, near the southern limits of well-developed coral reefs. The distribu-

tions in both these figures are primarily due to the very large ranges of most coral species.

CONSERVATION RECOMMENDATIONS

New Caledonia has the world's longest continuous barrier reef system, with a huge variety of different kinds of reefs, such as fringing reefs, patch reefs, double barrier reefs, and so on. This study sampled only a tiny fraction of New Caledonia's reefs. Further, it sampled only a tiny fraction of the variation in New Caledonia's reefs. Because some species are restricted to particular types of habitats or are more common in particular types of habitats, the number of species found is likely to depend heavily on the habitats sampled. Thus, New Caledonia is likely to have many species not yet found. Many colonies could not easily be identified, so there may be a significant number of local variations of species or new species. We recommend further studies to better elucidate this diversity.

Most of the world's reefs have already been significantly impacted by human activities (e.g., Pandolfi et al. 2003; Bellwood et al. 2004). Impacted reefs often have reduced resiliency to the many natural and human-caused disturbance events that impact reefs. The northern reefs of New Caledonia may be some of the least impacted of New Caledonia's reefs. However, two impacts appear to be significant in the northwest reefs of New Caledonia and their impacts are likely to be growing rapidly. One is from sediment that has been eroded off of the hills due to the removal of vegetation and top soils during mining activities. Many coral colonies were observed that had been killed by sediments on the coral reefs that were studied near the shore of Grande-Terre. The water was turbid with silt, and a heavy blanket of mud covered all non-living surfaces. These reefs are already heavily impacted, even though the impact does not yet show up in the total number of coral species seen, probably because all individuals of a species must be killed before a change will show up in a species list. Quantitative diversity measures derived from transects may show lower diversity already; they would most likely show decreased live coral cover and increased dead coral on some near shore reefs. It appears that the corals on these reefs are very close to the limits of what they are able to withstand, and on some of those reefs many colonies have already been exposed to more than they can survive. Runoff of silt from naturally vegetated hillsides is minute, and corals are adapted to withstand it and still flourish (Hodgson and Dixon 1988; Rogers 1990). But if the present trends continue, it appears that the near shore reefs of NW Grande-Terre will be dead in a matter of years to at most a few decades. Some of these reefs have a high diversity of *Acropora* species, many of which could not be identified, and that may contain several or many new species. The need to reduce sediment runoff from mining scars cannot be stressed enough. All mining scars need to be re-vegetated, preferably with native species. This needs to be considered

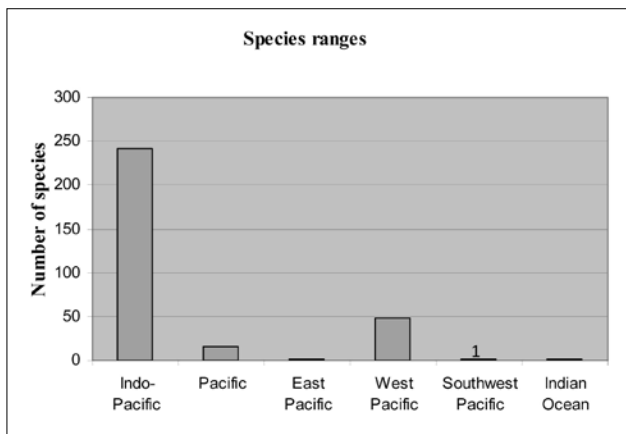


Figure 1.13. Biogeographic ranges for coral species found in New Caledonia.

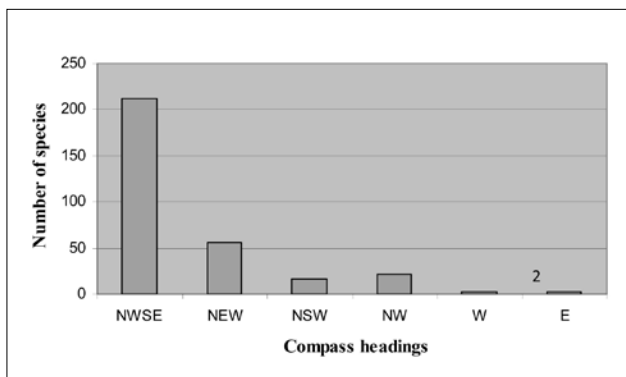


Figure 1.14. Compass headings away from New Caledonia and corresponding number of species known.

a cost of doing business. If sediment runoff is not reduced soon, sediment will begin to kill more and more reefs, beginning along the shore and extending farther and farther out into the lagoon. Mining and healthy reefs are compatible, but require effective measures to reduce sediment runoff, including re-vegetation of mined areas. Coral cover and quantitative coral diversity on the near-shore reefs need to be surveyed in transects with separate measures for live and dead coral, and the surveys repeated annually, so the health of these near-shore reefs can be monitored. This needs to begin soon, before the near-shore reefs are completely dead.

The results of this study also indicate where marine protected areas or high preservation zones could be sited in this region, at least in terms of coral diversity and reef health. The reefs in the far northern section, particularly around the island of Yandé, contained the highest diversity of corals and a wide range of coral reef community types in a relatively small geographic area. Many unusual coral species were only found in this area and some quite unusual communities were present. This area is certainly worthy of high protection in the future, it is presently relatively remote from large human populations and relatively pristine.

Perhaps the greatest single future threat to individual coral species and to coral reefs is global climate change. The primary defense for this threat is to maximize the resilience of the reefs. To do that, the reefs need to be minimally stressed and have as intact an ecosystem as possible. Sediment stresses reefs and will make it harder for reefs to recover from mass coral bleaching. The loss of coral reefs will mean the loss of shoreline protection, loss of reef fisheries, loss of reef tourism, and a reduced quality of life for residents.

REFERENCES

- Andréfouët, S., G. Cabioch, B. Flaman, and B. Peltier. 2006. The diversity of New Caledonia coral reef geomorphology and genetic processes: a synthesis from optical remote sensing, coring and acoustic multi-beam observations. *In*: Payri, C.E. and B. Richer de Forges (eds.). Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II 7, Institut de Recherche pour le Développement, Noumea. Pp. 31–47.
- Bellwood, D.R., A.S. Hoey, and J.H. Choat. 2003. Limited functional redundancy in high diversity systems: resilience and ecosystem function on coral reefs. *Ecol. Letters* 6: 281–285.
- Bellwood, D.R., T.P. Hughes, C. Folke, and M. Nyström. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827–833.
- Best, M.B. and B.W. Hoeksema. 1987. New observations on scleractinian corals from Indonesia: 1. Free-living species belonging to the Faviina. *Zool. Meded. Leiden*. 61: 387–403.
- Best, M.B. and Suharsono. 1991. New observations on scleractinian corals from Indonesia: 3. Species belonging to the Merulinidae with new records of *Merulina* and *Boninastrea*. *Zool. Meded. Leiden*. 65: 333–342.
- Boschma, H. 1959. Revision of the Indo-Pacific species of the genus *Distichopora*. *Bijd. tot de Dier.* 29: 121–171.
- Bouchet, P., P. Lozouet, P. Maestrati, and V. Heros. 2002. Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. *Biol. J. Linn. Soc.* 75: 421–436.
- Cairns, S.D. and H. Zibrowius. 1997. Cnidaria Anthozoa: Azooxanthellate Scleractinia from the Philippines and Indonesian regions. *In*: Crozier A. and P. Bouchet (eds.). *Resultats des Campagnes Musorstom*, Vol. 16, *Mem. Mus. nat. Hist.nat.* 172: 27–243.
- Carpenter, K.E., M. Abrar, G. Aeby, R. Aronson, A. Bruckner, C. Delbeek, L. DeVantier, G. Edgar, A. Edwards, D. Fenner, and 29 others. 2008. One third of reef building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science* 321: 560–563.
- Claereboudt, M. 1990. *Galaxea paucisepta* nom. nov. (for *G. pauciradiata*), rediscovery and redescription of a poorly known scleractinian species (Oculinidae). *Galaxea*. 9: 1–8.
- Dai, C-F. 1989. Scleractinia of Taiwan. I. Families Astrocoeniidae and Pocilloporiidae. *Acta Ocean. Taiwan*. 22: 83–101.
- Dai, C-F and C-H. Lin. 1992. Scleractinia of Taiwan III. Family Agariciidae. *Acta Ocean. Taiwan*. 28: 80–101.
- Devaney, D.M., E.S. Reese, B.L. Burch, and P. Helfrich, (eds.). 1987. The natural history of Enewetak Atoll. Vol. II: Biogeography and Systematics. Office of Scientific and Technical Information. U.S. Department of Energy. Washington, DC.
- Dineson, Z.D. 1980. A revision of the coral genus *Leptoseris* (Scleractinia: Fungiina: Agariciidae). *Mem. Queensland Mus.* 20: 181–235.
- Eldredge, L.G. and H.L. Evenhuis. 2003. Hawaii's biodiversity: A detailed assessment of the numbers of species in the Hawaiian Islands. Bishop Museum Occasional Papers 76: 1–28.
- Fenner, D. 2003. Corals of Milne Bay Province, Papua New Guinea. *In*: Allen, G.R., J.P. Kinch, S.A. McKenna, and P. Seeto. (eds.). A rapid marine biodiversity assessment of Milne Bay Province, Papua New Guinea – Survey II (2000). RAP Bulletin of Biological Assessment Number 29. Conservation International, Washington, DC. Pp. 20–26.
- Fenner, D. 2005. Corals of Hawai'i, A Field Guide to the Hard, Black and Soft Corals of Hawai'i and the Northwest Hawaiian Islands, including Midway. Mutual Publishing, Honolulu, HI.
- Fenner, D. 2007. Coral diversity survey: Volivoli Beach, Viti Levu and Dravuni and Great Astrolabe Reef, Fiji, 2006.

- Institute of Applied Sciences Technical Report No. 2007/03, The University of the South Pacific, Fiji.
- Fenner, D. and J. Ley. 2008. Corals of the Reefs of the Coral Sea. WWF Australia.
- Fenner, D., M. Speicher, S. Gulick, G. Aeby, S.W.C. Alletto, B. Carroll, E. DiDonato, G. DiDonato, V. Farmer, J. Gove, P. Houk, E. Lundblad, M. Nadon, F. Riolo, M. Sabater, R. Schroeder, E. Smith, C. Tuitele, A. Tagarino, S. Vaitautolu, E. Vaoli, B. Vargas-Angel, and P. Vroom. 2008. Status of the coral reefs of American Samoa. In: J.E. Waddell and A.M. Clarke (eds.). The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2008. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 73. NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team. Silver Spring, MD. Pp. 307–351.
- Glynn, P.W. 1997. Eastern Pacific reef coral biogeography and faunal flux: Durham's dilemma revisited. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp. 1: 371–378.
- Hodgson, G. 1985. A new species of *Montastrea* (Cnidaria, Scleractinia) from the Philippines. Pacific Sci. 39: 283–290.
- Hodgson, G. and J.A. Dixon. 1988. Measuring economic losses due to sediment pollution: logging versus tourism and fisheries. Trop. Coast. Area Manag. 3(1): 5–8.
- Hodgson, G. and M.A. Ross. 1981. Unreported scleractinian corals from the Philippines. Proc. 4th Int. Coral Reef Symp. 2: 171–175.
- Hoeksema, B.W. 1989. Taxonomy, phylogeny and biogeography of mushroom corals (Scleractinia: Fungiidae). Zool. Verhand. 254: 1–295.
- Hoeksema, B.W. 1992. The position of northern New Guinea in the center of marine benthic diversity: a reef coral perspective. Proc. 7th Int. Coral Reef Symp. 2: 710–717.
- Hoeksema, B.W. and M.B. Best. 1991. New observations on scleractinian corals from Indonesia: 2. Sipunculan-associated species belonging to the genera *Heterocyathus* and *Heteropsammia*. Zool. Meded. Leiden 65: 221–245.
- Hoeksema, B.W. and C-F. Dai. 1992. Scleractinia of Taiwan. II. Family Fungiidae (including a new species). Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica. 30: 201–226.
- Hughes, T.P., D.R. Bellwood, and S.R. Connolly. 2002. Biodiversity hotspots, centres of endemism, and the conservation of coral reefs. Ecol. Letters 5: 775–784.
- Jokiel, P.L. 1989. Rafting of reef corals and other organisms at Kwajalein Atoll. Mar. Biol. 101: 483–493.
- Jokiel, P.L. 1990. Long-distance dispersal by rafting: re-emergence of an old hypothesis. Endeavour 14: 66–73.
- Karlson R., H. Cornell, and T.P. Hughes. 2004. Coral communities are regionally enriched along an oceanic biodiversity gradient. Nature 429: 867–870.
- Laboute, P. 2006. Scléactiniaires et organismes dominants de la zone Nord Est de la Nouvelle Calédonie. En: McKenna, S.A., N. Baillon, H. Blaffart, et G. Abrusci (eds.). Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, Province Nord, Nouvelle Calédonie. Bulletin PER d'évaluation biologique 42. Conservation International, Washington DC, USA. Pp. 16–34.
- Laboute, P. and B. Richer de Forges. 2004. Lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie. Editions Catherin Ledru, Nouméa, New Caledonia.
- Lasne, G. 2007. Les coraux de la Nouvelle-Calédonie: synthèse bibliographique. Coral Reef Initiative for the South Pacific (CRISP), Institut de recherche pour le développement (IRD), Noumea. Pp. 1–91.
- Moll, H. and M.B. Best. 1984. New scleractinian corals (Anthozoa: Scleractinia) from the Spermonde Archipelago, south Sulawesi, Indonesia. Zool. Meded. Leiden 58: 47–58.
- Moll, H. and Suharsono. 1986. Distribution, diversity and abundance of reef corals in Jakarta Bay and Kepulauan Seribu. UNESCO Rep. Mar. Sci. 40: 112–125.
- Nemenzo, F. Sr. 1986. Guide to Philippine Flora and Fauna: Corals. Natural Resources Management Center and the University of the Philippines, Manila, Philippines.
- Nishihira, M. 1991. Field Guide to Hermatypic Corals of Japan. Tokai University Press, Tokyo, Japan. (in Japanese)
- Nishihira, M. and J.E.N. Veron. 1995. Corals of Japan. Kaiyusha Publishers Co., Ltd, Tokyo, Japan. (in Japanese)
- Ogawa, K. and K. Takamashi. 1993. A revision of Japanese ahermatypic corals around the coastal region with guide to identification- I. Genus *Tubastraea*. Nankiseibutu: Nanki Biol. Soc. 35: 95–109. (in Japanese)
- Pandolfi, J.M., R.H. Bradbury, E. Sala, T.P. Hughes, K.A. Bjorndal, R.G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M.J.H. Newman, G. Paredes, R.R. Warner, and J.B.C. Jackson. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. Science 301: 955–958.
- Paulay, G. (ed.) 2003. The marine biodiversity of Guam and the Marianas. Micronesica 35–36: 1–682.
- Payri, C.E. and B. Richer de Forges. 2006. Compendium of New Caledonian marine species: overview. In: Payri, C.E. and B. Richer de Forges (eds.). Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II7, Institut de recherche pour le développement, Noumea. Pp. 11–16.
- Reaka-Kudla M.L. 1995. An estimate of known and unknown biodiversity and potential for extinction on coral reefs. Reef Encounter 17: 8–12.
- Pichon, M. 2006. Scleractinia of New Caledonia: check list of reef dwelling species. In: Payri, C.E. and B. Richer de Forges (eds.). Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II 7, Institut de Recherche pour le Développement, Noumea. Pp. 147–155.
- Randall, R.H. and Y-M. Cheng. 1984. Recent corals of Taiwan. Part III. Shallow water Hydrozoan Corals. Acta Geol. Taiwan. 22: 35–99.

- Razak, T.B. and B.W. Hoeksema. 2003. The hydrocoral genus *Millepora* (Hydrozoa: Capitata: Milleporidae) in Indonesia. *Zool. Verh. Leiden* 345: 313–336.
- Richard, G. 1985. Fauna and flora, a first compendium of French Polynesia sea-dwellers. 5th Int. Coral Reef Symp. 1: 379–520.
- Roberts, C.M., C.J. McClean, J.E.N. Veron, J.P. Hawkins, G.R. Allen, D.E. McAllister, C.G. Mittermeier, F.W. Schueler, M. Spalding, F. Wells, C. Vynne, and T.B. Werner. 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295: 1280–1284.
- Rogers, C.S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 185–202.
- Sheppard, C.R.C. and A.L.S. Sheppard. 1991. Corals and coral communities of Arabia. *Fauna Saudi Arabia* 12: 3–170.
- Stehli, G.G. and J.W. Wells. 1971. Diversity and age patterns in hermatypic corals. *Syst. Zool.* 2: 115–126.
- Wallace, C.C. 2001. Wallace's line and marine organisms: the distribution of staghorn corals (*Acropora*) in Indonesia. In *Faunal and Floral Migrations and Evolution in SE Asia-Australasia* (ed. I. Metcalf), Rotterdam: Balkema. pp. 168–178.
- Veron, J.E.N. 1985. New Scleractinia from Australian reefs. *Rec. West. Aust. Mus.* 12: 147–183.
- Veron, J.E.N. 1986. Corals of Australia and the Indo-Pacific. Univ. Hawaii Press, Honolulu, HI.
- Veron, J.E.N. 1990a. New Scleractinia from Japan and other Indo-West Pacific countries. *Galaxea* 9: 95–173.
- Veron, J.E.N. 1990b. Checklist of the hermatypic corals of Vanuatu. *Pacific Sci.* 44: 51–70.
- Veron, J.E.N. 1993. A Biogeographic Database of Hermatypic Corals. AIMS Monograph 10: 1–433.
- Veron, J.E.N. 2000. Corals of the World. Volumes 1–3. AIMS, Townsville, Australia.
- Veron, J.E.N. 2002. Appendix 1: Checklist of corals of eastern Indonesia and the Raja Ampat Islands. In: McKenna, S.A., G.A. Allen, and S. Suryadi S. (eds.). A marine rapid assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment Number 22. Conservation International, Washington, DC, USA. Pp. 90–103.
- Veron, J.E.N. and G. Hodgson. 1989. Annotated checklist of the hermatypic corals of the Philippines. *Pacific Sci.* 43: 234–287.
- Veron, J.E.N. and M. Pichon. 1976. Scleractinia of Eastern Australia. I. Families Thamnasteriidae, Astrocoeniidae, Pocilloporidae. AIMS Monograph Series 1: 1–86.
- Veron, J.E.N. and M. Pichon. 1980. Scleractinia of Eastern Australia. III. Families Agariciidae, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merulinidae, Mussidae, Pectiniidae, Caryophyllidae, Dendrophyllidae. AIMS Monograph Series 4: 1–422.
- Veron, J.E.N. and M. Pichon. 1982. Scleractinia of Eastern Australia. IV. Family Poritidae. AIMS Monograph Series 5: 1–210.
- Veron, J.E.N., M. Pichon, and M. Wijsman-Best. 1977. Scleractinia of Eastern Australia. II. Families Faviidae, Trachyphyllidae. AIMS Monograph Series 3: 1–233.
- Veron, J.E.N. and E. Turak. 2006. Coral diversity. In: Green, A., P. Lokani, W. Atu, P. Ramohea, P. Thomas and J. Almany (eds.), Solomon Islands Marine Assessment: Technical report of survey conducted May 13 to June 17, 2004. TNC Pacific Island Countries Report No 1/06. Pp. 36–64.
- Veron, J.E.N. and C. Wallace. 1984. Scleractinia of Eastern Australia. V. Family Acroporidae. AIMS Monograph Series 6: 1–485.
- Wallace, C.C. 1994. New species and a new species-group of the coral genus *Acropora* (Scleractinia: Astrocoeniina: Acroporidae) from Indo-Pacific locations. *Invert. Tax.* 8: 961–88.
- Wallace, C.C. 1997. New species of the coral genus *Acropora* and new records of recently described species from Indonesia. *Zool. J. Linn. Soc.* 120: 27–50.
- Wallace, C.C. 1999. Staghorn corals of the world, a revision of the genus *Acropora*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Wallace, C.C. and J. Wolstenholme. 1998. Revision of the coral genus *Acropora* in Indonesia. *Zool. J. Linn. Soc.* 123: 199–384.
- Wallace, C.C., C.A. Chen, H. Fukami, and P.R. Muir. 2007. Recognition of separate genera within *Acropora* based on new morphological, reproductive and genetic evidence from *Acropora togianensis*, and elevation of the subgenus *Isopora* Studer, 1878 to genus (Scleractinia: Astrocoeniidae; Acroporidae). *Coral Reefs* 26: 231–239.
- Wantiez, L., C. Garrigue, and S. Virly. 2007. New Caledonia. In: Sulu, R. (ed.), Status of coral reefs in the Southwest Pacific: 2004. IPS Publications, University of the South Pacific, Suva. Pp. 95–116.
- Willis, B.I., R.C. Babcock, P.L. Harrison, and C.C. Wallace. 1997. Mating systems, hybridization and species concepts in mass spawning reef corals. *Coral Reefs* 16: S53–S65.

Chapter 2

Coral Reef Fish Diversity of the Northwestern Lagoon of Grande-Terre New Caledonia

Vince Kerr

SUMMARY

- A list of fish species was compiled from observations while scuba diving at 57 of the 62 sites assessed in the northwest lagoon (Yandé to Koumac) of New Caledonia. The survey involved approximately 90 hours of scuba dive to a maximum depth of 30m.
- There are currently 1,019 known reef associated reef species. This study observed 526 species in total, representing 52% of the known diversity. Species numbers at the 57 sites for which data was analyzed varied from 46 to 172, with an overall mean value of 117.
- Wrasses (Labridae), Damselfishes (Pomacentridae), and Gobies (Gobiidae) were the dominant groups in the survey area. In these dominant families, 75, 71 and 31 species respectively were observed across the entire survey.
- Outer barrier reef front or outer slope sites had the highest fish diversity with a mean of 141 species per site. Outer barrier reef back sites had a mean of 117 species per site. Outer barrier reef pass sites had a mean of 124 species, intermediate lagoon reefs had a mean of 127 species and inner lagoon reefs had a mean of 81 species recorded. Fish surveys at most sites on inner lagoon and, to a lesser degree, intermediate lagoon reefs were affected by poor visibility.
- Two range extension records for New Caledonia reef fish species were obtained in the survey. These included *Asterropteryx striatus* from the Gobiidae family and *Plectroglyphidodon phoenixensis* from the Pomacentridae family.
- A formula for predicting the total number of reef fish species that could be expected to be found in the survey area was applied to our results, indicating that approximately 773 fish species could be expected to be present. This may be contrasted with the figure of known reef fish species for the entire New Caledonia lagoon and reefs which stands at 1,019.
- Our study indicated relatively high reef fish diversity over an extensive area of the reef sites assessed, supporting the conclusion that the northwest lagoon and reef system is a regionally if not internationally important site in biodiversity terms. The development of a network of marine protected areas to conserve and manage this region is well justified and critical.

INTRODUCTION

This chapter presents the reef fish diversity investigation conducted as part of Conservation International's RAP survey of northwestern lagoon of New Caledonia, December 2007. General information on the survey and survey site descriptions are provided elsewhere in this report.

The objective was to produce a comprehensive list of reef-associated fish species. This was achieved through observations completed by a scuba diver within safe recreational diving depths (to 30m). On a cost and time basis this method is generally perceived to give the best results. Considerable scientific effort has gone into the analysis of the data derived from this

method over many sites by many divers. This provides a basis for comparison between sites and between regions. There are however a number of limitations to this method. For example, the survey method excluded estuarine species, deep water species and open water pelagic species generally such as flying fish, tuna and billfish.

New Caledonia has a significant history of marine survey work. Several institutions based in New Caledonia have also completed significant works that describe reef fish biodiversity and ecology in the New Caledonia lagoon. Leading this work is the Secretariat of the Pacific Community, the Institute of Research for Development (IRD), Government entities of the Northern and Southern Provinces and the University of New Caledonia. Although the majority of reef fish studies in New Caledonia have had a fishing industry focus, they also contain substantial biodiversity information. Kulbicki et al. (2000) carried out an extensive survey of lagoon fish stocks of the northwestern region and Letourneur et al. (2000) completed a study of commercial fish assemblages and the effects of different levels of ground erosion. Both these studies provide important informational background. A survey by Conservation International in 2004 off the northeast coast or Mt Panié region included a study of coral reef fish diversity (Evans 2006).

Current estimates of the total coral reef-associated species vary and will continue to rise as new areas are intensively surveyed and new species continue to be described. For New Caledonia, Allen (2006) lists the figure at 1,019 species. Fishbase currently lists 1,114 reef-associated species. In a recent publication of the IRD 1,694 species are listed as shore species. The IRD shore fish checklist includes fish occurring to 100m depth and estuarine species and is accordingly larger (Fricke and Kulbicki 2006).

New Caledonia occupies an important position on the edge of the Indo tectonic plate. To the north are Indonesia and Papua New Guinea where the highest coral reef fish diversity levels in the world are recorded. The rich diversity sites centered within Indonesia have up to roughly double the overall diversity of New Caledonia. New Caledonia has been historically supplied with species from the Indo region via the warm tropical currents sweeping down. This proximity to the 'coral triangle' of coral reef biodiversity means that New Caledonia's fish fauna is globally significant and ranks very highly when compared with all regions other than the Indo region. New Caledonia has been recognized as part of a significant regional center of endemism (Olsen and Dinersten 2002, Roberts 2002).

Rapid assessment survey methods such as adopted in this study can produce a worthwhile overall picture of the reef fish diversity across broad areas. In most cases new, rare and threatened or indicator species can be observed and compared to other areas. This type of data may also produce information about fishing pressure or the presence of environmental disturbances that impact reef fish community composition or abundances. Fish diversity information at this fundamental level becomes useful and important for

Table 2.1. Rankings by diversity of the top thirteen reef fish families with the number of species observed during survey of the northwest lagoon (Yandé to Koumac) of New Caledonia.

Classement	Famille	Espèces
1	LABRIDAE	75
2	POMACENTRIDAE	71
3	GOBIIDAE	31
4	ACANTHURIDAE	29
5	CHAETODONTIDAE	28
6	SERRANIDAE	25
7	SCARIDAE	20
8	LUTJANIDAE	18
9	APOGONIDAE	19
10	BLENNIIDAE	15
11	CARANGIDAE	17
12	BALISTIDAE	13
13	LETHRINIDAE	14

forming a baseline of data on community structure and abundance. Further, it can be used in future change over time studies or monitoring designed to test the efficacy of management actions related to fishing or biodiversity protection.

Survey methods for overall species diversity such as adopted in this study risk under-reporting the actual diversity that occurs in a given locality due to the cryptic nature of some species and the limitations of the diver actually visually making contact with all species present. Gerald Allen (2002a, 2002b, 2005a) has derived a method to estimate total reef fish numbers from the diver survey counts of six predominant fish families. This extrapolation method is based on extensive statistical analysis of known sites and similar survey effort. Used in the context of this study the method allows us to extrapolate our survey numbers to an estimated value for the total number of species we would expect to make up the reef fish diversity of the lagoon area studied. Additionally, this derived total species number allows us to compare estimated total species numbers between different regions and countries that have been surveyed in a similar manner.

METHODS

The fish diversity method employed here closely followed the methods for the Conservation International RAP 42 survey of the northeast lagoon of New Caledonia (Evans 2006). The survey involved approximately 90 hours of scuba diving. The maximum depth surveyed was 30m. A list of all fish species observed was compiled for each site surveyed. The approach involved the diver covering the full

range of depths and habitats during a single dive of 60–110 minutes duration at each site. The name of each observed species was recorded in pencil on a plastic sheet attached to a clipboard. This technique involved descending to the 30m level on the reef or to the reef edge with adjoining soft sediment habitats if this was less than 30m in depth. Where there was a reef edge at depth less than 30m, 5–10 minutes was spent observing species over the adjacent soft sediments then the diver would move on to the reef. The survey effort was divided between the various depth zones of the reef with a larger amount of time devoted to the 1–12m zone

where typically the greatest abundance and diversity of reef fish species was located. The diver would move through the habitats in a slow meandering manner looking for the free swimming species as well as spending as much time as possible searching for more cryptic species in amongst the reef substrate. Each dive included a representative sample of all major bottom types and habitat situations present at the site. Examples of the typical habitats encountered are: rocky intertidal, reef flat, steep drop-offs, caves, rubble and sand or sand/mud and soft bottom patches.

Table 2.2. Number of reef fish species observed at each site during the survey of the northwest coast (Yandé to Koumac) of New Caledonia. Underwater visibility and reef site classification with habitat are indicated for each site. For the fish study, the sites were categorized by reef classes with habitats as: (1) outer barrier reefs front denoted as outer barrier, front; (2) outer barrier pass reefs denoted as outer barrier, pass; (3) outer barrier reefs back denoted as outer barrier, back; (4) intermediate lagoon reefs, and (5) inner lagoon reefs.

Rank	Site Rank	Species Site	Visibility	Reef classes with habitat	Rank	Site	Species	Visibility	Habitat
1	83	172	17	outer barrier, pass	32	74	120	8	outer barrier, back
2	63	163	20	outer barrier, back	33	41	116	5	intermediate lagoon
3	37	157	20	intermediate lagoon	34	73	114	10	outer barrier, back
4	7	153	20	outer barrier, front	35	33	107	8	intermediate lagoon
5	2	151	10	intermediate lagoon	36	62	105	15	outer barrier, back
6	6	148	20	outer barrier, front	37	45	105	5	intermediate lagoon
7	9	145	20	outer barrier, front	38	32	105	4	inner lagoon
8	61	145	25	outer barrier, back	39	10	104	15	outer barrier, pass
9	87	144	10	intermediate lagoon	40	12	97	8	outer barrier, back
10	80	143	20	outer barrier, front	41	51	95	6	intermediate lagoon
11	1	143	25	intermediate lagoon	42	72	94	15	outer barrier, back
12	42	141	20	intermediate lagoon	43	13	92	8	outer barrier, back
13	59	139	20	outer barrier, front	44	14	92	10	outer barrier, back
14	69	139	15	outer barrier, back	45	64	85	4	outer barrier, pass
15	49	139	10	intermediate lagoon	46	28	85	20	inner lagoon
16	3	138	20	intermediate lagoon	47	65	83	15	outer barrier, back
17	85	138	10	intermediate lagoon	48	24	83	4	inner lagoon
18	58	136	20	outer barrier	49	22	81	4	inner lagoon
19	40	136	4	intermediate lagoon	50	26	78	3	inner lagoon
20	60	135	15	outer barrier, pass	51	29	78	3	inner lagoon
21	84	134	20	outer barrier, back	52	19	76	6	inner lagoon
22	38	134	15	intermediate lagoon	53	20	76	3	inner lagoon
23	43	134	20	intermediate lagoon	54	56	70	1.5	inner lagoon
24	36	133	15	intermediate lagoon	55	35	64	2.5	inner lagoon
25	17	132	25	outer barrier, front	56	18	57	3	inner lagoon
26	79	130	23	outer barrier, front	57	4	46	4	intermediate lagoon
27	16	129	20	outer barrier, back					
28	52	129	5	intermediate lagoon					
29	11	126	8	outer barrier, back					
30	86	123	6	inner lagoon					
31	48	121	6	intermediate lagoon					

In addition to the species presence records there was also a value for relative abundance recorded for each species observed at each site. If a species was only seen once at a site it was given an abundance score of 1 representing rare. If a range of approximately 2–10 individuals of a species were observed at a site it was given an abundance score of 2 representing occasionally seen. If approximately 11–50 individuals of a species were seen it was given a score of 3 representing common. Where approximately 50 plus individuals were observed at a single site the species was given an abundance score of 4 representing abundant. The abundance scores for all species at all sites were averaged to derive a mean relative abundance score or description for each species ranging across all sites where the species was observed.

Only the names of fishes for which identification was certain were recorded. Where there was any uncertainty in the fish identification an attempt was made to photograph the fish for post-dive analysis. In all cases immediately after the dive the data sheets were checked and all photos taken during the dive were evaluated to finalize the list for the site. During the post-dive checks on occasion the other survey divers contributed observations and photographs of fish that were added to the site list once verified. It is a requirement of this method that the survey diver has considerable experience in reef fish identification due to the limited time available at each site and the complexity of the fish assemblages encountered.

In this survey no invasive methods such as ichthyocide poisoning or capture were utilized. In previous surveys these methods have been used, which results in higher counts for some families most notably the cryptic species of the Gobiidae, Blenniidae and Trypterygiidae families. Capture of fish is an important practice for taxonomic work on new or rare species, but that was not a specific objective of this survey. All photographs from the fish survey were catalogued by site.

Table 2.3. Categories or reef classes with mean number of species observed with range during survey. For the fish study, the sites were categorized by reef classes as: (1) outer barrier reefs front denoted as outer barrier, front; (2) outer barrier pass reefs denoted as outer barrier, pass; (3) outer barrier reefs back denoted as outer barrier, back; (4) intermediate lagoon reefs; and (5) inner lagoon reefs.

Reef classes	Number of sites	Species Mean	Range
outer barrier, front	8	141	130–153
outer barrier, back	14	117	83–163
outer barrier, pass	4	124	85–172
intermediate lagoon reefs	20	127	46–157
inner lagoon reefs	12	81	57–123

RESULTS AND DISCUSSION

General Fish Community Composition

There are currently 1,019 known reef-associated fish species in the New Caledonia lagoon system (Allen 2006). During the course of this survey, fish species were observed and recorded on 57 of the 62 sites visited in the study. Across all sites, 526 species were recorded in the northwest lagoon area. This total represents 52% of the known diversity of reef fish in New Caledonia. The mean abundance values for each species are listed in Appendix 2.

The species numbers across all sites for the thirteen most abundant families are detailed in Table 2.1. The families are ranked in order of diversity from most diverse to least diverse. The top three families in diversity, Labridae (75), Pomacentridae (71), and Gobiidae (31), make up 34% of the total fish species recorded. The top ten (Labridae, Pomacentridae, Gobiidae, Acanthuridae, Chaetodontidae, Seranidae, Scaridae, Lutjanidae, Apogonidae and Blenniidae) families make up 63% of the total fish species recorded.

The pattern of ranking and importance of families recorded in this survey generally follows a similar pattern to results from other studies (Allen 2006) with a few notable exceptions. Generally, the Gobiidae family would be expected to be at or near to the top of the ranking in biodiversity terms. The Blenniidae family similarly would be expected to be in the top six or seventh position, but in our survey Gobiidae and Blenniidae were ranked 3rd and 10th respectively. These two families are most likely under-sampled in our survey. There are several possible reasons for this. These two families have many species that are small and adopt cryptic lifestyles meaning that they are literally hiding in the coral substrate and very hard to observe. There could be differences between different surveyors in the amount of time devoted to these hard to find species, and in addition experience in identification of these species could make some difference as the level of difficulty and experience required is quite high. Finally, previous surveys that we can compare our data to typically used ichthyocide poisoning or capture techniques to supplement the general swimming visual observation method. In our study we did not use these invasive techniques and this would have made a potentially significant difference in the number of species recorded especially in these two species which are typically cryptic and small in size.

Fish Community Structure

The composition of local reef fish communities in the New Caledonia and more generally in the Indo-Pacific region is dependent on habitat variability. The relatively rich reef fish fauna of the New Caledonia is a result of the very high level of habitat diversity of the northwestern lagoon of New Caledonia. The 62 survey sites visited in this survey were selected to cover nearly every conceivable habitat situation as comprehensively as possible. For the purposes of analysis of the fish diversity data, the sites are categorized by reef

classes with habitats as: (1) outer barrier reefs front or outer slope, (2) outer barrier pass reefs, (3) outer barrier reefs back, (4) intermediate lagoon reefs, and (5) inner lagoon reefs. Amongst the reef site classifications are many variations in the influences of currents, exposure, and sedimentation. All these factors combine to influence the make-up of local reef

fish communities. In our study we were only able to analyze our results to the level of the broad habitat classifications just mentioned. As a result of this wide diversity of habitats surveyed the number of species recorded across all sites varies broadly from sites with relatively low species diversity to sites with high diversity. The highest diversity site in

Table 2.4. Coral Fish Diversity Index (CFDI) for restricted localities in the Indo-Pacific region. All data provided by Allen (2002a, 2002b) except for present study (Kerr) and the Mont Panié, New Caledonia that was provided by Evans (2006) (both shown in bold).

Locality	CFDI	No. reef Fishes obs.	Estimate reef fishes
Milne Bay, Papua New Guinea	337	1109	1313
Maumere Bay, Flores, Indonesia	333	1111	1107
Raja Ampat Islands, Indonesia	326	972	1084
Togean and Banggai Islands, Indonesia	308	819	1023
Komodo Islands, Indonesia	280	722	928
Calamianes Islands, Philippines	268	736	888
Madang, Papua New Guinea	257	787	850
Mont Panié, New Caledonia	255	597	844
Kimbe Bay, Papua New Guinea	254	687	840
Manado, Sulawesi, Indonesia	249	624	823
Northwest Lagoon, New Caledonia	234	527	773
Capricorn Group, Great Barrier Reef	232	803	765
Ashmore/Cartier Reefs, Timor Sea	225	669	742
Kashiwa-Jima Island, Japan	224	768	738
Scott/Seringapatam Reefs, West Australia	220	593	725
Samoa Islands, Polynesia	211	852	694
Chesterfield islands, Coral Sea	210	699	691
Sangkalakki Islands, Kalimantan, Indonesia	201	461	660
Bodgaya Islands, Sabah, Malaysia	197	516	647
Pulau Weh, Sumatra, Indonesia	196	533	644
Izu Islands, Japan	190	464	623
Christmas Island, Indian Ocean	185	560	606
Sipidan Island, Sabah, Malaysia	184	492	603
Rowley Shoals, West Australia	176	505	576
Northwest Madagascar	176	463	576
Cocos-Keeling Atoll, Indian Ocean	167	528	545
North-West Cape, West Australia	164	527	535
Tunku Abdul Rahman Is., Sabah, Malaysia	139	357	450
Lord Howe island, Australia	139	395	450
Monte Bello Islands, West Australia	119	447	382
Bintan Island, Indonesia	97	304	308
Kimberley Coast, West Australia	89	367	281
Cassini island, West Australia	78	249	243
Johnston island, Central Pacific	78	227	243
Midway Atoll, Pacific, USA	77	250	240
Rapa, Polynesia	77	209	240
Norfolk Island, Australia	72	220	223

this study had a species count of 172, nearly reaching the exceptionally high levels (200 species plus) that are recorded in the high diversity center of the region at sites in Indonesia, Papua New Guinea and the Solomon Islands, often referred to as the 'coral triangle' of coral reef diversity (Allen 2002a, 2002b, 2005a, 2006).

The number of species found at each site is indicated in Table 2.2. Species numbers at the 57 sites for which data was analyzed varied from 46 to 172, with an average value of 117 species per site. Four sites (34, 57, 30 and 31) visited by the survey are not included in this analysis. Site 57 was an intermediate lagoon reef where the visibility was 1 meter. The other three sites were inner lagoon reef sites where the visibility encountered was between 1 and 2m, which is well below the practical limits of the methods used.

Table 2.5. IUCN Red list species of fish observed during this survey. The corresponding IUCN Red list status category is given for each species. Species are arranged by family in alphabetical order.

Species	Category
CARCHARHINIDAE	
<i>Carcharhinus melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Near Threatened
<i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1835)	Near Threatened
DASYATIDAE	
<i>Urogymnus asperrimus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Vulnerable
LABRIDAE	
<i>Cheilinus undulatus</i> (Rüppell, 1835)	Endangered
SCARIDAE	
<i>Bolbometopon muricatum</i> (Valenciennes, 1840)	Vulnerable
SERRANIDAE	
<i>Cromileptes altivelis</i> (Valenciennes, 1828)	Vulnerable
<i>Epinephelus coioides</i> (Hamilton, 1822)	Vulnerable
<i>Epinephelus laceolatus</i> (Bloch, 1790)	Vulnerable
<i>Epinephelus malabaricus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Near Threatened
<i>Epinephelus polyphekadion</i> (Bleeker, 1856)	Near Threatened
<i>Plectropomus laevis</i> (Lacepède, 1802)	Vulnerable
<i>Plectropomus leopardus</i> (Lacepède, 1802)	Near Threatened

Table 2.6. New records for reef fish for New Caledonia. The taxonomic family with species name and sites where observed are given.

Family	Species	Sites
Gobiidae	<i>Asterropteryx striatus</i>	18, 28, 32, 85, 86, 87, 56, 73, 48, 52
Pomacentridae	<i>Plectroglyphidodon phoenixensis</i>	58, 61

Richest Sites for Reef Fishes

The results suggest that reef habitats situated close to major passages can be expected to have high fish diversity (i.e. hotspots). Presumably this is because of the complex habitat structures, the very dynamic and diverse currents which flow by these spots, the effect of fish movements in and out of the lagoon through the passage and the favourable semi-sheltered position that most benefit from.

Four other sites in the top ten diversity sites, sites 7, 6, 9, and 80 were barrier reef front reef sites near passages. This result is to be expected because of the influence of oceanic currents, very clean water, and the high physical complexity of the reefs in these locations. Given the location of the sites it is also possible that their close proximity to the major passages had a positive influence on fish community diversity. It is worth noting that four of the top ten sites for fish diversity were in the proximity of Yandé Island. Yandé Island also had two more sites ranked in the range from 11 to 20 for fish diversity.

An examination of fish species diversity (Table 2.3) by classification of survey sites indicates that the outside or front outer barrier reefs had the highest fish diversity with a mean of 141 species per site. The lowest fish diversity observed was on the inner or inshore lagoon reefs with an average of 81 species.

Fish surveys at most inner reef sites and to a lesser degree at intermediate lagoon sites were affected by poor visibility. The relatively low fish species diversity recorded at the inner reef sites could be due to difficulties in sampling related to low visibility conditions. It is also likely that the long-term effects of high sediment levels in the water column could adversely affect habitat quality and as a result fish diversity. The cause and effect relationship between sediment loads, habitat effects, and fish diversity cannot be determined from the simple method employed for this fish survey.

Coral Fish Diversity Index (CFDI)

A formula for predicting the total number of reef fish species that could be expected to be found in the survey area, based on recorded counts of six dominant reef fish families, has been derived by Gerald Allen (1998). The technique applies a formula based on extensive statistical analysis of actual survey data from a broad range of surveyed sites. A major benefit of this analysis, aside from the ability to predict total fish diversity, is that it enables researchers to more accurately compare fish community diversity and structure across broad geographical areas and to look at changes that occur over time as result of management or environmental developments.

For the analysis of the results of this study we used the formula derived for relatively restricted areas (surrounding seas encompassing less than 2,000km²). The formula applied was:

$$\text{Total expected reef fish species number} = 3.39 \times (\text{CFDI}) - 20.595$$

The CFDI value for this survey was obtained by adding the number of species recorded for the six families: Labridae (75), Pomacentridae (71), Acanthuridae (29), Chaetodontidae (28), Scaridae (20), and Pomacanthidae (11). The resulting CFDI value for this study is 234.

When this formula was applied to our results, it indicated that approximately 773 fish species could be expected to be present in this area. This contrasts with the figure of known reef fish species for New Caledonia which stands at 1,019 and the total number actually recorded in the survey, 526.

Table 2.4 provides the CFDI values, the estimated total reef fish species number predicted by the CFDI formula and the known number of fish species for a range of countries across the Pacific from East to West. The results of this survey are consistent with the broad biogeographical trend that places New Caledonia on the margin of the highest diversity zone of the 'coral reef triangle'. Overall the level of diversity is higher than or comparable to all areas except the Indonesia/Papua New Guinea/Solomon Islands coral reef diversity centre. Results for this survey are also comparable to the fish diversity study conducted during Conservation International survey of the coral reefs off Mont Panié (northeast lagoon) of New Caledonia (Evans 2006).

Threatened Species

Eleven species recorded during the survey appear on the IUCN Red List (Table 2.5). All the species on this list are notable and were present on a number of sites in the survey.

New Fish Records for New Caledonia

Two range extension records for New Caledonia reef fish species (Table 2.6) were obtained in this survey. These records were checked against the list compiled by Fricke and Kulbicki (2006).

One species of the Gobiidae family that is previously unrecorded in the New Caledonia lagoon was observed. Identifications of this species were made with reference to Allen et al (2005b) and Fricke and Kulbicki (2006). This fish was identified as *Asterropteryx striatus*, given the common name of striped goby by Allen. It was found at eleven sites. Three identification photos of moderate to poor quality were taken of *Asterropteryx striatus* and are stored in the survey photo archive. The second new species record for New Caledonia was *Plectroglyphidodon phoenixensis* from the Pomacentridae family. This species was recorded on two sites and a good quality identification photo was obtained and archived. Both new species records for New Caledonia reported here have been previously observed in the Indonesia or Great Barrier Reef regions and therefore could be reasonably expected to be found in New Caledonia.

Another note worthy record from the survey was the sighting of a fish on only one site (49) from the Gobiidae family called *Tomiamichthys oni*, given the common name of monster shrimp goby by Allen. This species has been reported only once before on a 2006 WWF survey of the northern lagoon of New Caledonia, (G. Allen pers. com.). A

good quality identification photo of this fish was collected and is held by the author.

CONSERVATION RECOMMENDATIONS

New Caledonia has significant biogeographical connections with the areas of the 'coral triangle' (Roberts et al. 2002). In the context of threats due to global warming, New Caledonia's position at lower latitude raises important considerations for regional biodiversity security and conservation planning. As the more northern reef systems come under increased pressure from coral bleaching events caused by more frequent 'ocean hotspots' (i.e. elevated seawater temperature), New Caledonia's lagoon system may play a key regional role as a biodiversity refuge for the greater Indo-Pacific Region. This increases the importance of establishing an effective marine protected area (MPA) network in New Caledonia.

The northwestern lagoon of New Caledonia has within it a nearly complete diversity of coral reef habitats. Amongst that diversity are areas that could be described as having little human impact. These areas are becoming a rarity in the Pacific region. Two of these areas that are particularly noteworthy include Yandé Island (together with the Passe de Yandé) and the Passe de Koumac. Therefore these two areas are strongly recommended as high priority for inclusion in the MPA network. Yandé Island with the reef pass has high habitat complexity and an unique set of geological factors, a high island situated close to a major passage in the reef. This in turn creates a very complex array of currents and exposure conditions which translate into maximum potential for fish diversity. In our survey the sites around the Yandé Island and Passe de Yandé occupied the most positions in the top ten sites ranked by fish diversity.

The Passe de Koumac area is similar to the Passe de Yandé in that it is a large pass with strong current flow and the full diversity of reef habitats. During the survey, sites in the Passe de Koumac area were observed to have relatively high fish diversity despite signs that fishing pressure was present and possibly significant. Our results indicate that this area is highly productive and important in terms of reef fish diversity. It is probable that the reefs of this area would show very positive results from high level protection. As a result of the high biodiversity and habitat values in this area and the threat of increasing fishing pressure it is recommended that this area be considered as a priority for inclusion in a MPA network.

The other fundamental recommendation for MPA planning is that every effort made to include representative areas of the fullest possible range of habitats occurring in this region. This strategy will protect the widest possible range of fish diversity while at the same time supporting the full range of ecological functions such as connectivity and life-stage requirements which for some species are quite specific. It should be noted that this approach is also conservative

in the sense that it is the most likely method of protecting species and/or ecological functions that are as not observed or little understood. The list of what we do not know about coral reef ecosystems is still rather long.

REFERENCES

- Allen, G.R. 1998. Reef and shore fishes of Milne Bay Province, Papua New Guinea. *In*: Werner, T.B. and G.R. Allen (eds.). A rapid biodiversity assessment of the coral reefs of Milne Bay Province, Papua New Guinea. RAP Working Papers Number 11. Conservation International. Washington, D.C. Pp. 39–49
- Allen, G.R. 2002a. Reef Fishes of Milne Bay Province, Papua New Guinea. *In*: Allen, G.R., Kinch, J.P. McKenna, S.A. and P. Seeto (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of Milne Bay Province, Papua New Guinea Survey II (2000). RAP Bulletin of Biological Assessment Number 29. Conservation International. Washington, DC. Pp. 46–55.
- Allen, G.R. 2002b. Reef Fishes of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. *In*: McKenna, S.A., Allen, G.R. and S. B. Suryadi (eds.). A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia 2001. RAP Bulletin of Biological Assessment Number 22. Conservation International, Washington, DC. Pp. 46–57.
- Allen, G.R. 2005a. Reef fishes of northwest Madagascar. *In*: McKenna, S.A. and G.R. Allen (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral Reefs of Northwest Madagascar RAP Bulletin of Biological Assessment Number 31. Conservation International, Washington, DC. Pp 39–48.
- Allen, G., R. Steene, P. Humann, and N. Deloch. 2005b. Reef Fish Identification Tropical Pacific. New World Publications Inc., Jacksonville, FL.
- Allen, G.R. 2006. Coral Reef Fish Diversity. *In*: Green, A., P. Lokani, W. Atu, P. Ramohia, P. Thomas and J. Almany (eds.). Solomon Islands Marine Assessment: Technical report of survey conducted May 13 to June 17, 2004. TNC Pacific Island Countries Report No. 1/06.
- Eschmeyer, W. N. (ed.). 1998. Catalog of Fishes. Vols. 1–3. California Academy of Sciences. San Francisco, CA.
- Evans, R. 2006. Diversité des poissons des récifs coralliens. *In*: McKenna, S.A., N. Baillon, H. Blaffart, et G. Abrusci (eds.) Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, Province Nord, Nouvelle Calédonie. Bulletin PER d'évaluation biologique 42. Conservation International. Washington, DC. Pp. 35–42.
- Fricke, R. and M. Kulbicki. 2006. Checklist of shore fishes of New Caledonia *In*: Payri, C. E. and B. Richer de Forges (eds.). Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II (7), Institut de Recherche pour le Développement. Noumea, New Caledonia. Pp. 313–357.
- Froese, R. and D. Pauly 2008. FishBase. Web site: www.fishbase.org. IUCN, 2004. IUCN Red List of Threatened Species. Web site: www.iucnredlist.org.
- Kulbicki, M., P. Labrosse, and Y. Letourneur. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: 2-Stocks of Lagoon Bottom and Reef-associated Fishes. *Aquat. Living Resour.* 13(2): 77–90.
- Letourneur, Y., M. Kulbicki, and P. Labrosse. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: Structure and 1-Stocks of Coral Reef Fish Communities. *Aquat. Living Resour.* 13 (2): 65–76.
- Olsen, D.M. and E. Dinerstein. 2002. The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 89:199–224.
- Randall, J.E. 2005. Reef and Shore Fishes of the South Pacific, New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn Islands. University of Hawaii Press. Honolulu, HI.
- Roberts, C.M., C.J. McClean, J.E.N. Veron, J.P. Hawkins, G.R. Allen, D.E. McAllister, C.G. Mittermeier, F.W. Schueler, M. Spalding, F. Wells, C. Vynne and T.B. Werner. 2002. Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. *Science* 295: 1280–1284.

Chapter 3

Assessment of targeted marine invertebrate species of the northwestern lagoon of Grande-Terre (Poum to Koumac), New Caledonia

Caroline Vieux

SUMMARY

- A total of 28 sites were assessed for targeted marine invertebrate species of sea cucumbers and molluscs (*Trochus niloticus* and giant clams) to a maximal depth of 12 meters. The assessment included sites in the southern portion of the survey area (Poum and Koumac) and did not include the northern portion between Yandé and Poum.
- Thirteen species of sea cucumbers were recorded and the highest diversity was observed in intermediate type reefs with 11 species. Densities of the most harvested species, *Holothuria scabra* and *Holothuria nobilis* were extremely low to nil.
- *Trochus niloticus* were most frequently observed on barrier reefs and in higher numbers than observed during the 2004 Mont Panié RAP survey. Densities were similar between intermediate and fringing reefs. Data from Province Nord shows significant levels of harvesting for this species and a stock assessment would precise the sustainability of *T. niloticus* extraction rate.
- Only three species of giant clams were recorded along the transects and one *Tridacna dervasa* was observed outside the transect. Only empty *Hippopus hippopus* shells were observed. As expected no *T. gigas* were observed. The most recorded species was *T. crocea*.
- A comprehensive stock assessment is urgently needed for bêche-de-mer. This assessment would include sites deeper than 12 meters. Similar assessments are needed for giant clams and *Trochus* as well as regular monitoring of the stocks and the pursuit of regular monitoring of catches for these three invertebrates.

INTRODUCTION

Targeted marine invertebrate species of sea cucumbers and molluscs (trochus and giant clams) were previously assessed for reef sites off the northeast coast or Mount Panié region (Pouébo and Hieghène) of Province Nord (Lindsay and McKenna 2006). Here, we report the findings from an assessment of the same species for reef sites off the northwest coast (Poum and Koumac) of Province Nord using the belt transect method. These invertebrate species are collected for commercial and subsistence purposes. This chapter focuses on sea cucumbers, trochus and giant clams species within the context of the 28 sites assessed in the southern portion of the survey area (Koumac). For more detailed background on these select invertebrates, the reader is referred to the previous RAP survey report (McKenna et al. 2006). To be consistent with terminology for the sea cucumber fishery, bêche-de-mer will be used when referring to the dead animal prepared for commercial purposes. Holothurians or sea cucumbers will be the terms used for the live animal. The World Fish Center's terms to describe genus and species of sea cucumbers are used.

According to Province Nord Fisheries, the harvesting of sea cucumbers began at the end of the 19th century in the Poum-Koumac area but no data are available on their stocks. The main species harvested are *Holothuria scabra* and *Holothuria nobilis* counting respectively for 20 and

16% of the bêche-de-mer sold on the market. Incentive for commercial fishermen to harvest sea cucumbers is the attractive prices (going up to 4,500 XPF/kg) for *Holothuria fuscogilva*. Other high value species include *Actinopyga leucanora* (3,553 XPF/kg), *Stichopus chloronotus* (3,500/kg) and *Holothuria nobilis* (3,176 XPF/kg). Trochus is also taken as well as giant clams, but to a lesser extent. In comparison with bêche-de-mer prices, clam flesh is sold at 750 XPF/kg, trochus flesh at 800 XPF/kg and trochus shell at 321 XPF/kg. It is important to note that sea cucumbers need to go through various processing stages such as boiling, cleaning and drying (which lessens their weight) in order to be sold as bêche-de-mer. Fishermen sell their harvest to dealers at any stage of the process and the dealers complete the processing if necessary and sell to exporters. There are three exporters in the area.

A new legislation on the exploitation of commercial invertebrates was published in the *Journal Officiel of New Caledonia* in September 2006. The new provisions provide that people involved in the commercial exploitation of invertebrates using a boat need to register with the Province Nord administration and get a permit that requires renewal each year. This particular provision has been effective from March 2007. Size limits have been put in place for eight holothurians species (see Appendix 3). Arrangements from the former legislations still apply that trochus collected must be a minimum diameter of 9 cm. No minimum size has been legislated for giant clams however the new legislation states that only two giant clams can be collected per recreational boat and five per professional boat with no restriction on the species collected. *Tridacna gigas* is reported to be extinct in the waters of New Caledonia known only to have occurred by presence of fossil shells (Wells 1997). The use of both, spear fishing and scuba diving gear as well as any tool that could damage the habitat is banned for the harvest of these invertebrates. Night fishing is also banned. As a consequence, fishermen can only collect individuals in their hand while free diving during the day. This should limit the depth accessible for harvesting to 12–20 meters depending on the ability of fishermen.

Data from Province Nord indicates that in 2007: 3,900 kg of bêche-de-mer, 1,796 kg of trochus shell, 51 kg of trochus flesh and 3 kg of giant clams were harvested by professional fishermen in Poum and Koumac. These data represent the effort of three commercial fishermen, however Province Nord Fisheries suspects that 40 to 50 additional sea cucumber fishermen from Poum need to be included. Therefore the fishing effort is extremely underestimated for sea cucumbers. According to Province Nord Fisheries, the harvesting of Trochus is mainly done for commercial purposes rather than for subsistence, as for giant clams their harvesting is more opportunistic than targeted, individuals collected are found by chance.

There is no information available on any traditional no-take zones for invertebrates however; the Fisheries

department suspects their existence around Poum islets and possibly the island of Yandé.

The objective of this study was to provide initial data on targeted invertebrate populations in the Poum-Koumac area. The data collected is limited on the temporal and spatial scale and is not intended to serve as a basis for a management plan. The data is intended to provide to Province Nord preliminary information on the stocks for future more comprehensive studies of species and the areas to be surveyed. No previous site-specific species survey data were found for any of the species assessed in the survey area.

METHODOLOGY

Targeted marine invertebrate species were assessed using the belt transect method (English et al., 1997). The belt transect method was chosen over the timed swim method that was used for the invertebrate species assessment of Mont Panié (Lindsay and McKenna 2006) to allow easier replication and comparison for future assessments. In comparison to the timed-swim method, the belt transect method covers less area.

The belt transect method involved placing a transect tape 100 m in length on the reef and sampling the area lying 2.5 m to the left and right of the transect for a belt width of 5 m. Segments of each transect belt was 25 m long and 5 m wide. To allow for replication along the transect, after the first 25 m was sampled the next 10 m along the transect tape was skipped and sampling was resumed for another 25 m and repeated to obtain three belt transects. Therefore data were collected from 0–25 m, 35–60 m and 70–95 m segments 5 m in width each from the 100m transect. Transects were carried out at a depth of 2–3 m and when time permitted sampling was done on transects at deeper depths (10–12 m). The maximum depth of 12 meters reflects the main harvesting area for commercial invertebrates. The transect tape was placed parallel to the reef crest except in the enclosed lagoon habitats (sites 69 and 74).

Along each belt transect, the number and size of targeted invertebrate species of holothurians and molluscs (giant clams, and trochus) was noted. Other species recorded along the belt transect included oysters, turbo, cowries, Crown-of-Thorns, lambis and urchins (see appendix 3). Sizes were recorded using a soft measuring tape. Additional data collected includes depth, coral cover, visibility and time. GPS position was recorded for sites only. Population densities per site were calculated by dividing the number of individuals observed by the area surveyed, 375 m² per site. The average density is reported for commercial and most abundant species only.

The data collection for commercial invertebrates took place the last two weeks of the survey and included only the southern portion of study area, close to Koumac (from Passe de la Gazelle to Passe de Koumac). Sampling only took place during the day and not at night time when invertebrates are

usually more active. However since collecting of targeted invertebrates is banned at night time, the day time sampling provides some indication on the population of targeted species available in the select reef habitat sites during fishers activity. The reef sites in the northern region from Yandé to Poum were not assessed for targeted invertebrates. In the southern area, transects were carried out on three main classes. These included: 1) inner lagoon or inshore reefs consisting of patch and fringing habitats, 2) intermediate lagoon reefs consisting of patch reefs and 3) the outer barrier or outer lagoon consisting of the outer slope, the back reef, passes and enclosed lagoons within the barrier reef. It is important to note that the intermediate lagoon habitats of fringing and coastal barrier found off the isles of Yandé and Neba in the north were not surveyed for targeted invertebrates.

According to this classification, nine transects were on inner lagoon or inshore reefs, eleven on intermediate lagoon reefs and eight on the outer barrier reefs (Table 3.1). The total area surveyed is 12,375 m² (Table 3.2). A total of 28 geographical sites were sampled with four sites (51, 52, 85 and 87) sampled at two depths (shallow and deep). Where two depths were sampled at one site, the transects are differentiated by site number followed by either a 's' for shallow or a 'd' for deep. For example site 52 had two transects sampled, one at a depth of 2- 3 m noted as 52s and one at 10–12 m, noted as 52d.

Although different methods have been used, the results are presented here in similar format to those reported in the Mont Panié survey report to facilitate review and comparison. It is important to keep in mind that the area surveyed in the present report is over ten times less than the one surveyed in Mont Panié, 12,375 m² against 165,400 m².

Table 3.2. Area surveyed by reef class in square meters.

Type of reefs	Total area surveyed (m ²)
Inner lagoon or inshore reefs	3,375
Intermediate lagoon reefs	6,000
Outer barrier reefs	3,000
Total	12,375

Table 3.1. Classification of sites and transects by reef category. If more than one depth was sampled, the site number is followed by s for shallow with a depth of 2-3m or d for deep with a depth of 10m.

Categories or reef classes	Site numbers and transects	Total sites	Total transects
Inner lagoon or inshore reefs	29, 30, 31, 32, 34, 35, 56, 57, 86	9	9
Intermediate lagoon reefs	33, 42, 43, 48s, 48d, 49, 51s, 51d, 52s, 52d, 63, 84, 85s, 85d, 87s, 87d	11	19
Outer barrier reefs	64, 69, 72, 73, 74, 79, 80, 83	8	8

RESULTS AND DISCUSSION

Sea Cucumbers

A total of 13 species of sea cucumbers were observed on the 33 sites surveyed (Table 3.3). Among those species, eight are of medium to high commercial value and included *Stichopus chloronotus*, *S. hermanni*, *Actinopyga mauritiana*, *Bohadschia argus*, *B. vitiensis*, *Holothuria fuscopunctata*, *H. nobilis*, *Thelenota ananas*. Five of these eight species are reported to be mainly targeted by professional fishermen of the area (*Stichopus chloronotus*, *S. hermanni*, *Actinopyga mauritiana*, *H. nobilis*, *Thelenota ananas*). Five species (*Holothuria atra*, *H. edulis*, *H. coluber*, *Actinopyga palauensis*, *Pearsonothuria graffei*) have no commercial value. The highest number and diversity of sea cucumbers was observed on the intermediate lagoon reef sites with 209 individuals identified from 11 different species in 11 sites.

The general abundance across all sites for species targeted by the local fishermen mentioned in the introduction (Table 3.3) is nil for *Actinopyga miliaris*, *Holothuria scabra*, *Actinopyga leucanora* and *Holothuria fuscogilva*, low for *Stichopus chloronotus* (present in 10% of the sites surveyed) and extremely low for *Thelenota ananas*, *Holothuria nobilis* and *Actinopyga mauritiana* (present in less than 2% of the sites surveyed).

These findings of low abundances for sea cucumbers, especially for the commercial species are quite similar to that of the Mont Panié RAP survey, even if the different methodologies limit comparison. Further, as there is no previous data on the populations of sea cucumbers found, no conclusion can be definitely made on their population trajectory. Interestingly, the highest abundance for a potential commercial species was *Bohadschia argus* (48 individuals found in 16% of the sites), which was not recorded on the fishermen most harvested species list. Four species reported to be collected have not been observed at all across the 28 sites surveyed. These species are *Actinopyga miliaris*, *Holothuria fuscogilva*, *Holothuria scabra* and *Actinopyga lecanora*. Considering that the use of scuba gear is banned for harvesting, this study may be considered as representative of the holothurian harvest depth range and can give a fairly accurate initial picture of the harvesting trend. However, this study cannot give a clear assessment of holothurian stocks as they may be found deeper.

Given that commercial harvesting of sea cucumbers is definitely taking place, the current monitoring of the catches does not give an accurate picture (reflecting the take of only

three fishermen when 40 to 50 more fisherman are suspected in total) and that former assessments of sea cucumber stocks are not available, the current low numbers reported here in an initial assessment indicate that there is an urgent need for comprehensive monitoring of the resource. This would include assessments of sea cucumber species populations (commercial and non-commercial species for comparison) to a maximum depth of 40 to 60 meters in order to have an idea of both harvested and non-harvested stocks. The limit between the two stocks could be precisely defined with fishermen. The fishing effort and total haul by all active fishermen should also be monitored on a regular basis and at least yearly. Eventually, these assessments would need to be repeated to obtain a clear indication of the population trajectories for select species. This information could provide data for informed and adaptive management of this resource.

Table 3.4. Numbers of individuals, densities (number of individuals per square meter) and sizes of *Trochus niloticus* observed in the study area. Sites are classified by reef type (Ins = inshore or inner lagoon, Int = intermediate reefs, Br = barrier or outer reefs) with n representing the number of sites surveyed per reef type. A line or dash (–) indicates information is not available.

	Ins n = 9	Int n = 11	Br n = 8	Total n = 28
Number of individual (% of the total)	–	–	–	101
Average density (ind/m ²) (standard deviation)	–	–	–	8.16E-03
Average size in cm (standard deviation)	9.2 (1.7)	5.8 (1.9)	8.9 (2.2)	

Table 3.3. Total number of sea cucumber species observed for all sites assessed. Sites are classified by class (Ins = inshore or inner lagoon reefs, Int = intermediate lagoon reefs, Br = barrier or outer lagoon reefs). The number of sites surveyed per reef type is reported as n. A line or dash (–) is used when information is not available.

Species	Ins (n=9)	Int (n=11)	Br (n=8)	Total number of individuals (% of the total)
<i>Actinopyga mauritiana</i>	–	–	–	–
<i>Actinopyga palauensis</i>	0	3	3	6 (2.0)
<i>Bobadschia argus</i>	–	–	–	–
<i>Holothuria atra</i>	39	32	3	74 (24.9)
<i>Bobadschia vitiensis</i>	–	–	–	–
<i>Holothuria coluber</i>	6	6	0	12 (4)
<i>Holothuria edulis</i>	2	82	0	84 (28.3)
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	–	–	–	–
<i>Holothuria nobilis</i>	–	–	–	–
<i>Stichopus chloronotus</i>	–	–	–	–
<i>Stichopus hermanni</i>	–	–	–	–
<i>Thelenota ananas</i>	–	–	–	–
<i>Pearsonothuria graffeii</i>	0	0	2	2 (0.7)
Total individuals per reef type (% total)	47 (16)	209 (70)	41 (14)	297
Total number of species	3	11	7	

Table 3.5. Number of giant clams recorded in the area surveyed. Sites are classified by reef type (Ins = inshore or inner lagoon reefs, Int = intermediate lagoon reefs and Br = barrier or outer reefs). The number of sites surveyed per reef type is represented as n. A line or dash (–) indicates the information is not available.

	Ins n = 9	Int n = 11	Br n = 8	Total number of individuals (% of the total)
<i>Tridacna maxima</i>	–	–	–	–
<i>Tridacna squamosa</i>	–	–	–	–
<i>Tridacna crocea</i>	435	31	1	467 (63)
Total number of individuals (% of the total)	552 (74)	139 (18)	59 (8)	750
Number of species	3	3	3	

Trochus

A total of 101 *Trochus niloticus* were observed on the 28 sites surveyed. Individuals observed during the survey were located on all three reef types. The mean base width of individuals observed was similar for barrier and fringing reefs, (Table 3.4), but was approximately 3cm lower in intermediate reefs. Islets in this area are very popular during the weekends and lower shell sizes might be explained by people collecting individuals over the minimum size of 9 cm only, leaving smaller individuals.

In comparison to the Mont Panié survey, densities are higher for every reef type sampled in Poum-Koumac, however densities are still low. This may be due to the difference in methodologies, the availability of suitable habitat for the trochus and higher extraction rates in the Mt. Panié area.

The low number of trochus observed on the 28 sites surveyed suggests that populations may be depleted. Along with the current monitoring of the catches, an intensive survey and assessment is needed of adults and juveniles populations in this area to obtain more information on the state of this fishery. It also is necessary to institute on-going monitoring of the stocks and pursue the monitoring of fishing effort and catches so that legislation can be adapted accordingly for improved management.

Giant Clams

Only three species of giant clams were recorded along the belt transects for the 28 sites assessed (Table 3.5). One *Tridacna derasa* was observed while swimming back to the boat. Only empty shells of *Hippopus hippopus* were found in the whole area. As expected no *T.gigas* was noted. The main species observed was *T. crocea* counting for 60% of the total number of individuals recorded. A high occurrence of this species was observed in fringing reefs with less than 2 meter visibility (for example at site 30, a fringing reef located in a bay 168 individuals were counted on 3 belt-transects).

Three quarters of the giant clams were found on the fringing reefs and 8% on barrier reefs (Table 3.5).

Sizes recorded for *T. maxima* and *T. crocea* are similar in all reef types, between 12 and 14 cm for both species. Bigger sizes have been measured for *T. squamosa* found on intermediate and barrier reefs compared to fringing reefs (Table 3.6).

Densities observed here were higher for all reef types in comparison to the densities observed during the Mont Panié Rap survey. Data provided by Province Nord suggests that fishermen do not collect many clams (3kg of flesh in 2007). However, the absence of 3 of the 6 species recorded for New Caledonia as well as the general low sizes of all species compared to the maximum average described by other authors (Braley, 1992) for these same species would prove that intense harvesting has taken place in the past and may still be continuing.

CONSERVATION RECOMMENDATIONS

There is a lack of data on both invertebrate stocks and fishing effort for subsistence or commercial purposes. The sites surveyed during this assessment have shown general low numbers of high cash value species of sea cucumbers and giant clams underpinning a possible over-harvesting trend. However, it is important to mention that not all habitats suitable for invertebrates have been sampled extensively, such as embayments or seagrass beds. Stock assessments in all types of habitats as well as monitoring of the resource needs to be undertaken and the monitoring of catches needs to be pursued. Based on the general low densities of high value sea cucumbers, a limitation of their harvesting should be put in place as a precautionary approach and more accurate quotas could be implemented after a comprehensive stock assessment. The current legislation does not mention any restriction on species of giant clams to be collected. As numbers of rare giant clam species such as *Tridacna derasa* and *Hippopus hippopus* ranged from extremely low to nil, it may be necessary to put a ban on these species and educate fishermen on their identification. Moreover, *Tridacna derasa* has been

Table 3.6. Densities (individuals/m²) and sizes (cm) of giant clams observed on the 28 sites assessed. Sites are classified by reef type (Ins=inshore or inner lagoon reefs, Int=intermediate reefs, Br=barrier or outer lagoon reefs) with n representing the number of sites surveyed per reef type. A line or dash (–) indicates the information is not available. Standard deviation is noted in brackets.

Species	Ins n = 9		Int n = 11		Br n = 8	
	density	size	density	size	density	size
<i>Tridacna maxima</i>	–	13.9 (3.4)	–	12.9 (4.7)	–	13.9 (5.7)
<i>Tridacna squamosa</i>	–	15.4 (5.0)	–	22.7 (6.1)	–	25.6 (16.2)
<i>Tridacna crocea</i>	1.3E–01 (1.4E–01)	11.4 (3.8)	5.2E–02 (1.2E–02)	11.6 (3.5)	3.3E–04 (9.4E–04)	13.0 ^a
Total average density	1.5E–01 (1.6E–01)		2.9E–02 (4.1E–02)		2.0E–02 (2.0E–02)	

a no standard deviation given as only one animal measured

evaluated on the IUCN Red List as a vulnerable species and updating of its status is needed. Similar stock assessment needs to be undertaken for trochus populations considering that numbers were low in lagoon sites and catch rate are at a high level.

REFERENCES

- Aquaculture and Fisheries Department, DDEE, Database, Northern Province, 2008.
- Braley, R.D. 1992. The giant clam: hatchery and nursery culture manual. ACIAR Monograph. Number 15.
- English, S., C. Wilkinson, and V. Baker (eds.). 1997. Survey Manual of Tropical Marine Resources, 2nd Edition. Australian Institute of Marine Science. Townsville, Australia.
- Journal Officiel de la Nouvelle-Calédonie, p. 6707–6778, Septembre 26th, 2006.
- Lindsay, S. and S.A. McKenna 2006. L'évaluation d'espèces marine macro-invertébrées exploitées. *In*: McKenna S.A., N. Baillon, H. Blaffart, and G. Abrusci (eds.). Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont-Panié, Province Nord, Nouvelle-Calédonie. Bulletin PER d'évaluation biologique numéro quarante-deux. Conservation International. Washington, DC. Pp. 43–52.
- McKenna, S.A., Baillon, N., Blaffart, H., Abrusci, G. (eds.) 2006. Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont-Panié, Province Nord, Nouvelle-Calédonie. Bulletin PER d'évaluation biologique quarante-deux. Conservation International. Washington, DC.
- Wells, S. 1997. Giant clams: Status, Trade and Mariculture and the role of CITES in management. IUCN. Cambridge, United Kingdom.
- IUCN 2007. IUCN Red list of threatened species. Web site: www.iucnredlist.org.

Chapter 4

Assessment of targeted fish stocks of the northwestern lagoon of Grande-Terre, New Caledonia

Roger Grace

SUMMARY

- An initial stock assessment of select targeted coral reef fishes was undertaken on a wide range of coral reef habitats in the northwest lagoon area (Yandé to Koumac) of New Caledonia. Observations were made by underwater visual counts while SCUBA diving.
- From the target list of 164 species, a total of 127 target species from 51 genera and 18 families were recorded on 63 transects (each of 500 m²) at 52 sites.
- The most diverse families observed were Acanthuridae, Scaridae, Serranidae, Lutjanidae and Labridae, but the most abundant species were from the family Caesionidae.
- Caesionids contributed over 60% of fish counted and over 21% of total biomass with *Caesio caerulea* being the most abundant species of this family.
- Counts of individual target fishes ranged from zero to 2,839 (mean 257).
- There was a trend for decreases in the mean number of target families, species, number of fish and biomass observed from the outer barrier reef to the inshore reefs. The barrier reef had the highest observed values.
- Mean target species biomass as well as mean densities and lengths of Serranids observed were greater than that observed during several other Conservation International Marine Rapid Assessment Surveys in western central Pacific areas using similar methods, including Raja Ampat in Indonesia.

INTRODUCTION

There are three main types of fishing for finfish in New Caledonia that include lagoon, coastal and deep sea. Lagoon fishing is generally intended for the local market. Much of this is amateur and sustenance fishing which is more important in terms of tonnage caught than commercial fishing. Coastal fishing takes advantage of the resources on the ocean side of the reef. Deep sea fishing is for tuna, marlin and pelagic fish in the Exclusive Economic Zone (EEZ) to 200 miles offshore. This is nearly all for export, mostly to Japan for fresh bigeye and yellowfin tuna, and Europe for frozen fish (Chamber of Commerce and Industry of New Caledonia or CCINC, 2005). All tuna fishing within the EEZ is carried out by French flag-owned boats. Since 2001, no licenses have been issued to foreign vessels (West Pacific Regional Fisheries Marine Council or WPRFMC, 2006).

This chapter addresses the stocks of reef and lagoon fishes of commercial, recreational, or artisanal importance in the northwestern lagoon of New Caledonia, and assesses their distribution and abundance observed during the survey period. The survey area is in the northwestern part of Province Nord from Yandé Island and nearby reefs in the north to Koumac and nearby reef sites in the south (Map 1).

This area of New Caledonia generally has a low level of development and small population. A study by Labrosse et al. (2000) showed that fish stocks in the northern part of this area were virtually un-fished, while fish communities in the southern part of this zone show

characteristics consistent with exploitation. Koumac is a town with a small commercial fishing port and marina for recreational boats. It is the main point of access to the lagoon and reef for fishing purposes, and has the only fish processing factory north of Nouméa (WPRFMC, 2006). The northwestern lagoon was the focus of an extensive fish survey that examined the relationship of land erosion to lagoon (Kulbicki et al. 2000) and commercial fish (Letourneur et al. 2000).

There is widespread, though low key, artisanal fishing from coastal villages in the north, and commercial and recreational fishing from Koumac. In many Pacific islands, in contrast with industrialized nations, subsistence fishing is estimated to be about 80% of the fishing pressure (Labrosse et al. 2000). In the Northern Province of New Caledonia, Labrosse et al. (2000) found that fish consumption was 30.3 kg per capita per annum, with 94% represented by subsistence fishing. In New Caledonia commercial lagoon fisheries remain poorly developed and to a great extent an artisanal activity (Labrosse et al. 2000).

Labrosse et al. (2000) noted that in the Northern Province, the yield of commercially valuable reef and lagoon fish was about 10% of the Maximum Sustainable Yield (MSY), and 1% of the total estimated stocks. Thus they were far from being endangered on a collective basis. However catches were close to the sustainable maximum in some southern parts of the Northern Province, where fishing activity was beginning to affect the fish populations.

There is also potential for a substantial increase in fishing pressure as the population is expected to increase with the establishment of a large nickel mine to the north of Koumac. This may also increase access to the un-fished zone to the north. Thus there is some urgency to establish Marine Protected Areas (MPA's) and an adaptive management plan in this area in anticipation of increased fishing pressure. The Provinces (local government) have authority over fishing regulations as well as to create natural parks and reserves in order to protect the animals and plant life in the lagoon and as far as the coral reef (CCINC 2005).

METHODS

Fifty-two of the 62 sites visited during the survey were quantitatively surveyed for target species, in a wide range

of reef classes (Table 4.1). Observations were made during an underwater visual census (UVC) while scuba diving and data were recorded in pencil on prepared plastic data sheets with target fish listed by Family.

The method for UVC was similar to that used in other RAP surveys (La Tanda 2001, Cornuet 2006). Counts were made while swimming along a 10-metre wide belt transect centered on a 50-metre line on a small "wreck reel" clipped to the diver's weight belt and run out while roughly following a depth contour. Fish were counted in front of the diver, as much as possible before any disturbance of the area by other divers or the counting diver. Area sampled for each transect was 500 m². Total diving time spent on actual fish counts was about 17 hours. The time spent on each transect ranged from 8 minutes to 45 minutes (mean 16.25 minutes per transect) depending on the complexity of the topography, the visibility and the number of species and individuals on the transect.

Data were collected for one transect at most sites where the reef dropped to sand in less than 10 to 12 meters. Two transects were counted at 11 of the 52 sites surveyed, where the reef profile allowed a deep (about 15 to 24 meters) and a shallow count. Fifteen of the transects were classified as deep (15 to 24 meters) and 48 transects were classified as shallow (<10 to 12 meters). The deep transects were mostly on outer barrier front reef sites and a few intermediate lagoon reefs, whereas shallow transects occurred across all reef classes recognized.

Target species were generally edible species selected by commercial, recreational, and artisanal fishers in the area, and likely to be seen by divers doing UVC surveys. The list of target species was agreed to in advance in consultation with Province Nord and was the same as that used in RAP 42 in the northeastern lagoon and Mt Panié area (Cornuet 2006). Although a few other species of potential target importance were seen occasionally on the transects, they have not been included in this analysis because either they were considered to be not reliably counted by this method (e.g. *Lethrinus nebulosus*), or were left out for consistency with other RAP surveys (e.g. some grouper species). These sightings were very few and would most likely make little difference to the results.

Numbers of individuals and sizes were recorded usually to the nearest 50 mm, or less for some smaller species and juveniles. Actual counts were made for most fishes, except

Table 4.1. Sites assessed for targeted fish as categorized by reef class with habitat.

Reef Classes with habitat	# sites	Site numbers
barrier front reef	8	6, 7, 9, 17, 58, 59, 79, 80
barrier back reef	13	11, 13, 14, 16, 61, 62, 63, 65, 69, 72, 73, 74, 84
barrier passage reef	3	10, 60, 83
intermediate lagoon reefs	17	1, 2, 3, 33, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 45, 48, 49, 51, 52, 85, 87
inner lagoon and inshore reefs	11	18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 29, 32, 35, 86

for those occurring in schools where an estimate of number to the nearest 50 or 100 fishes was made, as well as an estimate of average size. Most schooling fish are consistent in size among individuals that tends to validate the method. In addition to the actual fish counts, also recorded was the time taken for each count, the visibility, and the depth at the beginning and end of each transect. Habitat notes were recorded by other divers in the survey.

Quantitative counts were not made at all sites visited by the survey. At four sites (12, 42, 64 and 70) no data were collected due to illness of the observer. At a further five sites (30, 31, 34, 56 and 57), mostly inner lagoon fringing reefs, visibility was less than 2 meters, and as low as 0.6 meter, precluding the possibility of accurate counts in a 10-metre wide belt transect referred to here after as transect.

Data were used to calculate diversity (number of target species) and abundance (number of individuals). Biomass was calculated by two different formulas or methods. In the first method, length was converted to weight by the formula:

$$W = 0.05L^3$$

where W is weight in grams, and L is length in centimeters. This commonly used cubic weight formula tends to over-estimate the weight of the majority of species. The second method used was a more complex but specific formula from Kulbicki et al (1993, 2004) that seems to give a more accurate weight result but requires two specific coefficients (a and b) for each species considered. Both methods for calculating biomass have been used in this study. For this chapter, the notation, B1 will be used in cases where the first formula is used and a B2 will be used for the specific formula from Kulbicki and colleagues. Most analysis in this report involves the cubic weight formula or B1. In the discussion, biomass is usually expressed as tons per square kilometer (t/km²), converted from the original expression of grams per 500 m².

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 127 target species from 51 genera and 18 families were recorded on the transects (Table 4.2). The target species most commonly seen on the belt transects, with the percentages of transects on which they were observed in brackets, were *Acanthurus nigrofusus* (84.1%), *Chlorurus sordidus* (76.2%), *Parupeneus multifasciatus* (61.9%), *Zebрасoma scopas* and *Scolopsis bilineatus* (60.3%), *Plectropomus laevis* (55.6%), and *Caesio caerulea* and *Acanthurus blochii* (47.6%). Schooling fusiliers in the family Caesionidae were by far the most abundant fishes observed on the transects, comprising over 60% of total fish numbers (Fig. 4.1). Other important families each contributing more than 5% to total fish numbers are Lutjanidae, Acanthuridae, and Scaridae.

The biomass contributed by the various families of the target species was calculated using both formulas (Table 4.3). The cubic formula (B1) is an oversimplification, assuming

all fish are shaped like a cylinder and does not take into account the different shapes of fishes. The specific formula (B2) takes into account the different shapes using species specific coefficients in the formula, so expression of biomass is tailored to each individual species. As expected the use of the specific formula is preferable as it gives a more accurate

Table 4.2. Number of genera, species and individuals observed from each family ranked from highest to lowest number observed by each parameter.

Family	# Genera	# Species	# Individuals	% of total	Rank
Acanthuridae	5	20	1,390	8.58	3
Balistidae	3	4	52	0.32	13
Caesionidae	2	6	9,868	60.89	1
Carangidae	3	6	20	0.12	16
Carcharinidae	2	3	22	0.14	15
Dasyatidae	1	1	2	0.01	18
Haemulidae	1	4	37	0.23	14
Holocentridae	3	3	66	0.41	12
Labridae	6	10	173	1.07	9
Lethrinidae	2	5	815	5.03	5
Lutjanidae	4	12	1,407	8.68	2
Mullidae	3	9	476	2.94	6
Nemipteridae	1	3	277	1.71	7
Platacidae	1	1	67	0.41	11
Scaridae	4	16	1,243	7.67	4
Scombridae	2	2	8	0.05	17
Serranidae	7	14	177	1.09	8
Siganidae	1	8	107	0.65	10
Total	51	127	16,207	100.00	18

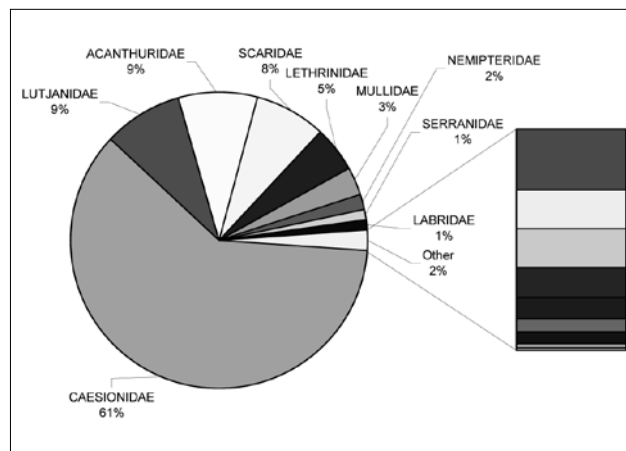


Figure 4.1. Percentage of targeted fish belonging to different families. Other refers to families with 1% or less recorded and include Siganidae (0.7%), Holocentridae (0.4%), Platacidae (0.4%), Balistidae (0.3%), Haemulidae (0.2%), Carangidae (0.1%), Carcharinidae (0.1%), Scombridae (0.05%) and Dasyatidae (0.01%). The percentage for each family are rounded to the nearest whole number.

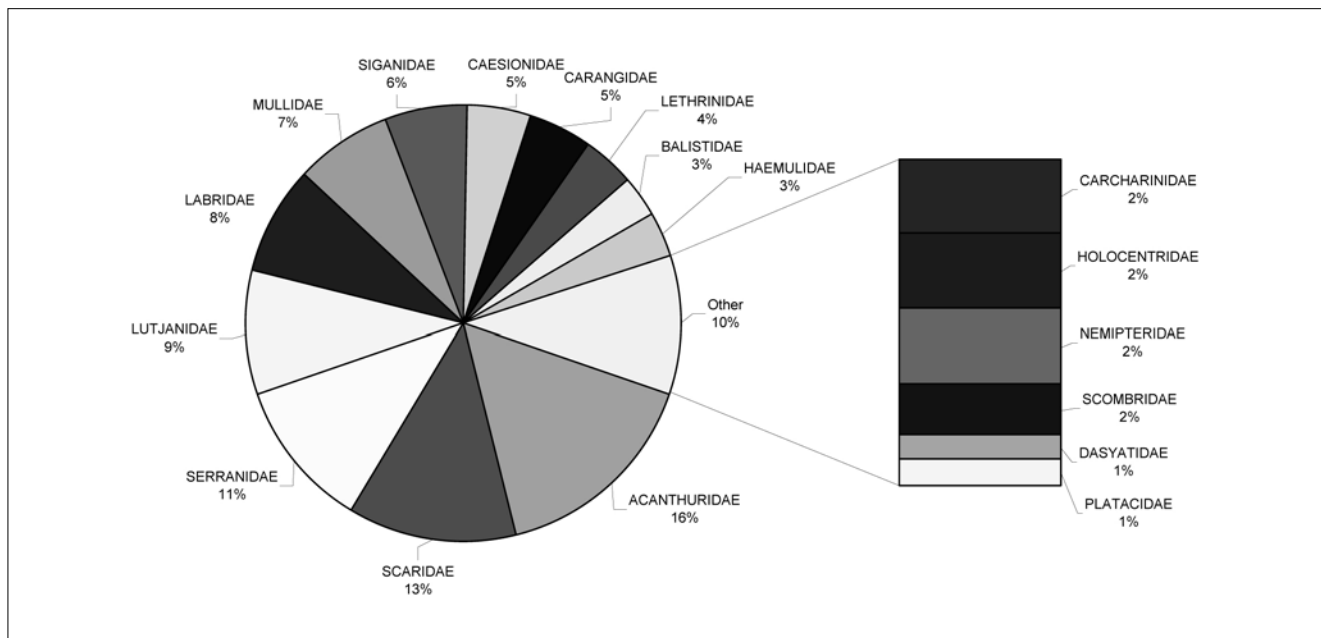


Figure 4.2. Percent biomass contributed by each family. Biomass was calculated using the cubic formula. Percent values are rounded to the nearest whole number.

Table 4.3. Biomass values and percentage of total contributed by families of target species as determined by the two biomass formulas. Biomass values (ton/km²) calculated by the cubic formula are labeled as Biomass 1 formula (B1) while those calculated by Kulbicki's specific formula are denoted as Biomass 2 formula (B2).

Family	Biomass 1 formula (ton/km ²)	% of total	Rank by B1	Biomass 2 formula (ton/km ²)	% of total	Rank by B2
Acanthuridae	32.96	9.57	5	15.67	12.71	4
Balistidae	0.43	0.12	17	0.23	0.19	18
Caesionidae	72.85	21.16	1	28.06	22.75	1
Carangidae	6.30	1.83	11	2.17	1.76	12
Carcharinidae	66.21	19.22	2	16.30	13.22	3
Dasyatidae	0.41	0.12	18	0.30	0.24	17
Haemulidae	7.11	2.06	9	2.65	2.15	9
Holocentridae	0.91	0.26	16	0.45	0.36	16
Labridae	6.40	1.86	10	2.49	2.02	10
Lethrinidae	13.21	3.84	7	4.99	4.05	7
Lutjanidae	55.12	16.01	3	21.13	17.14	2
Mullidae	6.02	1.75	12	2.29	1.86	11
Nemipteridae	2.21	0.64	14	0.81	0.66	15
Platacidae	4.52	1.31	13	3.37	2.73	8
Scaridae	40.02	11.62	4	14.28	11.58	5
Scombridae	9.00	2.61	8	1.34	1.09	13
Serranidae	18.71	5.43	6	5.82	4.72	6
Siganidae	2.03	0.59	15	0.95	0.77	14
Total	344.41	100.00	18	123.30	100.00	18

Table 4.4. Reef classes with mean visibility, number of target fish families, species, individuals observed with calculated biomass observed. For the fish study, the sites were categorized by reef classes as: (1) outer barrier reef front denoted as outer barrier, front; (2) outer barrier reef back denoted as outer barrier, back; (3) outer barrier reef pass denoted as outer barrier, pass; and (4) inner lagoon reefs. Biomass values (ton/km²) calculated by the cubic formula are denoted as Biomass 1 formula (B1) while biomass values (ton/km²) calculated by specific formula are denoted as Biomass 2 formula (B2).

Reef Classes	Number of sites (n)	Mean visibility (m)	Mean number of families per site	Mean number of species per site	Mean number of fish per site	Biomass per site (ton/km ²) Biomass 1 formula	Biomass per site (ton/km ²) Biomass 2 formula
outer barrier, front	8	23	10.9	29	491	432.15	160.22
outer barrier back	13	15	9.2	11	203	416.02	141.49
outer barrier passage reefs	3	15	11.3	33	555	617.47	220.39
intermediate lagoon reefs	17	10	9.6	20	366	322.96	116.38
Inner lagoon reefs	11	4	6.0	11	76	114.74	43.34

representation of biomass, but it does require that measurements are made of each species to derive the coefficients *a* and *b* used in the formula. Where these are not available for a species, there is little choice but to use the simpler cubic formula. The further from cylindrical the fish is, the less accurate will be the biomass B1 derived from the cubic formula. The difference between the two formulae is evident in the calculations and results, and is a similar finding to that of Cornuet (2006).

Despite their small size, the large numbers Caesionids contribute approximately 21% of total biomass (Fig 4.2 using B1). *Caesio caerulaurea* and *C. cuning* contributed most of the biomass within the Caesionidae. Despite the small numbers observed, the sharks (Carcharinidae) observed along the transects were comparatively larger than the other fish observed during the survey. Therefore it takes only a few (a total 22 in the targeted fish survey) to make a big difference to biomass.

Depth of the transect appeared to influence the number of species and individual fish observed along transects. There were slightly more species at shallow sites on average compared to the deeper transects (mean 18.3 species per shallow transect; mean 16.9 species per deep transect). There was a substantial difference in total numbers of fish observed between the shallow and deep transects. Shallow transects averaged 144 fish per transect, whereas deep transects averaged 621 individual fish. This may be due to habitat differences as well as depth itself. At the 11 sites where both deep and shallow transects were counted, shallow sites averaged 229 fish per transect, while deep transects averaged 567 fish per transect. Much of this difference was due to schools of Caesionids on the deeper drop-offs of the outer barrier reef front sites. Similarly, biomass was on average higher on deep transects (474 ton/km²) (B1) than on shallow transects (304 ton/km²) (B1), but again much of this difference may be influenced by habitat differences and encounters with schools of Caesionids.

There was a strong relationship between mean visibility by reef classes and the observed counts (species, individuals) and calculated biomass (B1, B2) values of the target fish fauna (Table 4.4). However other factors (e.g. such as habitat complexity, currents and accessibility by humans) also contribute to the observed values and cannot be discounted. The outer barrier reef front sites had the best visibility and generally more rugosity. At the other end of the scale are the inner lagoon and fringing reefs close to the mainland that are heavily influenced at some localities by silt runoff from the land, reflected in the poor water clarity at these sites. The mean number of families per site ranges from 11.3 in the barrier passage reef habitat to 6.0 in the inner lagoon and inshore reefs. Mean number of target fish species per site ranges from 33 (barrier passage reef) to 11 (inner lagoon and inshore reefs). Similarly the mean number of target fish per site ranges from 555 (barrier passage reef) to 76 (inner lagoon and inshore reefs).

Table 4.5. Best-ranked transects for number of target species, individual fish counts, and biomass. B1 indicates where the biomass value was calculated from the cubic formula while B2 indicates where the specific formula was used.

Rank	# of species		# individuals per transect		Biomass B1 ton/km ²		Biomass B2 ton/km ²	
	Site	Value	Site	Value	Site	Value	Site	Value
1	83s	41	87d	2839	63s	1869.04	63s	724.92
2	52s	35	83s	1425	79d	1488.68	83s	518.34
3	60s	32	36s	867	9s	1515.76	87d	517.84
4	63s	32	63s	691	83s	1443.83	79d	511.19
5	61s	31	79d	651	87d	1414.35	65d	272.06
6	73s	27	80s	643	65d	826.45	36s	239.36
7	80s	25	85s	539	85s	648.10	52s	225.67
8	85s	25	9s	466	52s	642.54	9d	222.97
9	79s	25	59d	382	3d	624.16	85s	220.69

For each transect, the value observed for each targeted fish attribute (i.e. number of species, number of individuals and biomass values) varies. Table 4.5 ranks the nine best transects for these attributes. Ranking of the transects slightly differs depending on which attribute of the target fish is considered. For number of target species observed, the best transect is 83s (shallow), which is a barrier passage reef off of Koumac. For number of individual fish observed, transect 87d, on an intermediate lagoon reef was the highest. This number was strongly biased by Caesionids, with around 1600 *Caesio caerulea*, 1000 *Pterocaesio digramma*, and 100 *C. cuning* swelling the numbers. If all Caesionids were taken out of the count there would only be 139 individuals of other species present.

The maximum number of Serranids observed of all target species on a transect occurred at site 83s, where 10 fish were counted on the 500m² transect, which is equivalent to 20 per 1000m². This compares favorably with the maximum of 17 individuals per 1000m² at Raja Ampat (La Tanda 2006). Mean length of Serranids observed during this survey was higher (32.6cm) than that observed on northeast coast of New Caledonia (29.3cm), Raja Ampat (approximately 25cm), Philippines (<20cm), and Togian-Banggai, Indonesia (>20cm), but possibly similar to Milne Bay Papua New Guinea (>30cm) (La Tanda 2001).

Although underwater visual survey techniques employed for this survey are widely used for assessing reef fish, it is important to note their limitations. In areas with poor visibility, it is not possible to see far enough to do accurate counts out to the 5-metre vision limit of the belt transect. In deeper water, diver time is very limited and beyond about 30 meters other diving safety issues arise. Some species are “diver shy” and visual counts by divers will be biased against these species. Conversely a few species are attracted to divers and a positive bias for those species could occur. Thus for surveying commercial species the method is likely to misrepresent some aspects of the fish population of interest to the fishery.

In closing to summarize, the general state of the target fish populations as indicated by this assessment appears to follow a trend of an increase in diversity and abundance of fish as distance from land increases. Sedimentation on the inshore reefs has damaged corals and that appears to have affected the habitat for target fish species. Target fish diversity is greatly variable by site and habitat. The number of fish observed and biomass values and fish numbers are highly variable. Observed values for fish diversity, abundance and biomass suggest that the impact of fishing appears to be less on the reef sites assessed in the north than in the south that are closest to human population centers.

The nature of this rapid protocol of assessing targeted fish renders this study spatially and temporally limited as 52 sites were visited once with data collected on one or two transects. This precludes us from making specific targeted fish conservation recommendations. Further work by Province Nord is in progress to assess, adaptively manage and conserve targeted fish stocks in the region of the survey.

REFERENCES

- Chamber of Commerce and Industry of New Caledonia. 2005. Fishing and Aquaculture No. 18.
- Cornuet, N. 2006. The assessment of targeted fish stocks. *En: McKenna, S.A., N. Baillon, H. Blaffart, et G. Abrusci (eds.) Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, Province Nord, Nouvelle Calédonie. Bulletin PER d'évaluation biologique 42. Conservation International, Washington DC, USA Pp. 35–42.*
- Kulbicki, M., G., Mou Tham, P. Thollot, and L. Wantiez. 1993. Length-weight relationships of fish from the Lagoon of New Caledonia. *NAGA 16 (2-3): 26–30.*
- Kulbicki, M., P. Labrosse and Y. Letourneur. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: 2 – Stocks of Lagoon Bottom and

- Reef-associated Fishes. *Aquatic Living Resources* 13(2): 77–90.
- Kulbicki, M., N. Guillemot and B. Amand. 2004. A general approach to relationships of length for Pacific lagoon fishes. *Cybium*.
- Labrosse, P., Y. Letourneur, M. Kulbicki and J.R. Padon, 2000. Fish stock assessment of the northern New Caledonia lagoons: 3 – Fishing pressure, potential yields and impact on management options. *Aquatic Living Resources* 13(2): 91–98.
- La Tanda 1998. Species composition, distribution and abundance of coral fishes in Togean and Banggai Islands. *In*: Werner, T.B., G.R. Allen and S.A. McKenna, (eds.). *A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Togean and Banggai Islands, Sulawesi, Indonesia*. Bulletin of the Rapid Assessment Program 20, Conservation International, Washington DC, USA.
- La Tanda 2002. A Basic Stock Assessment of Economically Important Coral Reef Fishes of the Raja Ampat Islands, Papua, Indonesia. *In*: McKenna, S.A., G.R. Allen and S. Suryadi (eds.) *A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia*. RAP Bulletin of Biological Assessment 22, Conservation International, Washington DC.
- Letourneur, Y., M. Kulbicki, and P. Labrosse. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: 1 – Structure and Stocks of Coral Reef Fish Communities. *Aquatic Living Resources* 13(2): 65–76.
- West Pacific Regional Fisheries Marine Council 2006. Summary report: Workshop on South Pacific Albacore Longline Fisheries. September 19–21. Honolulu Hawaii.

Chapter 5

Reef Condition

Sheila A. McKenna

SUMMARY

- Reef condition is a term pertaining to the general “health” of a particular site as determined by assessment of key variables including natural and human-induced damage or stress and biodiversity based on focal species or indicator groups (corals and fishes). Of the 62 coral reef sites surveyed, 53 had a full data set for these parameters and were comparatively ranked and rated as excellent, good to very good, fair and poor. Nearly half (49%) were rated as being in a very good to good state.
- The most frequently observed threat or disturbance to the reefs surveyed was from fishing related activity that occurred on 38.7% of the reef sites surveyed. Debris from mostly fishing or other human related activity was observed on 32.3% of the reef sites surveyed.
- In general damage to the reef sites surveyed from predation by *Acanthaster planci*, or Crown of Thorns Starfish (COTS) and can be characterized as light and localized except for moderate damage at site 85. No mass (*A. planci*) feeding aggregations or evidence of a past population outbreaks were noted on any of the reef sites surveyed. Observations included the presence of one to four individuals or feeding scars on coral colonies at 35.5% of the sites surveyed. Breakage to coral colonies from algal feeding activity by the hump head parrotfish, *Bolbometapon muricatum* was light and localized as well. The presence of this species is indicative of a healthy reef.
- Siltation or sediment stress was noted on 24.2% of the reef sites surveyed and was observed to have the most severe impact on the reefs of all the ‘stress’ factors examined. Sedimentation stress appeared to be most severe at the inshore fringing reef sites in close proximity of the Tiebaghi mine, especially within the Baie de Néhoué and two fringing reef sites inshore directly adjacent to the mining operations.
- No bleaching was observed at any of the reef sites surveyed, however symptoms of coral disease or pathogens were noted at 8.2% of the sites assessed. These symptoms were indicative of calcioblastic neoplasms or tumors, white syndrome and pigmentation response. Although tumors have been reported previously in New Caledonia, this may be the first report of white syndrome and pigmentation response.
- Numerous red listed species were spotted on 66% of the reef sites we assessed. These include several species of sharks, bony fishes, and sea turtles. This frequency of observation of red listed species at sites was less than that of the previous marine rap survey on the east coast in Mount Panié. However this percentage is still high in comparison to past marine rap surveys undertaken by Conservation International.

INTRODUCTION

The reefs of New Caledonia have been impacted by land-based activities mainly from mining, deforestation and coastal development. Other sources of damage that have been documented include bleaching, crown of thorns starfish (COTS), disease and cyclone events. The

most recent major disturbance was from Cyclone Erica (category 5) that struck the west coast of New Caledonia in March 2003 resulting in a reduction in live coral coverage in some areas (Lovell et al. 2004). Sulu et al. (2002) reported low live coral coverage for South Noumea due to either large numbers of COTS, coral bleaching or coral disease. Unfortunately, a gap in monitoring for 1999 precluded confirmation of the exact cause.

Assessments of the state or threats to the coral reefs of New Caledonia are available at the coarse (Burke et al. 1998) to site-specific scale. Assessments, workshops and information on the biodiversity and threats of New Caledonia's coral reefs have increased considerably at the national level since the 2004 Mont Panié Marine RAP Survey (e.g. Payri and Forges 2006, Junker 2006, Gabrié et al. 2007). This was spurred in part from the preparation of data and information in support of the World Heritage Nomination and from the Coral Reef InitiativeS for the Pacific (CRISP). At the site scale, studies on the status of coral reefs in New Caledonia have focused mainly in the Province Sud where the majority of the population lives and where the major marine associated institutions can be found (e.g. Institut de recherche pour le développement and Université de Nouvelle-Calédonie). Hence most reports of stressors or disturbances (e.g. bleaching, crown of thorns feeding aggregations and sedimentation) to the reefs are reported from the south.

In 2003 as part of IFRECOR (French Initiative for Coral Reefs), sampling sites were extended to include Province Nord and Province des Iles. Within Province Nord, three sites were monitored at Hienghène, Népoul, and Pouembout. The stations sampled within Hienghène are on the east coast in the vicinity of the previous rapid assessment survey of the Mount Panié area and included Koulnoué, Hiengabat, and Donga Hienga (Wantiez et al. 2004). The other two sites, Népoul, and Pouembout, are located off the west coast of Province Nord and lie further south than the area covered during this survey (see Map 1). Other site specific studies within Province Nord include the region of Koné where studies are being and have been conducted to monitor and assess the coral reefs in preparation of a mining project (e.g. Pascale et al. 2006). In the Diahot-Balabio region, just north of the Mont Panié area, an assessment of the reefs and the use of their resources was conducted in 2006 (Gabrié et al. 2007).

Here, the condition of the 62 reef sites in the northwest lagoon (Yandé to Koumac) is described to provide a snapshot of reef "health" as observed during the period of the survey. Information is presented on the benthic community structure of the reefs surveyed and on incidence or evidence of stress or threats to those sites. Based on a comparative rank of these parameters with the number of species of coral and fish as well as targeted fish counts for the reef sites surveyed, the reef sites can be approximated into three 'health or state' categories: excellent, very good to good, and average. This information is meant to serve as an initial snapshot of the health of the reefs surveyed and to provide

an indication of what factors appear to be influencing the reef that suggest further research, monitoring, management and subsequent mitigation activities may be needed.

MATERIALS AND METHODS

At each survey site substrata/biota data of the benthos were collected. Transects were used to sample the benthos as described in English et al. (2000). The following is a brief description of the transects: a 100 meter transect tape was placed along the bottom of the reef as close as possible to the biota/substrata., two 100 m transects were placed at two out of three possible depth zones depending on the reef structure and topography. The three depth zones included <6 m (shallow), 6–10 m (medium) or >12 m (deep). At some sites it was not possible to place and sample transects along two different depth zones either due to weather conditions or limited reef topography. In those cases, one depth zone was sampled. The biota/substrata were sampled at selected 0.5 m intervals (for 40 sample points) along 20 m segments of the 100 m transect. Below each sampling point, the type of substrata/biota is identified or characterized as follows: hard coral (hc), soft coral (sc), sponge (sp), macro algae (ma), calcareous algae (ca), turf algae (ta) rubble (rb), other, mud/silt, and dead coral bare substrata (bs). The category turf algae included filamentous and turf algae as well as bottom dwelling cyano-bacteria. The "other" category includes invertebrates such as tunicates, sea stars, sea cucumbers, etc. After the first 20 of the 100 m was sampled, the diver would skip 5 m and then continue sampling another 20 m (40 points) along the transect. This allowed for replication during sampling, with four 20 m segments of each transect sampled at half-meter intervals per depth.

Any visible signs of damage, threats, or disturbance at each reef site were noted. Evidence of disturbance, damage, or threat was rated according to the relative amount or level of impact/frequency (none, light, moderate, and excessive). The divers looked for evidence of damage from fishing (nets, spear guns, lines,), boating activities (anchor damage, grounding scars, fin marks from snorkelers), and storms or cyclones. Damage from the coral predators *Acanthaster planci* and *Drupella cornus* on the reef was detected by the presence and number of individuals seen or by feeding scars on the coral. Breakage to coral colonies as a result of grazing activity by the bump-head parrotfish, *Bolbometapon muricatum* was also noted. Other divers of the RAP team supplemented observations on reef condition after the site survey dive had been completed. Charismatic marine fauna and other marine related red-listed species were also noted at each reef site. These include sharks, manta rays, clams, turtles, dugongs, etc.

Bleaching refers to the discoloration of coral tissue color—the more discolored the coral tissue, the more severe the bleaching. Light (or early stages of) bleaching is indicated by a slight discoloration of the coral tissue. Moderate

or extreme bleaching is usually indicated by the coral tissue being transparent, opaque, or clear in color with the coral skeleton visible. The number of colonies showing signs of bleaching and the level of tissue discoloration indicates the extent of the bleaching on the reef.

In addition to bleaching, coral pathogens or diseases may be observed on the reef and have been identified to occur on hard and soft coral. Some diseases are identifiable by a distinctive banding or pattern of discoloration on the surface of hard and soft coral. For example, black band disease on hard corals is evident by an obvious black band across the coral head—behind the band the coral skeleton is visible and the coral tissue is dead and gone. On the other side of the band the coral surface looks normal. The incidence of diseases and other pathogens has been more frequently observed and studied in the Caribbean than in the Indo-Pacific (Sutherland et al. 2004). Given the proximity of New Caledonia to the Great Barrier Reef and the need for further etiological studies on coral disease in the Indo-Pacific, any symptoms of disease or pathogens observed during the survey were classified according to the nomenclature used by Australian Institute of Marine Science (<http://www.aims.gov.au/pages/research/reef-monitoring/coral-diseases/hcd-gbr-01.html>) and in Willis et al. 2004.

Evidence suggesting threat or pressure from pollution/eutrophication, fishing pressure, siltation, and freshwater runoff may be taking place on the reef can be observed, however further testing, monitoring, or experimentation is needed for quantitative data. In some cases, freshwater run-off or siltation may be a “natural” occurrence for a reef site because of its location next to a river mouth where the watershed has not been altered. In other cases these occurrence are not “natural” and have been altered due to human activities. For example, the source of the damage (e.g., sewage outfall pipe, deforested area along the shoreline, mining activities coastal development, and river outfall) can be seen from the reef site, thereby providing qualitative evidence. An abundance of algae with low coral cover can be an anecdotal indicator of pollution/eutrophication on reefs. However, the population of herbivores and type of algae (macro-algae, turf or filamentous, or calcareous) need to be considered. The presence of fishers actively fishing or a low abundance of target biota (e.g., sea cucumbers or groupers) on the reef site indicates extractive pressure from fishers, but the frequency and extent of marine resource use and abundance of stocks need to be further investigated and monitored to obtain quantitative data. High percent cover of mud or silt on the reef benthos indicates siltation.

These types of threats or disturbance need to be characterized further by direct measurements of specific parameters (e.g., nutrients in the water column, stock abundance and fishers activity, sediments, and percent cover of biota/substrata) over a long sampling period of at least one year or more. The nature of the rapid assessment only allows for initial observations that suggest eutrophication/pollution, fishing pressure, siltation, or runoff is taking place and the

relative extent of its impact on the reef site. This provides an important first step in determining stress or threat presence on the reefs sites and what follow up is needed in terms of further study, threat mitigation, monitoring and effective management. Sites where evidence of these threats is noted are indicated in the text and summarized in Table 5.3. The summary table synthesizes the key indicators for state or health of the reef based on biodiversity of the fish and coral species, average percent coral cover and consideration of presence or absence and extent of human impact. The observed values for these key indicators are summed and then ranked according to highest to lowest. The four categories of excellent, good to very good, average and poor are determined by the natural breaks in the determined values. Due to the high variability in targeted fish counts the sites were analyzed a second time with the approximate count of target fish included in the summation for ranking. In cases where percent coral cover and fish counts were obtained from more than one depth for the reef site assessed, the average of the values was used for calculating the sum. Only sites where a complete set of data for fish diversity, coral diversity, percent live coral cover and counts of targeted fish were included in this analysis. Complete data sets were available for 53 sites with incomplete data for nine sites (4, 30, 31, 34, 42, 47, 56, 57 and 64). Targeted macro-invertebrates were not included as this data was collected only for the second half of the survey.

RESULTS

For several reef sites surveyed, sea grass and mangroves were observed to be within the site or in close proximity. These include 13 sites for sea grass (sites 1, 3 floating pieces of seagrass, 4, 18, 19, 20, 22, 28 seagrass towards shore, 29, 33, 34, 36 floating pieces of seagrass and 47) and four sites for mangroves (sites 17, 18, 33 and 34). An additional site 56 contained one mangal tree.

Benthic cover

Percent coverage by hard coral was spatially variable. Mean percentage of hard coral cover in depths less than 6m ranged from 6% at site 72 to 91% at site 49 (Figure 5.1a). At depths between 6m to 10m, mean percentage of live coral coverage ranged from 16% at sites 16 and 63 to 86% at site 24 (Figure 5.1b) while depths greater than 12m ranged from 14% at sites 10 to 58% at site 87 (Figure 5.1c). The mean percent of biota/substrata for all categories cover by site is presented in Appendix 5.

Coral bleaching and pathogens

Although no bleaching was noted, coral disease was observed at five sites or 8.2% of the sites surveyed. One colony of *Acropora* sp was observed at site 43 to have white syndrome (Willis et al. 2004). Calcioblastic neoplasms or coral tumors (Peters et al. 1986) were observed on one colony of *Acropora*

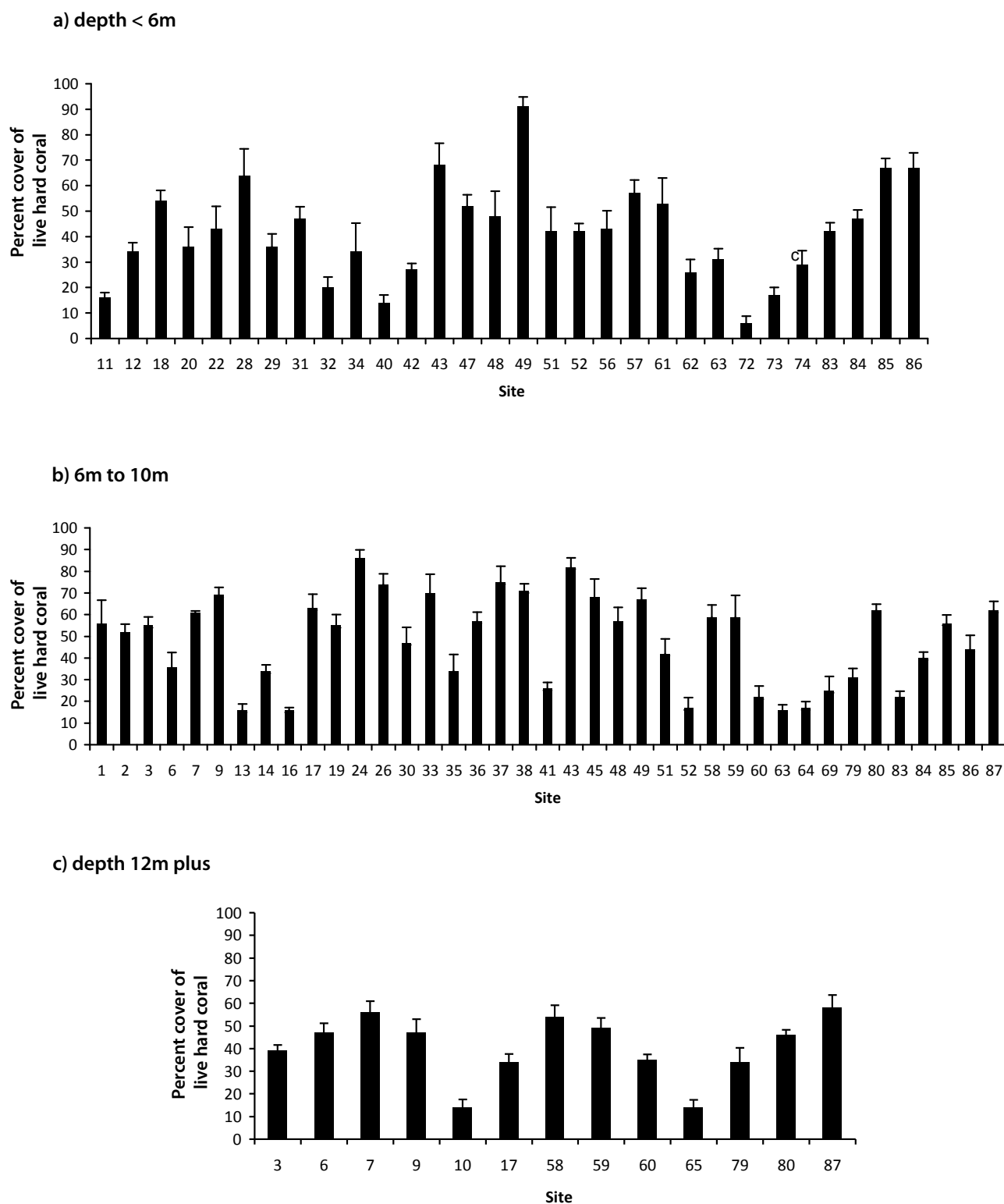


Figure 5.1 (a, b, c). Percent cover of hard coral for sites as numbered at depths of (a) <6 m, (b) 6 m to 10 m, and (c) 12 m plus as determined by the point intercept transect method. For each site, four 20m length transects were sampled ($n=4$) except (a) where $n=3$ for sites 12 and 62, $n=8$ for site 56; (b) where $n=3$ for sites 6 and 60; (c) where $n=3$ for sites 10 and 60.

humilis at site 48, one table colony of *Acropora* at site 56 and on two colonies (one table *Acropora* and a colony of *Turbinaria*) at site 57. A pink pigmentation response of one to two massive *Porites* coral colonies in total per site was observed at four sites. (48, 52, 56 and 57) (Aeby 1991; Willis et al. 2004).

Coral predators and damage from fish grazing activity

The presence or evidence of predation by Crown of Thorns (COTS) or *Acanthaster planci* was observed at a total of 22 sites or 35.5% of the sites surveyed. Individuals of COTS were noted at 13 sites (6, 10, 14, 32, 33, 37, 38, 56, 62, 83 and 85–87). The majority of sightings were of one to two individuals, with the maximum of four individuals seen at only one site (32). At an additional eight reef sites (36, 43, 45, 59, 61, 69, 79 and 84) surveyed, feeding scars were seen providing anecdotal evidence of COTS however no individuals were observed. Feeding scars were noted on the coral species, *Acropora* sp., *Acropora humilis*, *Pocillopora* sp. and *Stylophora mordax*. With the exception of one site (85) where moderate damage occurred as evidenced by numerous feeding scars and two individuals, the frequency of feeding scars or damage on the other reefs were low with two or less colonies affected per site. No population outbreaks, mass feeding aggregations or evidence of their occurrence were noted. There were no individuals seen of the coral predator, *Drupella cornus* (gastropod or snail) nor scars from its feeding activity observed at any of the sites surveyed.

Damage was observed on the surface of the coral colonies, *Acropora humilis*, *A. digitifera*, *Pocillopora verucosa* at 8 sites (7, 9, 10, 13, 60, 64, 65 and 83). Characteristics of the damage to the colony were indicative of the feeding activity by *Bolbometapon muricatum*. This fish is not considered a coral predator and its presence is indicative of a healthy reef.

Debris

Several types of debris were noted on 22 sites or 32.3% of the reef sites surveyed. The most frequently observed debris was from fishing activity. This included fishing line at 18 sites (2, 19, 20, 24, 26, 33, 36, 38, 40, 41, 43, 45, 49, 52, 61, 83, 85, 86 and 87), a spear gun at two sites (83 and 84), fishing net at one site (17), and rope at one site (37). Other debris included one tin can (site 36) and a glass bottle (site 87).

Fishing and reef gleaning activity

Evidence of marine resource extraction as noted by fishing debris on the reef as reported in the previous section or by

the presence of actual fishers on the reef was observed at 24 sites (2, 3, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 36, 38, 40, 41, 43, 45, 49, 52, 61, 62, 63, 83, 84, 85, 86, and 87) or 38.7% of the reef sites surveyed.

Sedimentation

Sedimentation stress was observed at 14 sites (or 22.6% of the sites surveyed) and varied in extent of observable impact (i.e. turbidity and amount of silt covering reef organisms or substrata). At two of the more northern reef sites assessed (18 and 20) silt was noted to be covering the sand on the reef. Sites 2 and 3 of Yandé appeared to be naturally silty. These four sites (2, 3, 18, and 20) can be categorized as having light sedimentation. Moderate sedimentation stress was noted on 4 sites (34, 35, 45, and 86). Sedimentation stress was most severe or extensive at inshore fringing sites off of Grande Terre within the Baie de Néhoulé (29, 30, and 31) and further south (56 and 57). Site 32 situated off a small islet at the mouth of Baie de Néhoulé also was observed to be subject to high sedimentation stress.

Red-listed species sightings

Numerous red listed species were spotted on 66% or 36 of the reef sites we assessed. These include such species as Maori Wrasses, sharks, rays, sea turtles, coral trout and other groupers. A brief recap of these findings is provided here with detailed information on the non-fish red listed species, sea turtles and dugongs. For more details on the red-listed fish species observed, please refer to chapter 2. For the red-listed giant clam species, no *Tridacna gigas* was observed during the survey as expected since they are only known from fossil record (Wells 1997) and only one *T. deresa* was observed. For more details on giant clam species observed during the survey, please refer to chapter 3. Sea turtles (green, loggerhead and hawksbill) were observed at eleven of the reef sites surveyed or 21% of the sites (Table 5.1).

Other red-listed species not observed during the survey, but reported from New Caledonia are species of whales, great white sharks, tiger sharks, other shark species, dugongs and sea horses. For more background on the red list and an up-to-date list of species evaluated from New Caledonia the reader is referred to their website, <http://www.iucnredlist.org>.

Synthesis of factors

Based on the number of fish and coral species observed with percent coral cover and consideration of presence or absence of human use, most sites were comparative ranked as very good to good. When the approximate count of target fish was included the sites predominantly were rated as fair (Table 5.2). A summary of values for these factors and relative scale of impact for each reef site visited (n=62) can be found in Table 5.3.

DISCUSSION AND CONSERVATION RECOMMENDATIONS

Based on coral and fish diversity, percent live coral cover

Table 5.1. Turtle species and sites where observed during survey.

Species	SITES
<i>Caretta caretta</i> (Loggerhead)	60 (en route), 63, 69
<i>Chelonia mydas</i> (Green)	1, 14, 17 (en route), 22, 33, 37, 38, 57, 58, 63, 83
<i>Eretmochelys imbricata</i> (Hawksbill)	83

Table 5.2. Comparative categories for the state of reef sites (n=53) surveyed based on rank cumulative total of number of fish species observed (FS), number of coral species observed (CS), and average percent live coral cover recorded (PLC) and consideration of presence or absence of human use. The second column lists the sites with approximate count of target fish (TFC) included in the summation for the comparison. The percentage of sites within that rating appears in parentheses.

Rating	FS + CS+PLC	FS + CS+PC+TFC
Excellent	1–3, 6, 7, 9, 17, 36–38, 49, 58, 59 (24.5%)	36, 83, 87 (5.6%)
Very good to good	11, 14, 16, 19, 24, 26, 28, 33, 41, 43, 45, 48, 52, 60, 61, 62, 63, 69, 74, 79, 80, 83, 84, 85, 86, 87 (49%)	3, 7, 9, 17, 43, 48, 49, 52, 58, 59, 61, 79, 80, 84, 85, 86 (30.2%)
Fair	10, 13, 18, 20, 22, 32, 35, 40, 51, 73 (19%)	1, 2, 6, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 24, 26, 28, 32, 37, 38, 40, 41, 45, 60, 62, 63, 69, 73, 74 (45.3%)
Poor	29, 34, 65, 72 (7.5%)	10, 20, 22, 29, 33, 34, 35, 51, 65, 72 (18.9%)

and frequency and relative impact of observed stress or disturbance, 49% of the reef sites surveyed (n = 53 sites where complete data sets were available) were in very good to good health. No coral bleaching was observed on any reef sites assessed during the survey. Bleaching was reported to occur on reefs by scientists from IRD on the east coast in Province Nord, north of Poindimé in February 2008 (Spaggiari pers. comm.).

What appeared to be coral pathogens or disease was infrequently noted (8.2%) on the reefs surveyed. However the observed symptoms or responses indicative of white syndrome and pink pigmentation response may be the first ones reported for New Caledonia. No previous records of pink pigmentation response nor white syndrome were found in the literature or on internet data bases (i.e. Reefbase of Tupper et al. 2008 and coral disease mapping site of UNEP and WCMC 2006). Tumors on one *Acropora* species was noted during the Mont Panié marine rap survey (McKenna et al. 2006) and reports of tumors on one colony of *Acropora formosa* appear on reefbase and coral disease mapping site of UNEP and WCMC (2006). The current monitoring and research activities already within New Caledonia will prove helpful in getting a better handle on the extent of coral disease and bleaching. Pending funding availability, it is recommended that more sites be included for monitoring and study. Given the reality that funding needs for such endeavors are usually more than what can be accommodated, perhaps increased awareness and educational activities for those who frequent the reef (e.g. SCUBA diving clubs, tribes with traditional marine areas, fishers and other local stakeholder) may prove helpful. This would include a way to report such sightings for further examination by scientists, managers and the marine regulatory/protection entities in the region.

When targeted fish counts were included as a factor in the comparative cumulative rank analysis, a shift in the majority of reefs to fair occurred. This is logical given that fishing appeared to be the most frequently observed (i.e. fishers) or detected activity (e.g. fishing gear on site) for all the reefs surveyed (n = 62). Further the region surveyed, especially those sites in the southern area of the assessment, is close to the yacht and fishing harbor base in Koumac. As a consequence fishing related items left on the reef constituted the

majority of the debris observed. Observations of fishing activity occurred more frequently at sites more easily accessible by humans. These observations of high incidence of fishing and numerous fishing line on the sites are consistent with previous studies that suggested reef habitats (near reef areas) or fish species caught by line were intensively fished in this area (Labrousse et al. 2000).

Given these observations, it is recommended that targeted fish populations be studied and monitored in more depth especially at sites most frequently visited. Examining and monitoring (e.g. catch per unit effort, landings, number and type of gear and areas fished) all fishers activity whether for commercial or subsistence purposes may prove useful as well. As suggested previously (Labrousse et al. 2000) diversification of fishing methods may prove helpful to displace some of the fishing pressure off the line caught fish species. To reduce the amount of debris especially the fishing line on the reef sites, increased education and awareness of the need to dispose of items properly may be useful. For example more postings or signage concerning the need to be careful with unwanted items and special receptacles near docks and boat ramps for the collection of monofilament/fishing line etc. The findings regarding fishing activity need to be taken with caution as reef fish communities can be highly variable on spatial and temporal scales. The work presented here is only a snapshot and each site was only visited once during different times of the day.

Although sedimentation stress was observed less frequently (24.2%) in comparison to fishing activity (38.7%) and COTS (35.5%), the level or extent of its impact observed on the reef sites affected was the highest. This is not surprising as previous and present mining activities are located onshore in Poum (Presqu'île de Poume) and Tiébaghi (Le Dome Tiébaghi). Moreover the sites (29, 30, and 31) observed to have high sedimentation stress are situated in the Baie de Néhoulé. This Bay is subject to the effluent from the Néhoulé river and its tributaries that are impacted by the activities of Tiébaghi mine (Bird et al. 1984). Site 32 that is located at the entrance of Baie de Néhoulé also was observed to have high sedimentation stress. The other two sites (56 and 57) noted to have high sedimentation stress were fringing reefs adjacent to the Tiébaghi mine and subject to river effluent as

Table 5.3. Summary of reef condition. The reef condition table provides the syntheses of species diversity, percent of hard coral cover and damage and threat observations for each reef site surveyed. Where values are not available due to missing data, “no data” is used. Threats or levels of damage are rated as L = light, M = moderate, and E = excessive (listed next to letter A for COTS in parentheses and alone for damage or threat observation). In cases where no damage was observed but *Acanthaster planci* was seen, the letter P for “present” follows the letter A notation. Feeding scar is noted next to predator as FS. If no threat or damage was observed the corresponding cell for that site is empty. The approximate counts of targeted fish have been omitted from the table intentionally.

Site #	Biodiversity of focal groups		Approximate count of target fishes per 500m ² sampled		Percent mean hard coral coverage by depth			Presence of COTS	Marine resource extraction	Disease	Debris	Sedimentation
	# of coral species	Fish species	# individuals shallow (10–12 m)	# individuals deep (15–24 m)	Deep (>12m)	Medium (6–10m)	Shallow (<6m)					
1	109	143				56						
2	91	151				52			yes		fishing line	L
3	99	138			39	55			yes			L
4	45	46			No data	No data	No data					
6	93	148			47	36		A (P)				
7	107	154			56	61						
9	100	147			47	69						
10	51	104			14 (n=3)			A(L)				
11	82	126					16					
12	61	97					34 (n=3)					
13	68	93				16						
14	68	93				34		A(L)				
16	78	130				16						
17	111	135			34	63			yes		fishing net	
18	71	56					54		yes			L
19	73	77				55		A(L)	yes		fishing line	
20	62	76					37		yes		fishing line	L
22	50	82					43					
24	75	84				86			yes		fishing line	
26	95	79				74			yes		fishing line	
28	53	84					64					
29	27	78					36					E
30	22					47						E
31	34						47					E
32	61	104					20	A(L)				E
33	76	108				70		A(L)	yes		fishing line	
34	45	39					34					M
35	64	64				34						M
36	105	133				57		A (FS/L)	yes		fishing line and tin can	

Table 5.3. continued on next page

Table 5.3. Summary of reef condition. Continued from previous page.

Site #	Biodiversity of focal groups		Approximate count of target fishes per 500m ² sampled		Percent mean hard coral coverage by depth			Presence of COTS	Marine resource extraction	Disease	Debris	Sedimentation
	# of coral species	Fish species	# individuals shallow (10–12 m)	# individuals deep (15–24 m)	Deep (>12m)	Medium (6–10m)	Shallow (<6m)					
37	117	158				75		A (L)			rope	
38	94	135				71		A (FS/L)	yes		fishing line	
40	37	136					14		yes		fishing line	
41	63	117				26			yes		fishing line	
42	60	141					27					
43	63	134				82	68	A (FS/L)	yes	white syndrome (L)	fishing line	
45	69	105				68		A (FS/L)	yes		fishing line	M
47	53						52					
48	53	119				57	47			tumor (L)		
49	72	139				67	91		yes			
51	54	95					42					
52	49	128				17	42		yes	pigmentation response (L)	fishing line	
56	60	70					43 (n=8)	A(L)		tumor and pigmentation response (L)		E
57	67	33					57			tumors and pigmentation response (L)		E
58	93	136			54	59						
59	100	139			49	59		A (FS/L)				
60	80	136			35 (n=3)	22						
61	66	147					53	A (FS/L)	yes		fishing line	
62	67	106					26 (n=3)	A (FS/L)	yes			
63	47	163				16	31		yes			
64	33	86				17						
65	41	83			14	Nd						
69	73	139				25		A (FS/L)				
72	30	94					6					
73	33	113					17					
74	49	121					29					
79	76	130			34	31		A (FS/L)				
80	78	143			46	62						
83	64	172				22	42	A (FS/L)	yes		fishing line and spear	
84	56	134				40	47	A (FS/L)	yes		fishing line and spear	
85	74	139				56	67	A (FS/M)				
86	60	121				44	67	A (L)	yes		fishing line	M
87	42	142			58	62		A (L)	yes		fishing line and bottle	

well. These reef sites were so close to the mining activity that trucks transporting materials on the dirt roads could be seen during the survey. Consequently the sites (34, 35, 45, 85, 86) with moderate sedimentation stress were in close proximity to the high sedimentation sites.

It is recommended sedimentation be monitored and every effort made to restore the watershed and maintain those watersheds that are intact. Mitigation techniques (e.g. maintaining vegetation or re-vegetating denuded areas, building sedimentation barriers; settlement basins and terrace) should continue and be implemented in sites where these measures are absent (ESCAP 2003). Further, developing new mitigation techniques to lessen the impacts of mining activities on the surrounding environment is critical. This is a particularly challenging issue as there is a long history of mining in New Caledonia (since 1870's). Mines that have ceased activity are still contributing to the sedimentation stress in adjacent coastal areas. In the event of heavy rains (e.g. with cyclones) mud slides and eroded soils that may contain heavy metals and other toxins, end up in rivers then the coastal waters. This is reported to be true for very old mining sites as well (Bird et al. 1984). In many cases the soil of previous or existing mines is contaminated whereby re-vegetating areas is not possible. Additionally in some areas, the landscape has been affected as well by fires and cattle ranching activities that also compromise the watershed. Sedimentation is a serious threat to many of the reefs of New Caledonia.

During this survey, the percent of reef sites (66%) where red listed species observed is less than that observed 76.2% during the Mount Panié survey (McKenna et al. 2006). The percent of sites where sharks were observed was similar for both surveys and is a positive sign given the global over-exploitation of sharks. In comparison to past surveys conducted closer to and within the renowned coral triangle in the Pacific Ocean by Conservation International using similar methods (e.g. Raja Ampat, Togean Banggai, and Calamianes), the sightings of red listed species in New Caledonia are presently the highest observed. As these percentages are observational and based on limited spatial and temporal scale, it is important that continued quantitative study and monitoring occur. This will contribute to ensuring the viability of these populations and recovery of the threatened red-listed species in the future.

REFERENCES

- Aeby, G.S. 1991. Behavioural and ecological relationship of a parasite and its host within a coral reef system. *Pacific Science* 45:263–269.
- Allen, G.R. 1998. Reef fishes of Milne Bay Province, Papua New Guinea. In: Werner, T.B. and G.R. Allen (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the coral reefs of Milne Bay Province, Papua New Guinea. RAP Working Papers number 11. Washington, DC: Conservation International. Pp. 39–49.
- Allen, G.R. 2001. Reef fishes of The Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. In: McKenna, S.A. and Allen, G.R. (eds.) A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Raja Ampat Islands, Irian Jaya Province, Indonesia. Rapid Assessment Program Bulletin of Biological Assessment Number 22. Washington, DC: Conservation International Pp. 46–57.
- Allen, M., J. Kinch, and T. Werner. 2003. Coral reef resources of Milne Bay Province, Papua New Guinea. In: G.R. Allen, J. Kinch, S.A. McKenna, and P. Seeto (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of Milne Bay Province, Papua New Guinea – Survey 2 (2000). Rapid Assessment Program Bulletin of Biological Assessment Number 29. Washington, DC: Conservation International. Pp. 56–74.
- ESCAP 2003. Integrating Environmental Considerations in Economic Decision Making Processes Synthesis B Modalities for Environmental Assessment-Pacific Islands Subregion Pacific Island case studies. Mining activities in New Caledonia. (*Unpublished*) http://www.unescap.org/drpad/vc/conference/bg_nc_147_man.htm
- Gabriel C., G. Allen, F. Bouillere, A. Downer, C. Garrigue, H. Géaux, M. Hannecart, J.B. Herrenschmidt, D. Ody, M. Petit, M. Pichon, F. Seguin, S. Virly, H. You. 2007. Evaluation rapide de la biodiversité et du contexte socio-economique de la zone marine du Diahot-Balabio (Province nord de Nouvelle-Calédonie) Coral Reef Initiatives for the South Pacific. Nouméa, Nouvelle Calédonie.
- Labrosse P., Y. Letourner, M. Kulbicki, and J. Paddon 2000. Fish stock assessment of the northern New Caledonian lagoons: 3- Fishing pressure, potential yields and impact on management options. *Aquatic Living Resources* 13(2) 91–98.
- Lovell, E., H. Sykes, M. Deiye, L. Wantiez, C. Garrigue, S. Virly, J. Samuelu, A. Solofa, T. Poulasi, K. Pakoa, A. Sabetian, D. Afzal, A. Hughes and R. Sulu. 2004. Status of Coral Reefs in the South West Pacific: Fiji, Nauru, New Caledonia, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu and Vanuatu. In: C. Wilkinson (eds.). Status of coral reefs of the world Volume 2. Townsville, Queensland: Australian Institute of Marine Science, Pp. 337–362.
- McKenna, S.A., N. Baillon, H. Blaffart, and G. Abrusci (eds.). 2006. Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, Province Nord, Nouvelle Calédonie Nombre 42. Bulletin PER d'évaluation biologique Conservation International. Washington, DC.
- Peters E.C., J.C. Halas, and H.B. McCarty. (1986). Calicoblastic neoplasms in *Acropora palmata* with a review of reports on anomalies of growth and form in corals. *Journal of National Cancer Institute* 76:895–912.
- Sulu, R., R. Cumming, L. Wantiez, L. Kumar, A. Mulipola, M. Lober, S. Sauni, T. Poulasi, and K. Pakoa. 2002. Status of Coral Reefs in the Southwest Pacific Region:

- Fiji, Nauru, New Caledonia, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu, and Vanuatu. *In*: C.R. Wilkinson (ed.). Status of coral reefs of the world. Global Coral Reef Monitoring Network Report. Australian Institute of Marine Science, Townsville. Pp. 181–201.
- Sutherland, K.P., J.W. Porter, and C. Torres 2004. Disease and immunity in Caribbean and Indo-pacific zooxanthellae corals. *Marine Ecology Progress Series* 266:273–302.
- Tupper, M., A. Tewfik, M.K. Tan, S.L. Tan, L.H. Teh, M.J. Radius, and S. Abdullah. 2008. ReefBase: A Global Information System on Coral Reefs. Website: <http://reefgis.reefbase.org/default.aspx>
- UNEP and WCMC. 2006. Coral disease mapping site. Web site: <http://www.unep-wcmc.org/GIS/coraldis/searchForm.cfm>
- Wells, S. 1997. Giant clams: Status, Trade and Mariculture and the role of CITES in management. IUCN. Cambridge, United Kingdom
- Willis, B.L., C.A. Page, and A. Dindsadale. 2004. Coral Disease on the Great Barrier Reef (2004) Coral Disease on the Great Barrier Reef. *In*: Rosenberg, E. and Y. Loya (eds). *Coral health and Disease*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Pp. 69–102.

Chapter 6

Breeding seabirds of conservation interest

Julien Baudat-Franceschi, Jérôme Spaggiari and
Nicolas Barré

SUMMARY

- Among the thirteen seabird and three coastal species studied, the number of species confirmed to be breeding ranged from one to five species per site for the 28 sites sampled. (see Table 6.1). In total, 12 species were observed as confirmed breeding.
- A new breeding species for the area, the Beach Thick-Knee (*Esacus magnirostris*) was observed (one to two pairs).
- Two lagoon marine Important Bird Areas (IBAs) were identified that included the main breeding area in New Caledonia (about a hundred pairs) for a highly endangered subspecies of Fairy Tern (*Sterna nereis exsul*). Previously, only about 20 pairs had been recorded in New Caledonia.
- A relict population of an endemic subspecies of Island Thrush (*Turdus poliocephalus xanthopus*) was rediscovered on Yandé Island. This subspecies is considered extinct from Grande Terre and had not been observed for 30 years.
- Several first or new reports were recorded during the survey. These included: nine new colonies of Wedge-tailed Shearwaters (*Puffinus pacificus chlororhynchos*); two new nesting sites of Tahiti Petrels (*Pseudobulweria rostrata trouessarti*); confirmation of the presence on Carrey Islet of the only colony of Brown Boobies (*Sula leucogaster plotus*) on the New Caledonian lagoon and of the only two pairs of Masked Boobies (*Sula dactylatra personata*); and the first census of the population of Australian Ospreys (*Pandion haliaetus cristatus*) in the area.
- Several recommendations are made based on our findings. These include the implementation of participatory management plans on the IBAs of Koumac and Yandé Island in collaboration with local institutions and communities, management of human frequentation to ensure protection of seabirds' breeding sites and eradication or at least control of introduced predators. Additionally, a monitoring component of seabirds' populations and a specific study with the aim of preserving the last Caledonian population of Island Thrushes should be included. Recommended actions include local ecotourism-based development and creation of a small natural reserves network. For Yandé Island, the latter action should be implemented in synergy with the inscription on the UNESCO World Heritage list.

INTRODUCTION

This chapter focuses on the conservation challenges facing breeding seabirds in the survey area. Additionally, information is included on two terrestrial birds of interest. While seabirds are endothermic species living outside of the water and breeding on land, they are indissociable from seas and oceans. Most tropical species using the islets of a lagoon to breed depend on coral reefs for food. These birds form a singular community of organisms that is dependent on the marine environment and is easy to survey. As a community of species consuming a large

spectrum of marine organisms, seabirds are good biological indicators of the health status of trophic networks. Moreover, the lagoon islets sometimes serve as a refuge for endangered terrestrial species from Grande Terre. Therefore, they represent good opportunities for implementation of conservation and/or ecological restoration actions.

The survey area covered by this Rapid Assessment Program (RAP) includes two Important Bird Areas (IBA) (Spaggiari et al. 2007b), identified after a survey by the Société calédonienne d'ornithologie (SCO) (Baudat-Franceschi 2006) mandated by Province Nord. Most of the information presented here comes from that survey with added important data collected during the RAP and monitoring activities by SCO since May 2006.

MATERIAL AND METHODS

The ornithological heritage value of an area is rapidly assessed using standard methods that are specifically adapted to the ecological characteristics of species, the surfaces of survey areas, and the type of ecosystems (Bibby et al. 2000).

For coastal and marine species, we assessed the terrestrial breeding sites by surveying the islets at the relevant period in order to document any sign of breeding, the presence of feeding, gathering and/or dispersion areas on sea. On land, all observed individuals are recorded using a pair of binoculars and/or a telescope. Once a colony is discovered, the counting unit is a full nest, except for the Wedge-tailed Shearwater for which the counting unit is an occupied burrow. Small colonies (< 500 nests) are exhaustively inventoried. Large colonies (> 500 nests) are sampled using 4m-wide transects (Burger and Lawrence 2003). This is a standard inventory method for diurnal tropical seabirds nesting above ground (e.g. *Sternidae*) which represent the majority of seabirds in the survey area. For nocturnal species nesting below ground, mainly the Wedge-tailed Shearwaters, Pandolfi-Benoît and Bretagnolle (2002) recommend the same method. However, the Tahiti Petrel is surveyed using the nocturnal point count method (Bretagnolle 2001; Spaggiari and Barré 2004; Delelis et al. 2007).

As the survey was done outside of the breeding period of the Australian Osprey, its numbers were estimated based on the number of recorded sites, with a maximum of three sites per pair (Thibault et al. 2001). On sea, due to logistical constraints, observations were mainly opportunistic but all field trips were valued for that purpose. Counting for ten minutes every hour on a 300-meter segment on one side of the boat was done occasionally (Tasker et al. 1984, as cited in Gibbons et al. 2002).

The breeding status of species was assessed based on collection of breeding signs in order to classify the species into four categories (Yeatman-Berthelot and Jarry 1995): confirmed breeding (NC), probable breeding (NP), possible breeding (Np) and non breeding (NR).

Terrestrial species were sampled opportunistically by listening to calls and by direct observation to provide only a qualitative result (presence *vs.* absence). In accordance with the request from Province Nord, the main objective was to search for rare species that may have found a refuge on these islands rather than to assess communities of terrestrial birds. All terrestrial species found in the area are not presented here as data are not exhaustive. Local communities were interviewed using illustrated field guides.

Migratory species are excluded from this study. New Caledonia is a secondary migration route and there is no site in the area with significant gatherings of migratory birds. Regular occurrence of some species during migration passages is of local interest, but does not represent a strong heritage issue.

RESULTS

Table 6.1 summarizes data for each seabird and coastal species. Names are from Barré et al. (2007). Observations on breeding seabirds and coastal birds known to occur in the area are highlighted below. Additionally notes on terrestrial birds of interest known to occur in the area are provided.

Breeding seabirds

Thirteen species form the community of seabirds in the study area. The *Sternidae* (7 species) are classified in this category as none of the species occurring in New Caledonia depends on freshwater for food. Due to their high numbers, populations of *Sternidae* are of considerable interest.

Observations on several marine species of global conservation interest have been made. The White-throated Storm-Petrel (*Nesofregata fuliginosa*) classified as Vulnerable (VU) by the International Union for Conservation of Nature (IUCN 2008) had been only observed on Table Islet between 1997 and 1998 in numbers between 3 and 30 pairs (Pandolfi-Benoît 1997; Bretagnolle, pers. com.). No individual or indication of breeding has been recorded since, but this species is difficult to see in its breeding sites. However, it has been observed on sea, off the coast of the study area in April 2007 (Broodie-Good 2007).

The Fairy Tern (*Sterna nereis exsul*), recently classified as Vulnerable (VU) by the IUCN, is the most fragile bird species of the New Caledonian lagoon. The 70 to 90 pairs breeding in the study area form the only viable population presently known in the country and represent more than 1% of the biogeographical population for this species that are known from Australia with 3,000 breeding pairs. The Roseate Tern (*Sterna dougallii bangsi*) has an estimated population of 500 pairs in the area which represents about 10% of its known population in New Caledonia and more than 1% of its biogeographical population.

The Wedge-tailed Shearwater (*Puffinus pacificus chlororhynchus*) is the most abundant seabird in the area (> 36,000 pairs) as well as in New Caledonia. The colony located on

Table 6.1. Breeding seabirds and coastal bird species observed by site.

	<i>Pseudobulweria rostrata</i> <i>trouessarti</i>	<i>Nesofregatta fuliginosa</i>	<i>Puffinus pacificus</i> <i>chlororhynchus</i>	<i>Sula dactylatra</i> <i>personata</i>	<i>Sula leucogaster</i> <i>plotus</i>	<i>Egretta sacra</i> <i>alboinerea</i>	<i>Pandion haliaetus</i> <i>crissatus</i>	<i>Esacus magnirostris</i>	<i>Larus novaehollandiae</i> <i>forsteri</i>	<i>Sterna bergii</i> <i>crissata</i>	<i>Sterna dougalli</i> <i>bangsi</i>	<i>Sterna sumatrana</i>	<i>Sterna nereis</i> <i>exsul</i>	<i>Sterna anaethetus</i>	<i>Anous stolidus</i> <i>plebeus</i>	<i>Anous minutus</i>	# confirmed breeding sp.	# potential breeding sp. (NC + NP + Mp)	# observed species (islet + associated marine area)
Islets < 45 ha																			
Tiam'bouène	1		11,520		x	NP	1	x	NP	NP	102	31	Np	NP			5	9	10
Carey	x		x	2	87				x	NP	395	NP	3	x	Np	x	4	7	12
Double			4,000		x	NP	1	NP	1	NP		NP	47 - 70	x			4	5	9
Pouh			500		x	NP			x	60		NP	5 - 20	1			4	5	7
Yan'dagouet			3,000	x	x	NP			1	80-100		NP	2 - 20	NP			4	6	8
La Table		Np	500		x	1	1		NP	x		NP	x	NP			2	6	9
Pionne			8,925		x	NP	1		NP	x							2	3	5
Kendec			x		x	x			x	x	5	10	x	NP			2	3	8
Ouanne			2,880		x	NP	1		NP	x		x		x			1	3	7
Yava			4,248			NP	x		x	x							1	1	4
Ti'Ac						NP	1		x	x							1	1	3
Goonghu						NP	1	x	x	x							1	1	4
Nana						NP	1	NP	x	x		NP		NP			1	3	5
Fwa Tiixia (opp. Nendialé Isl.)						NP	1										1	1	1
Pu i Agan Alo (opp. Tié Isl.)						NP	1										1	1	1
Mouac			NC non quantifié			NP	1			x							2	2	3
Yoyoé			x			NP	1			x							1	1	3
Paao			x			NP	1			x							1	1	3
Ti Tienghène						NP				x							0	0	1
Tangadiou			x			x	x		x	x			x	Np			0	1	5
Magone			x			x	x		NP	x							0	1	4
Islands > 45 ha																			
Yandé	1		NP		x	NP	2		NP	x							2	4	6
Néba			NP		x	NP	3	x	NP	x							1	3	6
Tié					x	NP	1			x							1	1	3
Yenghebane					x	NP	2		NP	x							1	2	4
TOTAL COUPLES	1		35,573	2	87	1	21	0	2	60	502	41	70 - 90	1	0	0			
NC																			

NC: Confirmed Breeding / NP: Probable Breeding / Np: Possible Breeding / x: Presence without signs of reproduction
 Figures indicate the number of recorded breeding couples

Tiam'bouène Islet consists of more than 10.000 breeding pairs. Two other species of breeding seabirds noted in the survey area are of local conservation interest. The colony of Brown Boobies (*Sula leucogaster plotus*) of Carrey Islet (about a hundred pairs) is the only known colony in the New Caledonian lagoon. This is also the case for the two pairs of Masked Boobies (*Sula dactylatra personata*).

Breeding coastal birds

Three species are considered coastal as they exploit only the coasts of Grande Terre and the islets. These species are not strictly dependent on sea water for food as they frequently fly up the lower courses of rivers and/or use brackish waters especially in mangroves.

The Beach Thick-Knee (*Esacus magnirostris*), classified Near-Threatened (NT) by IUCN, is a species of local or even regional interest. It was only confirmed recently as a breeding species in New Caledonia (Baudat-Franceschi, 2006). Among the six confirmed pairs, all are found in Province Nord and one to two pairs are found in the survey area (Double and Nana Islets).

The population of Australian Ospreys (*Pandion haliaetus cristatus*), estimated at 21 pairs at least, is of local interest as it represents about 8% of the New Caledonian population, currently estimated at 250 pairs (Bretagnolle et al. 2001).

An abundant and common species in New Caledonia, the Reef Egret (*Egretta sacra albolineata*) should be added. It is observed on a daily basis and its breeding is confirmed in the area but the numbers of breeding pairs are not documented.

Terrestrial birds

Only one terrestrial species of conservation interest was documented in the survey area. A relict population of the endemic subspecies of the Island Thrush (*Turdus poliocephalus xanthopus*) was rediscovered (8 individuals) on Yandé Island after 25 years (Baudat-Franceschi 2006; Barré et al. 2007). This population was initially discovered by Naurois (1982), who estimated it at 300 individuals.

Also noteworthy is the observation on six occasions in the Koumac area of the subspecies of Peregrine Falcon (*Flaco peregrinus nesiotus*) searching for food. This subspecies is of local or even regional interest.

DISCUSSION

The survey area included 25 out of the 179 islands and islets of Province Nord. The three districts of Bélep (71 islets), Poum (42 islets) and Koumac (13 islets) comprised, in total, 70% of the islands and islets of Province Nord. Biodiversity of these micro island ecosystems adds to the marine biodiversity *stricto sensu* of the survey area (see other chapters) and significantly increase the global heritage value of the area. The micro island ecosystems form terrestrial enclaves that are ecologically singular, diverse and interesting in many ways. These include the presence of terrestrial plant and

animal communities in an isolated state; potential refuge for endangered animal and plant species from Grande Terre, and presence of associated coral formations that are often well-preserved (fringing reefs of rocky islands, small atolls surrounding sandy islets). These islets constitute favorable management units for implementing conservation programs thanks to their small to medium size, the diversity of their habitats, their isolation and nonetheless a relatively easy accessibility, and limited human settlements.

These ecosystems play a crucial role for seabirds and coastal bird species as they provide terrestrial areas for breeding sites with less pressure from predators and less disturbance owing to their relative isolation. Additionally, there are high-quality marine feeding areas in the immediate vicinity (lagoons, atolls, fringing and barrier reefs).

Two areas qualify as Important Bird Areas within the RAP survey area (Spaggiari et al. 2007b). These include the Koumac area and Yandé Island (Figure 6.1). In the Koumac area, 14 out of the 19 islets of the IBA are found in the RAP survey area. Priority sites, based on diversity of species, presence of endangered species, and/or important numbers include Tiam'bouène, Carrey, Double, Pouh, Yan'dagouet and Table (Table 6.1). Management recommendations are to implement monitoring protocols for seabirds' populations, to eradicate invasive species (introduced predators are a priority), and to manage human frequentation (especially near *Sternidae* colonies). The latter two are recognized as major threats on seabirds' breeding sites (Burger et Gochfeld 1994).

With support from the Packard Foundation, SCO and various partners are currently working on eradication of rodents on the islets of this IBA. Mitigation of the impacts from human frequentation can be achieved in several ways. These include temporarily restricting access to the breeding colonies of *Sternidae* depending on their yearly location, raising awareness among visitors, and channeling the flow of sailors to lower-value sites. If accepted by the majority of local populations, a seasonal prohibition of disembarkation on the high conservation value islets, with appropriate enforcement, could be highly effective. All these actions should lead to a concerted effort with local stakeholders to develop a management plan for the area, which could include the concerted creation of a network of small natural reserves on these islets, to include part or all of the relevant sites.

The second IBA is Yandé Island. This 1,300 ha island, inhabited only by a few families (about 30 people), has an interesting diversity of landscapes. It is surrounded by a healthy reef with a high level of species richness (see other chapters). This island has the only known relict population of a subspecies endemic to Grande Terre of the Island Thrush *Turdus poliocephalus xanthopus*. There is an urgent need for a comprehensive assessment of the present individuals as well as the status of their habitat (characteristics and cartography). The habitat appears to be comprised of dry forest remnants (the most threatened terrestrial ecosystem in New Caledonia) that are more or less degraded and modified

by man, as well as some riparian forests isolated in the *maquis minier* (mining shrub). Eradication or at least control of introduced predators should be urgently done, especially for cats *Felis catus* and rats *Rattus* sp. that have well-known adverse impacts and numerous populations on the island. While the Island Thrush is not threatened in its distribution area (BirdLife 2004), this endemic subspecies can be considered as a very nearly-extinct taxon of the New Caledonian avifauna, as the unique population is very low and located in an unmanaged area. Its taxonomic status needs to be defined using modern methods (genetics). De Naurois (1982) recognizes three subspecies endemic to New Caledonia based on biometric criteria: two species are considered extinct and were endemic to the Loyalty Islands (Lifou and Maré) while the other species had not been seen on Grande Terre since the 1960s (Barré and Dutson 2000; Barré et al. 2007) and would therefore only exist on Yandé.

The small population of Tahiti Petrels, a Near-Threatened (NT) endemic subspecies, should be accurately assessed as this island is covered by *maquis minier*, a biotope identified as favorable to this species on Grande Terre (Spaggiari and Barré 2004; Delelis et al. 2007). Evaluating the response of populations of this species to the eradication or control of existing introduced predators, such as the cat (*Felis catus*), the pig (*Sus scrofa*) and the rat (*Rattus* sp.), would help to better understand its conservation status at the scale of Grande Terre. This would help develop protection measures for this species' breeding sites in New Caledonia, in addition to the ongoing work to reduce high mortality rates as a result of collision caused by lights (Delelis et al. 2007). It

should be noted that this seabird faces the impact of introduced predators on its entire distribution area which only includes Pacific Ocean islands.

CONSERVATION RECOMMENDATIONS

Yandé Island and the Koumac sector are two important bird areas (IBA). Since 2008 the Yandé Island is included in the World Heritage site. The Koumac sector, bordering the area registered to UNESCO sites, should be placed under a concerted management for its islets, including regulation of human frequentation and eradication of introduced predators. Concerted creation of a network of small natural reserves protecting the richest islets would be appropriate. The Yandé Island could form an integrated conservation project including control and/or eradication of introduced predators, monitoring of populations of Island Thrushes and Tahiti Petrels, restoration of the dry forest ecosystem, and development of local ecotourism (diving, hiking and home stays). Eradication and/or control of introduced species are urgent environmental measures in New Caledonia (Beauvais et al. 2006). Development, in collaboration with local stakeholders (province, mayors' offices, customary authorities, etc.), of participatory management plans is an essential preliminary step to ensure the long term success of potential conservation programs.

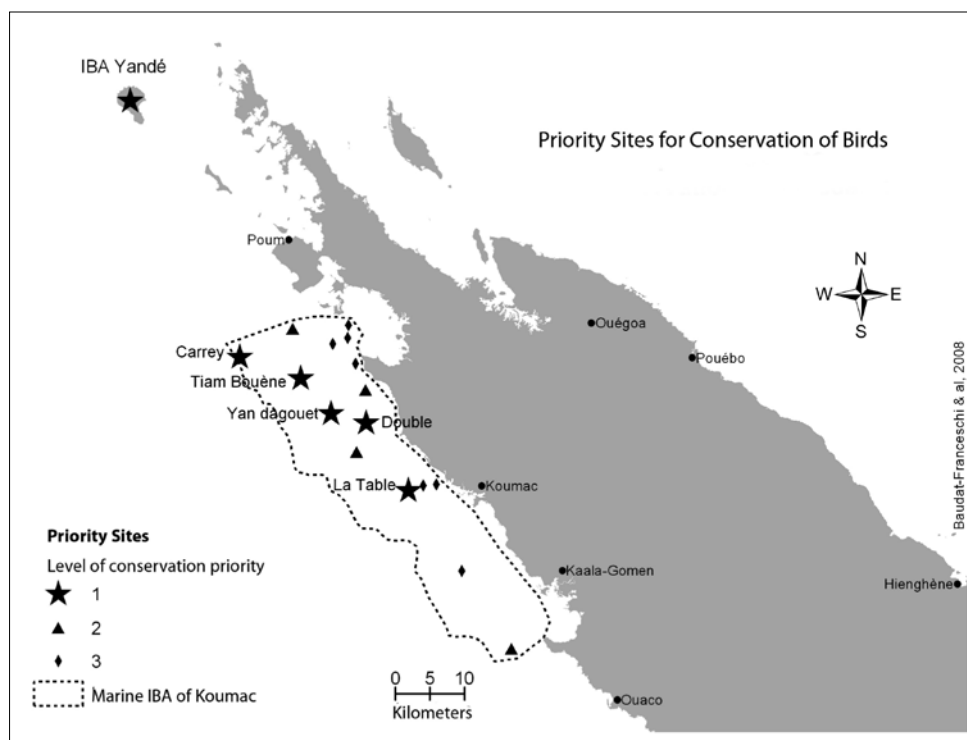


Figure 6.1. Map of priority sites for the conservation of birds in the survey area.

REFERENCES

- Barré, N. and G. Dutson. 2000. Liste commentée des oiseaux de Nouvelle Calédonie. Supplément à la revue *Alauda* 68(3): 49.
- Barré, N., J. Baudat-Franceschi, J. Spaggiari, V. Chartendrault, P. Bachy, F. Desmoulins, and J. Guhring. 2007. Second complément à la liste des oiseaux de Nouvelle-Calédonie. *Alauda* 75(2): 129–144.
- Baudat-Franceschi, J. 2006. Oiseaux marins et côtiers nicheurs en province Nord: évaluation des populations, enjeux de conservation. SCO, Province Nord, Nouvelle Calédonie.
- Beauvais, M.L., A. Coléno, and H. Jourdan (eds). 2006. Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien: un risque environnemental et économique majeur. IRD Editions. Paris.
- Bibby C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill, and S.H. Mustoe. 2000. Bird census techniques. 2nd edition. Academic Press. San Diego, CA.
- BirdLife International. 2004. Threatened Birds of the World. CD-ROM. Cambridge, UK.
- Bretagnolle, V. 2001. Le pétrel de la chaîne *Pterodroma (leucoptera) caledonica*: statut et menaces. Province Sud, Nouvelle Calédonie.
- Bretagnolle V., M. Pandolfi, V. Lecoq, and J. Broudis-sou. 2001. Le Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus* en Nouvelle-Calédonie: effectif, répartition et menaces. *Alauda* 69(4): 491–501.
- Broodie-Good, 2007. The Western Pacific Odyssey 2007. Web site: <http://www.wildwings.co.uk/wpotrip.html>.
- Burger J., and Gochfeld M. 1994. Predation and effects of humans on island-nesting seabirds, *in*: Nettleship, D.N. *et al.* (Ed.). Seabirds on Islands: threats, case studies and action plans. Proceedings of the Seabird Specialist Group Workshop held at the XX World Conference of the International Council for Bird Preservation, University of Waikato, Hamilton, New Zealand, 19–20 November 1990. Birdlife Conservation Series, 1. Pp. 39–67.
- Burger, A.E., and A.D. Lawrence. 2003. Seabird monitoring handbook for Seychelles. Suggested methods for censusing seabirds and monitoring their breeding performance. 2nd edition. Nature Seychelles. Mahe, *Seychelles*.
- Delelis, N., N. Barré, and V. Chartendrault. 2007. Oiseaux menacés du massif de Koniombo. IAC/SCO.
- Gibbons, D.W., D. Hill, and W.J. Sutherland. 2002. Birds. *In*: Sutherland, W.J. (ed.). Ecological census techniques, a handbook. Cambridge University Press. Pp. 227–259.
- IUCN. 2008. IUCN Red List of Treated Species. Web site: <http://www.iucnredlist.org>.
- Naurois, de R. 1982. Sur le statut présent et passé des Merles (*Turdus poliocephalus*) de Nouvelle-Calédonie. *ORFO*. 52: 153–170.
- Pandolfi-Benoît, M. 1997. Compte rendu des missions en province Nord du 8 juillet et du 2 septembre 1997. DRN Province Sud.
- Pandolfi-Benoît, M. and V. Bretagnolle. 2002. Seabirds of the southern lagoon of New Caledonia: distribution, abundance, breeding biology and threats. *Waterbirds*. 25: 202–213.
- Spaggiari, J. and N. Barré. 2004. Inventaire complémentaire des sites de reproduction du Pétrel de Tahiti *Pseudo-bulweria rostrata trouessarti* sur le massif du Koniombo. SCO/IAC/Falconbridge.
- Spaggiari, J., N. Barré, J. Baudat-Franceschi, and P. Borsa. 2007a. New Caledonian seabirds. *In*: Payri, C.E. and B. Richer de Forges. (eds). Compendium of marine species of New Caledonia, Doc. Sci. Tech. II7. Seconde édition. IRD Nouméa. Pp. 415–428.
- Spaggiari, J., V. Chartendrault, and N. Barré. 2007b. Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de Nouvelle-Calédonie. SCO/BirdLife International.
- Thibault, J.C., V. Bretagnolle and J.M. Dominici. 2001. Le Balbuzard pêcheur en Corse: du martyr au symbole de protection de la Nature. Editions Alain Piazzola.
- Yeatman-Berthelot, D. and G. Jarry. 1995. Codification des indices de reproduction. *In*: Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France 1985–1989. Société Ornithologique de France. P. 16.

**Programme d'évaluation rapide
Bulletin PER d'évaluation biologique**

**Evaluation rapide de la
biodiversité marine des récifs
coralliens du lagon Nord-ouest
entre Koumac et Yandé, province
Nord, Nouvelle-Calédonie**

Edité par
Sheila A. McKenna, Nathalie Baillon et
Jérôme Spaggiari



RAP
Bulletin
of Biological
Assessment
53

CENTER FOR APPLIED BIODIVERSITY SCIENCE
(CABS)

CONSERVATION INTERNATIONAL –
PROGRAMME OCEANIE

DIRECTION DU DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE
ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PROVINCE NORD

INITIATIVES CORAIL POUR LE PACIFIQUE (CRISP)

PROGRAMME REGIONAL OCEANIE POUR
L'ENVIRONNEMENT (PROE)

Le Bulletin PER d'évaluation biologique est publié par :
Le Centre pour les sciences appliquées à la biodiversité - CABS
Conservation International
2011 Crystal Drive, Suite 500
Arlington, VA 22202
Etats-Unis d'Amérique

Téléphone : (+1) 703-341-2400
www.conservation.org

Editeurs: Sheila A. McKenna, Nathalie Baillon et Jérôme Spaggiari
Conception: Glenda Fabregas
Carte: [ALMEC] (carte de base) Debra Fischman

Conservation International est un organisme à but non lucratif, exempt d'impôts fédéraux sur le revenu d'après la section 501 c (3) de la réglementation fiscale.

ISBN 978-1-934151-33-4
©2009 par Conservation International
Tous droits réservés.

Les entités géographiques nommées dans cette publication, et les informations qui y sont présentées ne représentent pas obligatoirement l'opinion de Conservation International ni celle des organisations soutenant CI, en particulier cela concerne le statut légal de tout pays, territoire ou zone, celui de ses autorités ou la délimitation de leurs frontières ou limites géographiques.

Toute opinion exprimée dans le Bulletin PER d'évaluation biologique est celle du ou des auteurs et ne reflète pas nécessairement celle de CI.



Imprimé sur du papier recyclé.

Le Bulletin PER d'Evaluation Biologique était auparavant connu sous le nom de Dossiers de travail PER. Les numéros 1 à 12 de cette série sont publiés sous cet ancien nom.

Citation suggérée: McKenna S.A., Baillon N. et Spaggiari, J. (2009). Evaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du lagon Nord-ouest entre Koumac et Yandé, province Nord, Nouvelle-Calédonie. RAP Bulletin of Biological Assessment 53. Conservation International, Arlington, VA, USA.

Photographies de couverture:

Coraux durs © Roger Grace

La Sterne néréis (*Sterna nereis exul*) a récemment été ajoutée au groupe des oiseaux vulnérables de la liste rouge des espèces globalement vulnérables. En Nouvelle-Calédonie, cette petite sterne blanche est la plus menacée des espèces reproductrices connues et s'avère particulièrement sensible aux conditions climatiques sévères et aux perturbations humaines. © Nicolas Barré

Table des Matieres

Coordonnées des auteurs	78	Annexe 1	147
Présentation et coordonnées des organisations partenaires du projet	79	Espèces de coraux des récifs observées au lagon du nord- ouest de Grande Terre en Nouvelle Calédonie	
Remerciements	82	<i>Doug Fenner et Paul Muir</i>	
Résumé	83	Annexe 2	158
Chapitre 1	92	Liste des espèces de poissons récifaux identifiés sur tous les sites	
Coraux des récifs du lagon Nord-ouest de la Grande-Terre de Nouvelle-Calédonie		<i>Vince C. Kerr</i>	
<i>Douglas Fenner et Paul Muir</i>		Annexe 3.....	177
Chapitre 2.....	109	Liste des espèces d'invertébrées	
Diversité des poissons des récifs coralliens du lagon Nord- ouest de la de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie		<i>Caroline Vieux</i>	
<i>Vince Kerr</i>		Annexe 4	178
Chapitre 3.....	117	Recouvrement benthique moyen (exprimé en pourcentage) des différents sites recifaux étudiées dans le lagon Nord- ouest (Yandé à Koumac)	
Evaluation des espèces d'invertébrés marins ciblées		In memoriam.....	182
<i>Caroline Vieux</i>		Henri Blaffart	
Chapitre 4	123		
Évaluation des stocks de poissons ciblés du lagon nord-ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie			
<i>Roger Grace</i>			
Chapitre 5	130		
État des récifs coralliens du lagon Nord-ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie			
<i>Sheila A. McKenna</i>			
Chapitre 6.....	140		
Oiseaux nicheurs d'intérêt pour la conservation			
<i>J Baudat-Franceschi, J Spaggiari et N Barré</i>			

Coordonnées des auteurs

Nicolas Barré, Ph. D.

Président de la Société calédonienne d'ornithologie - SCO
BP 3135
98846 Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie
Email: barre@iac.nc

Julien Baudat-Franceschi, MSc

Chargé de mission «restauration des populations d'oiseaux marins»
Seabird restoration project officer
Société calédonienne d'ornithologie - SCO
Antenne Nord
BP 1116
98860 Koné
Nouvelle - Calédonie
Email: julien.bf.sco@gmail.com

Douglas Fenner, Ph. D.

Coral Reef Monitoring Ecologist
Department of Marine and Wildlife Resources
American Samoa
PO Box 3730
Pago Pago, AS 96799
USA
Telephone: 684 633 4456
Email: douglasfenner@yahoo.com

Roger Grace, Ph.D.

Postal Distribution Centre
Leigh, Auckland
New Zealand
Telephone: 649 425 5099
Email: gracer@xtra.co.nz

Vince Kerr

Northland Conservancy
Department of Conservation
PO Box 842, Whangarei 0140
New Zealand
Email: vkerr@doc.govt.nz

Sheila A. McKenna, Ph. D.

Marine Ecologist
49 Railway Trail
Warwick, WK09
Bermuda
Telephone: 441 232 4818
Email: sheilamckenna@yahoo.com

Paul Muir, Ph. D.

Research Assistant
Museum of Tropical Queensland
78-104 Flinders St
Townsville QLD 4810 Australia
Telephone: 07 47 260 642
Fax: 07 47 212 093
Email: paularwen@gmail.com

Arwen Ricket, MSc

PO Box 2447
Lot 8, Crocodile Creek Rd
Cape Cleveland 4816
Queensland, Australia
Email: paularwen@gmail.com

Jérôme Spaggiari, MSc

Chargé du programme néo-calédonien
Conservation International
Programme océanien - 69, avenue Koenig - Rivière Salée
BP 3135 - 98 846 Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie
Telephone and fax 687 44 23 22
Email : jspaggiari@conservation.org

Caroline Vieux, MSc

Coral Reef Management Officer
Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme (SPREP)
PO Box 240, Apia, Samoa
Telephone: 685 21929
Fax: 685 20231
Email: carolinev@sprep.org

Présentation et coordonnées des organisations partenaires du projet

CONSERVATION INTERNATIONAL

Conservation International (CI) est une organisation internationale à but non lucratif, basée à Arlington, Virginia. L'activité de CI consiste à préserver l'héritage naturel de la Terre afin que les générations futures prospèrent spirituellement, culturellement et économiquement. Notre mission est de conserver la diversité biologique et les processus écologiques qui sont nécessaires au maintien de la vie sur Terre et de démontrer que les sociétés humaines sont capables de vivre en harmonie avec la nature.

Siège
2011 Crystal Drive, Suite 500
Arlington VA 22202
USA
(703) 341-2400(téléphone)
www.conservation.org

Programme océanien
PO Box 2035
Apia
Samoa

Bureau de Nouvelle-Calédonie
69, avenue Koenig - Rivière Salée
BP 3135
98846 Nouméa cedex
+687 442322
Nouvelle-Calédonie

DIRECTION DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT – DDE-E

La DDEE a pour mission de structurer et d'accompagner le développement de l'économie de la province Nord, tout en respectant et en valorisant l'environnement, pris en compte dès la conception et le montage des projets. Elle accompagne les projets de développement local en cohérence avec la mise en place des projets structurants, leur apporte un appui technique, étudie les demandes de soutien financier, élabore et met en place une réglementation adaptée. Au sein de la DDEE, le service de l'Aquaculture et des Pêches est chargé de la mise en œuvre de la politique provinciale dans les domaines de l'aquaculture et de la pêche. Il intervient également en appui au Service Environnement dans la gestion des ressources marines. Le service de l'Environnement, basé à la DDEE, assure une mission transversale de coordination au sein de la

Province et de mise en œuvre des actions en faveur de l'environnement et des mesures visant à assurer la protection du patrimoine naturel.

DDE-E
Hôtel de la province Nord
BP 41
98860 Koonhè
Nouvelle-Calédonie
+687 477239
dde-sap@province-nord.nc

INITIATIVE POUR LA PROTECTION ET LA GESTION DES RÉCIFS CORALLIENS DANS LE PACIFIQUE (CORAL REEF INITIATIVES FOR THE PACIFIC – CRISP)

L'Initiative pour la protection et la gestion des récifs coralliens dans le Pacifique (CRISP) est un programme de 5 ans qui a pour but d'associer des réseaux intersectoriels, des projets de terrain locaux et des objectifs de conservation et de développement économique ainsi que la recherche, la gestion et le développement; d'intégrer les contributions de différentes disciplines scientifiques - biologie, écologie, géographie, économie, sociologie, droit et anthropologie; d'agir dans tous les domaines – terrestre et marin- ayant une influence sur les récifs notamment dans la gestion des bassins versants et les modalités foncières, en évitant de créer une nouvelle structure et en optant à la place pour une mise à disposition des ressources financières auprès des partenaires déjà actifs qui expriment un intérêt pour le développement et la consolidation de leurs activités dans un esprit de coopération régionale. Afin d'atteindre ces objectifs, le programme est divisé en 3 volets pouvant être simplifiés ainsi: aires protégées marines, recherche sur les récifs coralliens et coordination. Ces volets sont mis en œuvre par des ONG internationales, des ONG locales, des agences gouvernementales, des instituts de recherche et des représentants du secteur privé. Tous les pays insulaires du Pacifique sont éligibles à la participation.

CRISP
Secrétariat général de la communauté du Pacifique
BPD5 98848
Nouméa
Nouvelle-Calédonie
+687 26 54 71
www.criponline.net

SECRETARIAT DU PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL REGIONAL DU PACIFIQUE SUD

Les êtres humains représentent l'élément le plus important des îles du Pacifique. Le bien-être humain est une valeur déterminante de tout le travail du Programme

environnemental régional du Pacifique Sud (SPREP). Le SPREP est une organisation régionale créée par des gouvernements et administrations de la région du Pacifique pour prendre soin de l'environnement de cette partie du monde. Il s'est développé à partir d'un petit programme, qui dans les années 80, était rattaché à la Commission du Pacifique Sud (CPS) pour devenir une grande organisation intergouvernementale de la région chargée de la protection et de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles. Il a son siège Apia (Samoa) et emploie un effectif de plus de 70 personnes. Le SPREP a reçu le mandat de promouvoir la coopération dans la région des îles du Pacifique et d'y assurer le développement durable au profit des générations actuelles et futures. Sa vision est d'assurer une meilleure capacité des habitants des îles du Pacifique à planifier, protéger, gérer et utiliser leur environnement pour un développement durable. Le SPREP s'attache exclusivement à maintenir l'intégrité des écosystèmes de la région des îles du Pacifique, afin de pouvoir, aujourd'hui comme demain, assurer la survie et la subsistance de sa population. L'organisation compte parmi ses membres 21 États insulaires du Pacifique et quatre pays ayant un intérêt direct dans la région. Deux programmes sont dirigés par le SPREP: le Programme des écosystèmes insulaires et Avenirs océaniques.

SPREP
Apia, Samoa
Tel: +685 21929
Fax: +685 20231
sprep@sprep.org
<http://www.sprep.org>

SOCIÉTÉ CALÉDONIENNE D'ORNITHOLOGIE – SCO

La Société Calédonienne d'Ornithologie (SCO) a été créée en 1965 pour répondre au besoin de réfléchir et d'échanger de l'information nécessaire à la protection de l'avifaune. Au cours de ces dernières quarante années ces objectifs se sont maintenus et renforcés. La SCO est, depuis 2001, partenaire affilié de BirdLife International.

Toutefois le domaine de la conservation des oiseaux suscite encore beaucoup de controverses. Ne serait-ce que parce que notre connaissance de l'avifaune des milieux tropicaux est globalement plutôt restreinte. C'est pourquoi la SCO s'est donnée comme mission principale d'améliorer la connaissance des oiseaux de Nouvelle-Calédonie. Notre association réalise ainsi des inventaires d'avifaune, des suivis spécifiques : Sterne néréis (Fairy tern), Puffin fouquet (Pacific Shearwater),... et entame en 2008 un suivi des populations d'oiseaux forestiers sur deux IBA (« Important Bird Areas » - Zones importantes pour la conservation des oiseaux) pilotes avec pour objectif de suivre leur évolution à long terme. Elle contribue également à l'évaluation du statut des oiseaux de Nouvelle-Calédonie pour le compte de l'UICN (Union mondiale pour la nature) et nourrit ainsi la « Liste rouge »

mondiale des espèces menacées, outil de référence pour la conservation de la biodiversité.

La SCO s'est également donnée pour mission de faire connaître le patrimoine avifaunistique exceptionnel et menacé de la Nouvelle-Calédonie dans le but de sensibiliser le plus largement possible à la nécessité de le préserver durablement. Elle organise des sorties d'initiation à l'ornithologie, participe à divers événements publics, fêtes, foires, pendant lesquels elle expose à tous les richesses de la biodiversité calédonienne.

Outre cet effort d'accumulation de connaissances et de sensibilisation du public, la SCO s'applique aussi, seule ou en partenariat, à protéger l'avifaune ainsi que les habitats dans lesquels vivent les oiseaux. Entre 2004 et 2007 elle a participé à l'identification des IBA de Nouvelle-Calédonie et ainsi contribué à enrichir un réseau de sites désormais reconnu à l'échelle du globe, comprenant plus de 10 000 zones. Forte de cette expérience, elle a construit de nouveaux partenariats locaux et travaille dorénavant à la conservation de ces sites. Elle a entamé en 2007, appuyée par les provinces Nord et Sud de Nouvelle-Calédonie, l'élaboration de plans de gestion participatifs pour deux IBA de la Grande Terre. Soutenue par la Fondation Packard, elle travaille à la restauration des colonies d'oiseaux marins, avec une première étape consistant en l'éradication des prédateurs introduits de deux IBA du lagon. Depuis 2007, elle focalise également ses efforts sur les pétrels et puffins, au travers de l'opération « SOS Pétrels » dont le premier objectif est le sauvetage des oiseaux échoués mais qui doit également, à moyen terme, proposer des mesures visant à limiter les menaces qui pèsent sur ces espèces.

En conclusion, la SCO apporte aussi souvent que possible son expertise et ses conseils afin que la préservation des oiseaux et de leurs habitats soit élevée au rang de priorité dans le domaine de la protection de l'environnement.

BP 3135
98846
Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie
www.sco.asso.nc/

ADECAL

L'ADECAL est une agence de développement économique fondée par l'ensemble des pouvoirs publics, avec la participation de la communauté d'affaires (compagnies consulaires, institutions financières, groupements d'entreprises...) Elle est, dans le cadre de ses missions, une interface, un espace de concertation et de coordination pour accompagner des actions et des projets nouveaux d'intérêt général. Elle est financée, à titre principal, par l'État, le Gouvernement de la Nouvelle Calédonie et les trois Provinces de la Nouvelle Calédonie.

L'ADECAL a pour mission de promouvoir les potentialités économiques de la Nouvelle Calédonie, de prospector les investisseurs internationaux, et de développer les exportations de produits et services calédoniens. Elle est également en charge des relations économiques extérieures et de la coopération régionale. Elle gère aussi le programme d'exploitation de la Zone Exclusive Économique (ZONECO).

Adecal
5 rue Guynemer - P.O. box 2384
Nouma Cedex - New Caledonia –
Phone (687) 24.90.77 - Fax (687) 24.90.87 - Email: adecal@offratel.nc

DÉPARTEMENT DE LA CONSERVATION DE LA NOUVELLE ZÉLANDE

Le Département de la conservation est l'organisation centrale du gouvernement en charge de la conservation de l'héritage naturel et historique de la Nouvelle Zélande, au nom et pour le bénéfice des néozélandais d'aujourd'hui et de demain. Sa mission est de "conserver l'héritage naturel et historique de la Nouvelle Zélande pour que tous puissent en profiter aujourd'hui et à l'avenir". Les responsabilités du département sont incarnées dans son nom Maori - Te Papa Atawhai; Te papa signifie une boîte ou un récipient (pour le taonga ou trésor) et atawhai l'acte de prendre soin, de préserver ou de s'occuper de quelque chose.

Conservation House - Whare Kaupapa Atawhai
18 - 32 Manners Street
Wellington 6011
Nouvelle Zélande

Cet inventaire marin a été cofinancé par Conservation International, la province Nord de la Nouvelle-Calédonie et l'Initiative corail pour le Pacifique à travers le Programme régional océanien pour l'environnement. Le Département de la conservation néo-zélandais a également contribué à cette étude par une contribution en nature. Au sein de ces structures nous souhaitons plus particulièrement remercier Sue Taei, François Martel, Lela Stanley et Pauline Johnston du programme océanien de CI, Nathalie Baillon du Service de la pêche et de l'aquaculture de la province Nord, Eric Clua du Programme CRISP et Dominique Benzakem du PROE ainsi que Chris Jenkins du DoC de Nouvelle-Zélande.

La gestion administrative et financière du projet a été assurée par l'Agence de développement économique de la Nouvelle-Calédonie et nous souhaitons remercier particulièrement Jean-Michel Arlie, Adrien Rivaton ainsi que Carole Païdjo.

Nous tenons à remercier ici toutes les personnes qui ont apporté une aide technique ou logistique sans laquelle cette étude ne serait pas ce qu'elle a été, nous pensons en particulier à Pierre-Philippe Avrons de la société Néo Iti à laquelle appartient Bambou Free, notre catamaran d'étude, Gwendal Guttin, Serge Andréfouët de l'Institut de recherche pour le développement, Jean-Paul Dupuis et son épouse de la capitainerie de Koumac, Nathaniel Cornuet, Jérôme Mazarot et Charles Poitili du Service de l'aquaculture et de la pêche de la province Nord, Jean-Jérôme Cassan du Service de l'environnement de la province Nord, Christophe Lenoir et Barbara Bouchard du Koumac Scuba Club, Philippe Boulay de Marine Corail, Laurent Thomas du Centre de secours Lucien Parent de Nouméa ainsi que bien-sûr Tim Adams, Thomas Avrons, Pierre Boblin, Guénolé Bouvet, Susan Bruce, Lindsay Chapman, Mike Donoghue, Kim Friedman, Marc Gondard, Isabelle Jollit, Angela Kirkman, Kévin Leuleu, Sylvia Pinca, Anne-Sophie Pidancier, Zoé Richards et Graig Syms.

Bien sûr nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à Fanja Andriamialisoa qui a traduit ce bulletin en français.

INTRODUCTION

Dans ce résumé, le programme d'évaluation rapide de Conservation International et la Nouvelle-Calédonie sont brièvement présentés ; des informations générales concernant l'inscription des lagons de Nouvelle-Calédonie sur la liste des sites du Patrimoine mondial de l'Humanité sont données. Les communes de Poum et de Koumac, adjacentes aux sites étudiés, sont présentées. Les sites d'étude et les méthodes appliquées sont ensuite exposés. Les principaux résultats de l'évaluation rapide de la biodiversité marine du lagon Nord-Ouest (entre Koumac et l'île de Yandé) de la Nouvelle-Calédonie sont présentés. Enfin, ce résumé propose, à lumière des résultats obtenus, des recommandations pour la conservation des milieux ou des espèces et la préservation de l'intégrité du bien.

PRÉSENTATION

Programme d'évaluation rapide du milieu marin (RAP marin)

Le Programme d'évaluation rapide du milieu marin réalise des inventaires scientifiques (RAP marins)¹ avec la participation de chercheurs locaux et internationaux, afin de compléter les données sur la biodiversité marine des régions menacées ou insuffisamment documentées. Les inventaires fournissent des données sur des espèces particulières, importantes d'un point de vue biologique ou commercial, ainsi que sur la « santé » des habitats étudiés. Le travail de terrain *in situ*, à la fois sous-marin et terrestre, permet d'identifier les menaces et d'obtenir des informations socio-économiques comme les modes d'utilisation des ressources marines, les préoccupations et la perception des résidents du littoral. Les protocoles appliqués et le choix des taxons étudiés s'appuient sur les besoins locaux et régionaux identifiés suite aux discussions avec toutes les parties prenantes, notamment les institutions gouvernementales et les organisations non gouvernementales.

Les informations acquises dans le cadre du RAP marin, ainsi que toutes autres données utiles et disponibles, sont analysées, résumées et cartographiées afin de :

1. localiser avec précision les sites d'importance et éventuels problèmes de la région, ceci dans un objectif de mise en œuvre d'activités de conservation des espèces et de leurs habitats (par exemple la création d'aires marines protégées) et d'atténuation des menaces pesant la biodiversité (comme le contrôle des pratiques de pêche nuisibles) ;
2. identifier les données manquantes et les domaines nécessitant davantage de recherche (évaluation des stocks par exemple) ;
3. démarrer la réalisation d'inventaires et d'études complémentaires et la mise en place des activités nécessaires à la conservation des espèces et les sites prioritaires identifiés ;
4. aborder les questions de biodiversité et de définition d'aires marines protégées.

¹ Le terme RAP marin est habituellement utilisé pour désigner les inventaires du Programme d'évaluation rapide du milieu marin.

Les résultats des inventaires permettent de prendre des décisions en toute connaissance de cause, en particulier pour la création d'aires marines protégées/gérées et pour la mise en œuvre d'autres outils de conservation (comme l'encadrement/contrôle des prélèvements). Les inventaires favorisent aussi les échanges entre les chercheurs nationaux et étrangers et contribuent au renforcement des capacités. Les RAP marins permettent enfin une meilleure éducation et sensibilisation aux questions de biodiversité et de gestion des ressources marines.

La Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie est une collectivité française unique dans son genre située en Mélanésie dans la partie sud-ouest de l'océan Pacifique (21° 30' S, 165° 30' E). L'archipel est centré autour d'une île principale, la "Grande Terre", entourée d'autres îles de surfaces variées. Sa superficie terrestre totale est de 18 576 km² et sa zone économique exclusive mesure 1 740 000 km². Politiquement et administrativement, le pays est divisé en trois provinces : les Îles Loyauté, la province Nord et la province Sud. Il possède trente-trois communes.

La Nouvelle-Calédonie compte environ 231 000 habitants avec une densité démographique de 12,4 personnes au km² (ISE 2008). La majeure partie de la population vit dans la Province Sud dans la région de Nouméa, la capitale. La Nouvelle-Calédonie compte plusieurs groupes ethniques dont les Kanak, peuple mélanésien autochtone, qui jouent un rôle social et politique majeur. Les Kanak représentent environ 45% de la population et vivent encore nombreux de manière traditionnelle dans des tribus organisées autour de clans. La tradition kanake maintient un lien étroit à la mer et à la terre auxquels les Kanak appartiennent et dont beaucoup dépendent encore largement. La culture et les croyances kanakes reconnaissent largement l'importance de la bonne santé des écosystèmes.

L'économie de la Nouvelle-Calédonie repose principalement sur le nickel et l'industrie métallurgique : la Grande Terre possède en effet 25 % des ressources mondiales connues de nickel. Le tourisme est le second secteur économique par ordre d'importance. L'agriculture, la pêche et l'aquaculture jouent également un rôle non négligeable. La France apporte par ailleurs un appui financier important.

Le milieu terrestre présente une biodiversité extrêmement riche et un niveau d'endémisme élevé. En effet, la Grande Terre faisait autrefois partie du Gondwana et s'est détachée de ce bloc (Australie et Nouvelle Zélande) il y a environ 55 millions d'années², un événement qui a favorisé l'évolution d'une faune et d'une flore uniques. Ainsi, l'île abrite 21 espèces endémiques d'oiseaux, 62 espèces endémiques de reptiles et 2.432 espèces endémiques de plantes vasculaires. La Nouvelle-Calédonie est également, selon Conservation

International³, l'un des « hotspots » de la biodiversité. Les eaux calédoniennes sont tout aussi impressionnantes de ce point de vue ; une grande variété d'espèces marines vit dans les nombreux habitats disponibles : récifs coralliens, mangroves, herbiers, fonds lagonaires. Les récifs coralliens méritent une mention particulière : on trouve en Nouvelle-Calédonie le deuxième plus grand récif barrière du monde (40 000 km²) et l'un des rares cas de récif barrière double connu. Sur certaines sections, le récif barrière est même triple.

Les lagons et récifs de la Nouvelle-Calédonie ont été inscrits sur la liste du Patrimoine mondial de l'Humanité, en juillet 2008 sur la base de trois critères (vii, ix et x). Il s'agit de (vii) phénomènes naturels ou aires d'une beauté naturelle et d'une importance esthétique exceptionnelle, de (ix) processus écologiques et biologiques en cours et de (x) diversité biologique et espèces menacées. Cette inscription exige la préservation de l'intégrité du site et dans cet objectif, l'amélioration et l'élaboration de plans de gestion et de protection sont en cours. Six ensembles marins forment le site, inscrit sous la forme d'un « bien en série » : les atolls d'Entrecasteaux, les atolls d'Ouvéa et de Beautemps-Beaupré, le Grand lagon Nord, le Grand lagon Sud, la Zone Côtière Nord et Est et la Zone Côtière Ouest.

La zone étudiée, au cours de cette mission, recouvre partiellement l'ouest de la zone côtière Nord et Est (S 20° 24' 43" E 164° 33' 59") qui possède une zone centrale de 371 400 hectares et une zone tampon marine de 100 200 hectares. Il est important de noter que la zone tampon ne fait pas partie du bien inscrit au Patrimoine mondial mais, en constituant une zone de vigilance, permet d'en améliorer la préservation (IUCN 2008). La zone d'étude comprise entre Koumac et l'île de Yandé se situe au large du littoral nord-ouest des communes de Poum et de Koumac (carte 1). La partie nord de la zone d'étude, entre le récif des Français et la passe de Poum se situe à l'ouest en zone centrale de la zone côtière Nord et Est. Plus au sud, de la passe de Poum à la passe de la Gazelle, la zone d'étude se confond avec la zone tampon marine du bien. Enfin, la partie située à l'extrême sud de la zone d'étude, du sud de la passe de la Gazelle à la passe de Koumac, est située à l'extérieur de la zone côtière Nord et Est.

La commune de Poum compte une population de 1 390 personnes avec une densité de trois habitants au km². Neuf tribus sont situées sur le territoire de la commune : Baaba, Bouarou, Pangai, Taanio, Tiabet, Tie, Titch, Yandé et Yenghebane⁴ (ISEE 2008). Au sein de cette commune, la

² La Nouvelle Calédonie et la Nouvelle Zélande se sont séparées de l'Australie il y a 85 millions d'années et l'une de l'autre il y a 55 millions d'années.

³ Le concept de hotspots a été formulé pour la première fois par l'écologiste britannique Norman Myers en 1988 et adopté par CI comme cadre de définition des priorités en 1989. CI se concentre aujourd'hui sur 34 hotspots de la biodiversité dans le monde. Ces régions combinées ne représentent que 2,3% de la surface terrestre mondiale mais abritent cependant 76% des mammifères terrestres, 82% des oiseaux, 71% des reptiles, 81% des amphibiens et 50% des plantes vasculaires de la planète.

⁴ L'orthographe des noms de tribus est variable. Les noms fournis ici sont basés sur le recensement de 1996 (ISEE-INSEE 2008)

superficie des terres traditionnelles s'élève à 7 291 hectares tandis que celle des terres municipales est de 46 940 hectares (ISEE 2008). Le point le plus élevé de la commune de Poum culmine à 412 m. Les mines se trouvent sur la presqu'île de Poum. Aujourd'hui, l'exploitation minière à Poum est conduite par la Société Le Nickel (DIMENC 2008). Le centre minier de la Société Le Nickel à Poum a démarré graduellement en 2007 avec une projection de production de 75 000 tonnes de minerai d'ici 2017 (Société Le Nickel 2008).

La commune de Koumac compte 3 000 personnes avec une densité de 5,5 habitants au km². La commune comprend 3 330 hectares de terres traditionnelles et 55 000 hectares de terres municipales (ISEE 2008). Cinq tribus sont situées sur le territoire de la commune : Galaaoui, Pagou, Paop, Wanac I et Wanac II4 (ISEE2008). Le point le plus élevé de la commune de Koumac culmine à 823 m. Koumac accueille un port de pêche et une marina. Le centre minier de Tiébaghi (Le Dome de Tiébaghi) est situé à environ 18,5 km au nord de Koumac. La Société Le Nickel y exploite activement le nickel (DIMENC 2008).

Sites d'étude et méthodes

Les récifs coralliens de la zone d'étude de Yandé à Koumac ont fait l'objet d'un inventaire rapide de biodiversité entre le 24 novembre 2007 et le 15 décembre 2007. L'équipe était constituée de chercheurs locaux et étrangers. Le groupe en charge des aspects biologiques a inventorié la biodiversité des coraux et des poissons récifaux ainsi que celle des macro-invertébrés (holothuries, trocas, bénitiers géants) et des poissons ciblés par l'exploitation. Il a évalué également l'état de santé de 62 stations récifales, réparties entre le récif des Français et l'île de Yandé, au nord, et le récif de Koumac et sa passe, au sud. Par ailleurs, les oiseaux ont été étudiés compte tenu du fait que la région contient deux zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO ou IBA en anglais - Spaggiari et al. 2007), identifiées suite à un inventaire réalisé par la Société calédonienne d'ornithologie (SCO - Baudat-Franceschi 2006) à la demande de la Province Nord. Les informations relatives aux oiseaux présentées dans cette étude proviennent principalement de cet inventaire et ont été complétées par des données collectées au cours de ce RAP et au cours de suivis organisés par la SCO depuis mai 2006.

Les sites étudiés ont été choisis à partir des images satellitaires Landsat avec l'objectif de couvrir tous les types de récifs de la zone présentés dans l'Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie (Andréfouët et Torres-Pulliza 2004 ; Andréfouët comm. pers.). D'autres sites présentant un intérêt particulier (îles taboues ou au contraire largement fréquentées) ont également été évalués. Au final, le choix des sites d'étude s'est fait en fonction des conditions climatiques. Les sites ont été classés par type de récif sur la base d'éléments géomorphologiques (Andréfouët et Torres-Pulliza, 2004) et de la zone géographique (au nord ou au sud de la baie de Néhoué comme récapitulé dans le tableau 1). La localisation exacte de ces stations n'est pas disponible dans ce

rapport quoique transmise à la province Nord, mais l'ensemble de la région étudiée est indiquée sur la carte.

Un inventaire visuel sous-marin a été réalisé sur chaque site pour évaluer la diversité des coraux (principalement les scléractiniaires), des poissons récifaux et des macro-invertébrés benthiques. L'abondance des macro-invertébrés benthiques et des poissons ciblés par l'exploitation ainsi que l'état de santé des récifs coralliens de chaque site ont été évalués à l'aide de techniques éprouvées de recensements visuels sous-marins. En ce qui concerne les oiseaux, des méthodes classiques (Bibby et al. 2000) ont été adaptées pour répondre aux caractéristiques écologiques des espèces, de la superficie des sites d'études et du type d'écosystème.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats marquants de l'inventaire RAP sont présentés ci-après. Les détails se trouvent dans les différents chapitres qui suivent.

Diversité des coraux scléractiniaires

- Au total, 322 espèces ont été observées et identifiées jusqu'au niveau spécifique lors de cet inventaire. Le nombre d'espèces répertoriées par observation visuelle sur chaque site varie entre 22 et 117, avec une moyenne de 63,8 espèces par site. Le plus grand nombre d'espèces a été relevé sur les récifs frangeants situés autour de l'île de Yandé.

Tableau 1. Les sites échantillonnés au cours de cette étude ont été catégorisés selon la nature géomorphologique de leur récif (Andréfouët et Torres-Pulliza, 2004) et selon leur situation géographique (au nord de la baie de Néhoué ou dans et au sud de la baie de Néhoué).

	Nord de la baie de Néhoué	Intérieur et sud de la baie de Néhoué	Total par type de récif
Récifs barrières externes (pente interne ou externe, arrière, complexe de massifs et passes)	6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 58, 59, 60, 61, 62	63, 64, 65, 69, 72, 73, 74, 79, 80, 83, 84	26
Récifs du lagon intermédiaire (complexe de massifs et frangeants)	1, 2, 3, 4, 36, 37, 38, 40, 41	33, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 85, 87	19
Récifs du lagon interne (complexe de massifs et frangeants)	18, 19, 20, 22, 24, 26, 28	29, 30, 31, 32, 34, 56, 57, 85, 86	17
Total par zone géographique	31	31	62

- Les genres dominants étaient *Acropora*, *Montipora*, *Favia* et *Porites* avec respectivement 77 (incluant *Isopora*), 24, 15 et 12 espèces. Le nombre d'espèces d'*Acropora* est très élevé par rapport à d'autres zones.
- Au total, 43 espèces ont été observées au-delà de leur aire de distribution géographique connue. Le nombre d'espèces avait tendance à augmenter de manière importante vers le nord, vers l'est et en s'éloignant de la Grande Terre. Ceci peut traduire la diminution des impacts d'origine anthropique comme la sédimentation, le ruissellement des nutriments et la fréquentation. Ces tendances étaient statistiquement significatives.

Diversité des poissons récifaux

- Aujourd'hui, 1019 espèces de poissons associées aux récifs sont connues en Nouvelle-Calédonie. L'étude a permis d'observer 526 espèces, représentant 52 % de la diversité connue. Le nombre d'espèces sur les 57 sites inventoriés variaient entre 46 et 172, avec une valeur moyenne globale de 117 espèces.
- Les familles dominantes en termes de richesse spécifique étaient les Labridae (labes, girelles...), les Pomacentridae (poissons demoiselles...) et les Gobiidae (gobies) avec respectivement 75, 71 et 31 espèces observées sur toute l'aire d'étude. L'inventaire a permis de réévaluer l'aire de distribution de deux espèces de poissons récifaux de la Nouvelle-Calédonie. Il s'agit d'*Asterropteryx striatus* de la famille des Gobiidae et de *Plectroglyphidodon phoenixensis* de la famille des Pomacentridae.
- La plus grande diversité de poissons a été enregistrée à l'avant et sur la pente externe du récif barrière avec une moyenne de 141 espèces par site. L'arrière des récifs barrières externes contenait en moyenne 117 espèces par site, les passes 124 espèces, les récifs du lagon intermédiaire 127 espèces et les récifs du lagon interne 81 espèces. L'inventaire des poissons sur la plupart des sites du lagon interne, et dans une moindre mesure, du lagon intermédiaire, a été réalisé dans de mauvaises conditions de visibilité.

Macro-invertébrés benthiques

- L'inventaire des holothuries et des mollusques (*Trochus niloticus* et bénitiers) a été réalisé sur un total de 28 stations, jusqu'à une profondeur maximale de 12 mètres.
- Treize espèces d'holothuries ont été recensées ; avec 11 espèces, les récifs du lagon intermédiaire enregistrent la plus grande diversité. Les densités des deux espèces les plus exploitées, *Holothuria scabra* et *Holothuria nobilis* étaient extrêmement faibles, voire nulles.

- *Trochus niloticus* a été fréquemment observée sur les récifs barrières. Les densités sur les récifs intermédiaires et frangeants sont similaires. Les données de la Province Nord (base de données pêche) montrent que cette espèce est fortement exploitée. Une évaluation des stocks serait utile pour évaluer la durabilité du niveau actuel d'exploitation de *T. niloticus*. Seules trois espèces de bénitiers ont été recensées le long des transects et un *Tridacna derasa* a été observé en-dehors du transect. L'espèce la plus fréquente était *T. crocea*.

Poissons ciblés

- Une évaluation initiale des stocks de poissons ciblés a été réalisée par comptage visuel en plongée sous-marine. Sur une liste de 164 espèces ciblées, 127, regroupées en 51 genres et 18 familles, ont été relevées le long de 63 transects (de 500 m² chacun) effectués sur 52 stations.
- Les familles présentant la plus grande diversité d'espèces étaient les Acanthuridés, les Scaridés, les Serranidés, les Lutjanidés et les Labridés, tandis que l'abondance la plus forte a été notée pour la famille des Caesionidés.
- Les Caesionidés représentaient plus de 60 % des poissons dénombrés et plus de 21 % de la biomasse totale. L'espèce la plus abondante au sein de cette famille était *Caesio caerulaurea*.

Condition récifale

- La condition récifale est un terme relatif à la santé générale d'un site donné. Elle est déterminée à travers l'évaluation de facteurs clés, notamment les dégâts ou les pressions naturels ou anthropiques ainsi que la biodiversité définie par les espèces focales ou les groupes indicateurs (coraux et poissons). Sur 62 sites de récifs coralliens étudiés, des séries de données complètes relatives à ces paramètres étaient disponibles pour 53 sites, ce qui a permis de comparer et de classer ces derniers dans les catégories excellent, bon à très bon, moyen et mauvais. La plupart des sites, soit 49%, est dans un état bon à très bon.
- La menace ou la perturbation la plus fréquemment observée est liée à l'activité de pêche, présente sur 38,7 % des sites étudiés. Un envasement ou un stress provoqué par les apports sédimentaires a été noté sur 24,2 % des sites étudiés. Les plus touchés sont les récifs frangeants situés à proximité immédiate de la mine de Tiébaghi, en particulier dans la baie de Néhoué, et sur deux récifs frangeants, directement sous l'influence des opérations minières.
- Aucun blanchissement n'a été observé sur aucun des sites mais des symptômes de maladies ou de pathogènes

du corail ont été notés sur 8,2 % des sites évalués. Il s'agissait de néoplasmes ou tumeurs de la couche calcifiée, du syndrome de la bande blanche et de tâches pigmentaires. Des tumeurs ont été signalées auparavant en Nouvelle-Calédonie, mais il s'agit peut-être ici des premières mentions indications du syndrome de la bande blanche et de tâches pigmentaires.

- Plusieurs espèces inscrites sur la Liste rouge de l'UICN ont été observées sur 66 % des sites étudiés. Elles comprennent plusieurs espèces de requins, de poissons osseux et de tortues de mer. La fréquence d'observation d'espèces inscrites sur la Liste rouge est inférieure à celle obtenue lors du RAP marin dans la région du mont Panié. Ce pourcentage reste cependant élevé par rapport à d'autres RAP marins effectués par Conservation International.

Oiseaux – [cette partie valorise des résultats provenant de plusieurs études antérieures au RAP ainsi que des observations inédites effectuées au cours de cette étude (voir chapitre correspondant pour le détail)]

- Une nouvelle espèce nicheuse pour le territoire (un à deux couples), l'Édicnème des récifs (*Esacus magnirostris*) a été observée.
- Deux zones importantes pour la conservation des oiseaux marins ont été identifiées par la Société calédonienne d'ornithologie, dont la principale zone de reproduction calédonienne (une centaine de couples) d'une sous-espèce endémique très menacée de la Sterne néreïs (*Sterna nereis exsul*) dont seulement une vingtaine de couples étaient auparavant répertoriés en Nouvelle-Calédonie jusqu'en 2006.
- Une population relictuelle d'une sous-espèce endémique considérée éteinte sur la Grande Terre, le Merle des îles (*Turdus poliocephalus xanthopus*) a été redécouverte sur l'île Yandé. Elle n'avait pas été observée depuis 30 ans.
- Plusieurs premières ou nouvelles observations ont été faites pendant l'inventaire: neuf nouvelles colonies de Puffin fouquet (*Puffinus pacificus chlororhynchos*); deux nouveaux sites de nidification du Pétrel de Tahiti (*Pseudobulweria rostrata trouessarti*); confirmation de la présence, sur l'îlot Carrey, de la seule colonie de Fou brun (*Sula leucogaster plotus*) du lagon néo-calédonien, des deux seuls couples de Fou masqué (*Sula dactylatra personata*); et la première quantification de la population du Balbuzard d'Australie (*Pandion haliaetus cristatus*) sur la zone.

RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE CONSERVATION ET DE GESTION

Des mesures de gestion des lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie inscrits sur la liste du Patrimoine Mondial sont en cours d'élaboration au sein des collectivités compétentes de la Nouvelle-Calédonie, en concertation étroite avec tous les groupes d'acteurs et les populations locales. Le renforcement des lois et des règlements de protection environnementale a démarré et se poursuit en Nouvelle-Calédonie. Nous émettons ici des recommandations en matière de conservation pour la zone étudiée. Il s'agit, au sein du site inscrit au Patrimoine Mondial, de l'ouest de la zone côtière Nord et Est, de sa zone tampon marine et terrestre et des zones adjacentes non inscrites. Les recommandations sont présentées selon neuf grandes activités qui peuvent néanmoins être liées entre elles. Cette liste ne prétend pas être exhaustive; certaines activités de conservation et de gestion peuvent être déjà en cours de planification ou de lancement. Des précisions relatives à ces recommandations se trouvent dans les chapitres spécifiques du rapport. Nous espérons que les informations présentées ici feront naître d'autres idées et actions, en particulier de la part des acteurs locaux, en faveur de la conservation et l'amélioration de la gestion de l'environnement.

1. Surveiller et réduire la sédimentation ainsi que minimiser ses effets dans le cadre d'un plan de gestion intégré de la zone côtière de tout le bassin versant des communes de Poum et de Koumac.

La sédimentation est le facteur qui a la répercussion la plus négative sur les sites récifaux étudiés et qui influence les résultats de la diversité des coraux, des poissons récifaux (ciblés ou pas par la pêche), des invertébrés ainsi que globalement la condition récifale. Deux zones sont particulièrement préoccupantes : les récifs adjacents à la mine de Tiébaghi et ceux près de la mine de Poum. Les récifs adjacents à la mine de Tiébaghi se trouvent en-dehors de la zone centrale et de la zone tampon. Ceux près de la mine de Poum se situent dans la zone tampon. A la mine de Poum, l'activité minière a redémarré et doit s'intensifier, avec comme conséquence très probable l'incapacité de la zone tampon à jouer son rôle.

Il est recommandé de surveiller la sédimentation et d'entreprendre tout effort possible pour réhabiliter les bassins versants et préserver ceux encore intacts. Des techniques d'atténuation (ex. : préservation de la végétation ou plantation de végétation, de préférence native, dans les zones dénudées, construction de barrières contre la sédimentation ; bassins de rétention et terrasses) doivent être poursuivies et mises en place dans les sites où elles ne sont pas encore appliquées (ESCAP 2003). Ces mesures doivent être considérées comme un coût nécessaire et intégrée à l'activité minière. Sans réduction rapide de la sédimentation, les sédiments tueront de plus en plus de récifs selon un gradient allant du rivage vers la barrière. De plus, il est essentiel de développer de nouvelles techniques réduisant l'impact des activités minières sur l'environnement. Les différentes institutions de

la Nouvelle-Calédonie ont toujours soutenu cette approche. Sarrailh et Ayrault (2001) mentionnent que les recherches de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) et de l'Institut agronomique néo-calédonien (IAC) ont permis de développer des techniques de re végétalisation. Pour l'industrie minière, des obligations légales de réhabiliter la végétation des mines abandonnées sont en cours sur la base du Schéma de mise en valeur des ressources minières (DIMENC 2008). Selon les observateurs, certaines compagnies minières mettent en place des programmes de revégétalisation sur certaines zones en Nouvelle-Calédonie à travers des compagnies privées, mais il semble que cela constitue une contrainte budgétaire forte (Sarrailh et Ayrault 2001).

La réduction de l'impact de l'activité minière constitue un défi compte tenu du long passé minier de la Nouvelle-Calédonie (depuis les années 1870). Les mines inactives contribuent encore à la sédimentation des zones côtières adjacentes. En cas de fortes pluies (cyclones par exemple), des coulées de boue et des sédiments issus de sols érodés, pouvant contenir des métaux lourds et autres produits toxiques, finissent dans les rivières, puis dans les eaux côtières. Ceci est le cas même pour des sites miniers très anciens (Bird et al. 1984). Dans la plupart des cas, le sol des mines est toxique pour les végétaux, ce qui rend la revégétalisation délicate. De plus, à certains endroits, le paysage a également été affecté par les feux et l'élevage de bétail ou l'abrutissement des cerfs qui ont un impact sur le bassin versant. La sédimentation est une menace grave sur les récifs calédoniens. Si la tendance actuelle se poursuit, les récifs près du rivage du nord-ouest de la Grande Terre seront morts d'ici quelques années ou au plus quelques décennies. Il est recommandé de bâtir un plan de gestion intégré du littoral pour surveiller, préserver et réhabiliter les bassins versants des communes de Poum et de Koumac. Il est recommandé d'impliquer toutes les parties prenantes locales, y compris les compagnies minières, dans les efforts de réhabilitation des bassins versants. Les coûts associés aux projets de restauration des mines abandonnées et en exploitation et des zones dégradées par les feux et l'abrutissement pourraient être couverts de différentes façons : gouvernement, ONG, compagnies minières, propriétaires traditionnels des terres, exploitations agricoles, écoles, groupes communautaires, touristes, etc.

Selon Sarrailh et Ayrault (2001), certaines mines anciennes ou abandonnées ont été réhabilitées par les communautés locales. En 2000 par exemple, les communautés locales ont complètement réhabilité les 10 hectares de la mine Odette en Province Sud. Cette approche pourrait être une option dans les communes de Koumac et Poum.

2. Réaliser d'autres études sur la biodiversité et les autres processus dynamiques (courantologie, déplacement des espèces etc.) dans la zone pour planifier méthodiquement les enjeux de conservation et assurer leur gestion.

La nature de l'inventaire rapide limite la collecte de données dans le temps et dans l'espace. Il ne s'agit que d'un instantané de la situation et d'une étape dans l'obtention de données utiles à la prise de décisions pleinement éclairées. Si tout a été fait pour examiner un vaste ensemble d'habitats représentant tous les types de récifs, l'ensemble de données n'est ni parfait ni exhaustif. La nécessité d'améliorer et de mettre en œuvre des activités de conservation et de gestion ne peut pas attendre. Le processus est itératif et au fur et à mesure de l'obtention d'informations supplémentaires, les activités peuvent être adaptées. D'autres études de la biodiversité sont nécessaires, non seulement sur les groupes concernés par ce rapport mais sur d'autres comme les algues et sur les habitats (herbiers marins, mangroves et zones de sédiments mous ou inter-récifaux). Si plusieurs idées de recherche peuvent venir à l'esprit, dans la réalité certaines pourraient ne pas être réalisables pour différentes raisons. Il faut donc déterminer les priorités selon l'objectif de conservation ou de gestion, le rôle écologique (espèces architecturales ou formant un habitat telles que les coraux, les herbiers ou les mangroves) et les menaces imminentes. Des plongées supplémentaires produisent généralement plus d'observations d'espèces. Il est probable que la Nouvelle-Calédonie abrite d'autres espèces non encore découvertes. Les caractéristiques physiques (courant, débit d'eau, bathymétrie, etc.) et autres processus dynamiques (quantité de larves et déplacement des espèces par exemple) seraient des informations précieuses pour une planification et une gestion efficaces, en particulier pour obtenir la meilleure connectivité de la zone marine protégée et gérée.

Les coraux, un des groupes étudiés au cours de cette étude, sont connus pour être difficiles à identifier ; il peut y avoir de nombreuses variations, au sein des espèces, voire des nouvelles espèces. Plusieurs colonies n'ont pas pu être identifiées facilement lors de l'inventaire, en particulier sur les récifs présentant une grande diversité d'*Acropora*. Par ailleurs, le nombre d'espèces répertoriées dépend fortement des habitats inventoriés car certaines espèces de coraux sont restreintes à des types d'habitats particuliers ou sont plus communes dans d'autres. Ceci s'applique également aux poissons récifaux. Des plongées de nuit devraient également permettre d'accroître le nombre d'espèces observées grâce à l'observation d'organismes nocturnes.

3. Evaluer en détail et continuer à surveiller les stocks d'invertébrés marins ciblés par l'exploitation et les poissons commerciaux

Il paraît nécessaire d'évaluer rapidement les stocks d'holothuries et inclure dans cette évaluation des stations ayant une profondeur supérieure à 12 mètres ainsi que des stations localisées au nord de Poum, qui n'ont pu être incluses dans cette étude. De même pour les bénitiers et les trocas. Il est recommandé de surveiller régulièrement les stocks et poursuivre le suivi des pêches pour ces trois groupes d'invertébrés. A l'heure actuelle, les données sur les stocks d'invertébrés et l'effort de pêche de subsistance ou commercial sont insuffisantes. Les sites étudiés ici présentaient en général de faibles

densités des espèces d'holothuries et de bénitiers possédant une forte valeur commerciale, suggérant une possible surexploitation. Cependant, il est important de noter que l'inventaire n'a pas couvert tous les habitats adaptés à ces invertébrés tels que les baies ou les herbiers. Il serait nécessaire d'évaluer leurs stocks et assurer leur suivi dans tous les types d'habitat qui leur sont favorables. De plus, l'analyse des données de capture par unité d'effort (pour les espèces présentant une faible densité de population et/ou une forte valeur commerciale) représente une donnée indispensable.

Compte tenu des densités faibles d'holothuries à forte valeur commerciale, il est précautionneusement recommandé de limiter leur collecte. Des quotas plus précis devraient être mis en place après une évaluation détaillée des stocks. Le nombre de bénitiers comme *Tridacna derasa* et *Hippopus hippopus* était extrêmement faible, voire nul. Il serait peut-être utile d'interdire la collecte de ces espèces et d'apprendre aux pêcheurs à les identifier. De plus, *Tridacna derasa* est considéré comme vulnérable sur la Liste Rouge de l'IUCN qui recommande la mise à jour de son statut. Il faut également évaluer les stocks de trocas car ils étaient en faible quantité dans le lagon et le niveau de prise semblait élevé.

Le protocole d'évaluation des poissons ciblés limite par nature l'étude dans le temps et dans l'espace. Seuls 52 sites ont été visités une fois avec une collecte de données sur un ou deux transects. Nous ne pouvons donc pas émettre de recommandations spécifiques pour les poissons commerciaux. Des efforts sont en cours dans la Province Nord pour évaluer, gérer de manière adaptative et préserver les stocks de poissons commerciaux dans la zone étudiée. Pour les invertébrés et les poissons ciblés, il faut obtenir des données de capture par unité d'effort et impliquer les pêcheurs et les autres parties prenantes dans une activité plus durable. L'évaluation des stocks nécessite une collecte de données sur une longue période et des mesures adaptées.

4. Suivi à long-terme des récifs coralliens

Un suivi est nécessaire pour préserver les récifs coralliens. En cas d'événements (blanchissement ou multiplication d'étoiles de mer *Achiantaster*) menaçant le récif, il conviendrait de mettre en place si possible des mesures adaptées de recherche et d'atténuation. Il est nécessaire de déterminer dès le départ les objectifs du programme de suivi et les meilleures méthodes pour les atteindre. Les résultats de ce rapport montrent qu'il convient de surveiller, dans le temps, le taux de sédimentation (en particulier sur les sites adjacents aux mines abandonnées comme sur celles en cours d'exploitation), la couverture de substrat benthique (algues, coraux morts et vivants, etc.) et d'autres indicateurs. Le taux de sédimentation pourra en particulier permettre de vérifier l'efficacité des techniques de réhabilitation (revégétalisation de la zone détériorée par la mine par exemple) ou d'atténuation (barrières contre la sédimentation etc.). Comme les sédiments miniers contiennent des métaux lourds et d'autres produits toxiques, il est important de vérifier et surveiller régulièrement la qualité de l'eau. Certaines espèces peuvent

servir d'indicateurs biologiques. Deux espèces d'huitres et une espèce de bénitier ont été identifiées comme indicateurs biologiques utiles pour le suivi de la contamination par le nickel en Nouvelle-Calédonie (Hédouin et al. 2007). Le suivi d'un tel indicateur biologique, sur les sites récifaux de la zone, pourrait s'avérer utile afin d'évaluer la contamination par le nickel dans la zone inscrite au patrimoine mondial, dans sa zone tampon et dans les zones adjacentes ainsi que de suivre l'amélioration de la qualité de l'environnement au fur et à mesure du renforcement des lois et des réglementations en matière d'activité minière.

Dans la mesure où cette étude semble fournir les premières observations de syndrome blanc et de pigmentation rose de Nouvelle-Calédonie, il est nécessaire d'évaluer les conséquences possibles de ces maladies ainsi que celles de toutes autres pathologies envisageables. Dans le contexte des changements climatiques mondiaux, le blanchissement va sans doute s'intensifier, en gravité et en étendue, et nécessite une surveillance accrue. Les études montrent de plus en plus souvent que les récifs coralliens subissant moins de pressions (pollution, sédiments etc.) sont plus résistants au blanchissement. Il est essentiel de réduire ces sources de pression et de préserver les récifs autant que possible pour accroître leur résilience face aux changements climatiques mondiaux.

Les activités actuelles de suivi et de recherche en Nouvelle-Calédonie permettront de mieux cerner l'ampleur des phénomènes de blanchissement et des maladies du corail. Sous réserve des financements suffisants, il est recommandé d'inclure davantage de sites, pour des activités de recherche et de suivi, que ceux inventoriés au cours de cette étude. Comme les ressources financières nécessaires dépassent généralement celles disponibles, il serait peut-être utile de sensibiliser et d'éduquer davantage les utilisateurs réguliers du récif (clubs de plongée, tribus côtières, pêcheurs et autres parties prenantes). Ils pourraient signaler des phénomènes de blanchissement ou des symptômes de maladies coralliennes afin que les chercheurs, les gestionnaires et les équipes de surveillance et de protection du milieu marin puissent procéder à une étude détaillée.

5. Un statut de réserve intégrale ou de protection forte des sites présentant une biodiversité extraordinaire ou pour ceux considérés ou connus comme étant des sites de rassemblement pour le frai, des routes ou des corridors de migration, ou des sites de nidification, d'alimentation ou de croissance.

Les résultats concernant chaque groupe (coraux, poissons et oiseaux) mettent en évidence des sites d'une biodiversité extraordinaire. Il est recommandé d'accorder à ces derniers un statut de réserve intégrale ou de protection forte. En termes de diversité corallienne, les récifs à l'extrême nord de la zone étudiée et en particulier ceux situés autour de l'île de Yandé, présentent la plus grande diversité spécifique ainsi qu'un vaste ensemble de communautés coralliennes, le tout sur une zone géographique relativement restreinte. Des espèces peu communes de coraux ont été jusqu'à présent

trouvées uniquement dans cette zone ainsi que des communautés assez inhabituelles. Cette aire relativement intacte mérite certainement un niveau de protection élevé et se situe, de surcroît, assez loin des zones de fortes densités humaines. Cette zone du nord fait partie de la zone côtière Nord et Est inscrite au Patrimoine Mondial. Elle présente également une diversité de poissons intéressante. De manière plus spécifique, il est recommandé d'accorder un statut de réserve intégrale ou de protection forte à l'île d'Yandé et à sa passe. Selon notre étude, les sites situés près de l'île et de la passe de Yandé sont classés dans les dix premiers sites en termes de diversité ichtyologique.

Situé en-dehors du site du Patrimoine Mondial et de sa zone tampon, la passe de Koumac contient une diversité de poissons élevée et il est recommandé de la protéger intégralement.

L'île d'Yandé et le secteur de Koumac sont deux zones d'importance pour la conservation des oiseaux (IBA) (Spaggiari et al. 2007). L'île d'Yandé pourrait constituer un projet intégré de conservation impliquant le contrôle et/ou l'éradication des prédateurs introduits, le suivi des populations de Merles des îles et de Pétrels de Tahiti et la réhabilitation de l'écosystème de forêt sèche. Dans la zone de Koumac, 14 des 19 îles de l'IBA font partie des sites étudiés par le RAP. Cette zone doit être gérée de manière concertée impliquant notamment la réglementation de la fréquentation par l'homme et l'éradication des prédateurs introduits. Il est recommandé de créer un réseau de petites réserves naturelles protégeant les îlots les plus riches. Les recommandations de gestion sont de mettre en œuvre des protocoles de suivi des populations d'oiseaux de mer, d'éradiquer les espèces envahissantes (en priorité les prédateurs introduits) et de gérer la fréquentation humaine.

6. Améliorer l'éducation environnementale et la sensibilisation ; renforcer les capacités locales et promouvoir la participation communautaire dans la planification et la gestion de la conservation.

Il importe de communiquer clairement et largement sur les mesures de gestion qui auront été prises et mises en œuvre, et ce par différentes voies (affichage, signalétique, large distribution de documents).

7. Promotion et développement d'un écotourisme marin et d'activités de conservation au bénéfice des communautés locales.

Plusieurs activités de promotion d'un tourisme compatible avec la préservation de la zone sont possibles. Ces options doivent être conçues avec prudence, bien planifiées et équilibrées afin d'avoir le moins d'impacts possibles sur l'environnement. Ainsi, la plongée, la randonnée ou le camping comptent parmi les options. Si la plongée ou d'autres activités en bateau sont développées, il est recommandé notamment de mettre en place des bouées d'amarrage pour réduire les dégâts causés par les ancres. Pour la randonnée et le camping, les enjeux environnementaux terrestres (par exemple les IBA) doivent être pris en compte et dans tous les cas la végétation devra être préservée. Il convient de réglementer l'utilisation récréative de l'environnement, qu'il soit marin, terrestre ou dulçaquicole et inclure cette utilisation dans un plan de conservation et de gestion concerté. Il est recommandé, lorsque cela est possible, d'employer, dans le cadre de ces activités touristiques potentielles, des personnes issues des communes de Poum et de Koumac.

RÉFÉRENCES

- Andréfouët S. et D. Torres-Pulliza. 2004. Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Noumea.
- Beauvais, M.L., A. Coléno et H. Jourdan (eds). 2006. Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien: un risque environnemental et économique majeur. IRD Editions. Paris.
- Bibby C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill et S.H. Mustoe. 2000. Bird census techniques. 2nd edition. Academic Press. San Diego, CA.
- Bird, E.C.F., J-P Dubois et J. A. Iltis. 1984. The Impacts of Opencast Mining on the Rivers and Coasts of New Caledonia. The United Nations University. Pp1-64 Tokyo, Japan
- Direction de l'Industrie des Mines et de l'Energie (DIMENC) 2008. Retrieved on 20 January 2009. http://www.gouv.nc/portal/page/portal/gouv/annuaire_administration/administration/dimenc
- ESCAP. 2003. Integrating Environmental Considerations in Economic Decision Making Processes Synthesis B Modalities for Environmental Assessment-Pacific Islands Subregion Pacific Island case studies. Mining activities in New Caledonia. (Unpublished) http://www.unescap.org/drpdc/vc/conference/bg_nc_147_man.htm
- Hédouin L., O. Pringault, M. Metain, P. Bustamante et M. Warnau. 2007. Nickel bioaccumulation in bivalves from the New Caledonia lagoon: Seawater and food exposure. Chemosphere 1449-1457.

- Institut de la statistique et des études économiques de Nouvelle-Calédonie (ISEE) 2008. (figures updated 11-25-08). Retrieved on 13 January 2009. <http://www.isee.nc/anglais/>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) 2008. World Heritage Nomination – IUCN Technical Evaluation, The lagoons of New Caledonia: Reef diversity and associated ecosystems (France)- ID No. 115 p 1-12.
- Sarrailh J.M et N.Ayrault. 2001. Rehabilitation of nickel mining sites in New Caledonia Unasylva - No. 207 - Rehabilitation of degraded sites. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Corporate Document Repository. Retrieved on 20 January 2009. <http://www.fao.org/docrep/004/y2795e/y2795e05.htm#e>
- Société Le Nickel - Les centres miniers 2008. Retrieved on 20 January 2009. <http://www.sln.nc/content/view/67/42/lang,french/>
- Spaggiari J., V. Chartendault et N. Barré. 2007. Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de Nouvelle-Calédonie. SCO/BirdLife International.

Chapitre 1

Coraux des récifs du lagon Nord-ouest de la Grande-Terre de Nouvelle-Calédonie

Douglas Fenner et Paul Muir

RÉSUMÉ

- Le lagon Nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie possède une intéressante diversité d'espèces de coraux. Au total, 322 espèces décrites ont été observées lors de cet inventaire. Ce chiffre est intéressant par rapport au total de 310 espèces relevé pour toute la Nouvelle-Calédonie, toutes études combinées. Il est également du même ordre que les 303 espèces des îles Calamianes (Philippines) ; les 315 des îles Togian et Banggai de Sulawesi en Indonésie ; les 318 de la baie de Milne en Papouasie-Nouvelle-Guinée et les 331 des îles Raja Ampat de Papouasie occidentale en Indonésie que le premier auteur avait déterminées lors de programmes d'inventaires rapides (RAP) du milieu marin effectués pour Conservation International (CI).
- Le nombre d'espèces répertoriées par observation visuelle sur les sites se situe entre 22 et 117, avec une moyenne de 63,8 espèces par site. Une étude similaire réalisée par le premier auteur dans le lagon du sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie a permis de répertorier en moyenne 52,7 espèces par site. Des RAP antérieurs de CI, utilisant la même méthode et ayant le premier auteur comme responsable de l'identification, ont permis d'enregistrer 70 espèces par site au nord du Sulawesi, 92 espèces par site aux îles Calamianes aux Philippines, 81 espèces par site à la baie de Milne en Papouasie-Nouvelle-Guinée et 87 espèces par site aux îles Raja Ampat en Indonésie. La moyenne de 63,8 espèces par site soutient la comparaison avec celle de 38,5 espèces par site déterminées par Laboute (2006) dans le lagon du Nord-est de la Nouvelle-Calédonie. La moyenne de 54,9 espèces répertoriée par le premier auteur est similaire à la moyenne de 52,7 espèces par site qu'il avait enregistrée dans le lagon Sud lors d'un inventaire antérieur, questionnant ainsi l'hypothèse d'un gradient de diversité nord-sud.
- Les genres dominants sont *Acropora*, *Montipora*, *Favia* et *Porites* avec respectivement 77 (incluant *Isopora*), 24, et 12 espèces. Le nombre d'espèces d'*Acropora* est très élevé par rapport à d'autres zones.
- Au total, 61 espèces qui n'avaient pas été auparavant répertoriées en Nouvelle-Calédonie ont été observées. Six autres nouvelles observations avaient été faites par le premier auteur lors d'une étude antérieure du lagon du sud-ouest (Fenner, non publié). Avec ces nouvelles observations, le nombre total d'espèces coralliennes connues de la Nouvelle-Calédonie s'élève à 377, soit un nombre légèrement inférieur au maximum enregistré (411) dans un seul pays (Philippines) en 1989.
- Au total, 43 espèces ont été observées au-delà de leur aire de distribution géographique connue. La plus remarquable de ces observations est celle d'*Acropora pharaonis*, une espèce décrite en mer Rouge et connue de l'océan Indien mais non de l'océan Pacifique jusqu'à une date récente.
- Le nombre d'espèces sur les pentes externes du récif barrière est sensiblement plus élevé que sur les autres types de récifs ; cependant, le plus grand nombre d'espèces a été relevé sur les récifs frangeants autour de l'île de Yandé. Le nombre d'espèces est plutôt plus faible sur les récifs côtiers autour de la grande terre. Les récifs situés dans des eaux

modérément profondes abritent moins d'espèces que les autres sites car les espèces de plus grandes profondeurs en sont absentes ; or les récifs proches du littoral sont situés dans des eaux de profondeur plus faibles.

- Le nombre d'espèces a tendance à augmenter de manière importante vers le nord, vers l'est et en s'éloignant de la Grande Terre ce qui correspond à un gradient négatif des impacts d'origine anthropique comme la sédimentation, l'eutrophisation et la pêche. Ces tendances sont significatives d'un point de vue statistique.
- La Nouvelle-Calédonie présente le plus grand nombre d'espèces de coraux comparativement à n'importe quelle zone de surface équivalente située dans le sud-ouest du Pacifique. Ceci s'explique probablement par l'existence de listes compilant les espèces connues et sur lesquelles s'appuient les inventaires comme ce fut notamment le cas au cours de cette étude. Les nombres d'espèces enregistrés au cours de une à 10 plongées sont similaires à ceux obtenus dans d'autres régions du Pacifique Sud.
- Nous recommandons une diminution des apports terrigènes qui affectent les récifs situés près des côtes par la revégétalisation des sites miniers.

INTRODUCTION

Les coraux durs sont des éléments essentiels des récifs coralliens du monde entier. Les récifs coralliens présentent la diversité la plus riche connue de tous les écosystèmes marins. Les coraux contribuent au renforcement de la structure calcique des récifs coralliens (avec certaines algues) et sont essentiels à leur maintien. Par ailleurs, les coraux constituent le principal élément d'habitat des récifs coralliens, fournissant des cachettes aux poissons, des espaces de vie à de nombreuses espèces commensales et des structures carbonatées qui constituent l'habitat d'un grand nombre d'espèces cryptiques ainsi qu'un substrat de fixation pour de nombreux autres organismes sessiles. Les coraux sont fortement vulnérables à tout un éventail de perturbations, dont bon nombre sont d'origine anthropique. Ils sont en situation de déclin rapide dans plusieurs régions du monde.

Plusieurs coraux peuvent être maintenant identifiés vivants sur les récifs en utilisant des guides d'identification de terrain tels que Veron (1986; 2000) et des révisions taxinomiques comme celles effectuées par Hoeksema (1989) et Wallace (1999). L'identification de terrain a comme avantage la possibilité d'observer la colonie entière, et souvent plusieurs colonies, tandis que l'identification à partir de spécimens collectés doit souvent être effectuée à partir de petits échantillons qui ne représentent pas toute la diversité de la colonie. Leur nombre d'espèces est inférieur à celui des poissons, mais leur identification est plus difficile à cause d'une plus grande variation intra-spécifique. Cependant, leur identification sur le terrain est plus facile que pour d'autres groupes comme les éponges ou les ascidies dont l'identification

nécessiterait d'importantes collectes et des années de travail taxonomique.

Les récifs coralliens et la faune récifale de la Nouvelle-Calédonie ont fait l'objet de nombreuses études. La Nouvelle-Calédonie a le plus grand nombre connu d'espèces marines (de tous types et non juste de coraux) de toutes les zones de récifs coralliens du monde. Quelques 8783 espèces sont aujourd'hui connues pour la Nouvelle-Calédonie (Payri et Richer de Forges 2006), en comparaison des, approximativement, 7000 connues à Hawaï (comprenant toutes les espèces marines : Eldredge et Evenhuis 2003), les 5640 espèces de Guam (Paulay 2003), les 4671 espèces d'Enewetak (Devaney et al. 1987), les 2876 de la Polynésie française (Richard 1985) et les 2705 des Samoa américaines (Fenner et al. 2008). Même en Nouvelle-Calédonie, le nombre d'espèces récifales connues aujourd'hui n'est certainement qu'une minuscule fraction de la diversité totale réelle (Reaka-Kudla 1995; Bouchet et al. 2002). Ces chiffres sont sans doute proportionnels à l'effort total de collecte et taxinomique ainsi qu'au nombre de spécialistes ayant étudiés la région. La diversité à Hawaï est clairement inférieure à celle de la Nouvelle-Calédonie (constatée sur les groupes individuels tels que coraux et poissons) mais le nombre total d'espèces qui y sont connues aujourd'hui est quasiment le même, certainement à cause de l'effort total plus important réalisé à Hawaï. En fait, la diversité à Hawaï est inférieure à celle de tous les autres sites mentionnés ci-dessus alors que le nombre total d'espèces connues à Hawaï est supérieur à celui de tous les autres sites à l'exception de la Nouvelle-Calédonie.

On en sait également beaucoup sur la diversité des types de récifs en Nouvelle-Calédonie (ex. Laboute et Richer de Forges 2004; Andréfouët et al. 2006; Lasne 2007; Wantiez et al. 2007). La Nouvelle-Calédonie possède la plus longue barrière récifale continue du monde, ainsi que de nombreux types de récifs tels que récifs frangeants, complexes de massifs coralliens, doubles barrières etc. Comme des espèces différentes ont besoin d'habitats différents on peut penser que la diversité spécifique globale sera proportionnelle, dans une certaine mesure, à la diversité des habitats, ainsi qu'à la situation biogéographique, la superficie totale (interrelation entre le nombre d'espèces et la surface) etc.

Dans une synthèse sur les récifs et les coraux de la Nouvelle-Calédonie, Lasne (2007) est parvenu à la conclusion que la diversité des coraux diminue avec la proximité du littoral de Grande-Terre, à cause des sédiments provenant de cette île. De plus, il a noté qu'il y avait un gradient latitudinal avec une plus grande diversité vers le nord et une diversité inférieure vers le sud. L'ensemble des données présentées ici sera examiné à la lumière de ces hypothèses.

Pichon (2006) a établi une liste de toutes les espèces de coraux connues à partir des études antérieures en Nouvelle-Calédonie. Cette liste faisait état d'un total de 310 espèces. Au cours d'un RAP de CI, Laboute (2006) a recensé les coraux sur 44 sites situés dans le lagon Nord-est de la Grande-Terre sans qu'aucun prélèvement n'ait pu être fait conformément au souhait des autorités coutumières locales

contactées. Il a identifié 196 espèces de coraux ainsi que 82 espèces qui n'ont pas pu être identifiées jusqu'au niveau de l'espèce. Cette liste comprenait trois espèces décrites qui n'étaient pas sur le récapitulatif de Pichon (2006). Fenner (non publié) a étudié, en 2006, les espèces de coraux du lagon Sud-ouest, près de Nouméa, au cours de 10 plongées. Au total, 182 espèces décrites ont été répertoriées, notamment 28 espèces qui n'étaient pas sur la liste récapitulative de Pichon (2006). En moyenne, 52,7 espèces de coraux par site ont été relevées lors de cette étude. Aucun échantillon n'a pas pu être collecté pour vérification.

Le présent rapport présente la diversité des espèces coralliennes identifiées sur 62 sites du lagon Nord-ouest de Grande-Terre, sur la base d'observations et de collectes effectuées par les auteurs au cours du RAP de Conservation International en novembre et décembre 2007.

Le principal objectif était de réaliser un inventaire des espèces de coraux poussant sur les récifs et leurs habitats associés ainsi qu'une comparaison de leur faune corallienne entre différents sites. Les scléractiniaires à zooxanthelles, c'est-à-dire ceux contenant des algues unicellulaires et qui sont des bâtisseurs du récif, constituent le principal groupe. On trouve également quelques coraux à zooxanthelles autres que les scléractiniaires qui secrètent de grands squelettes également constitutifs du récif (ex. *Millepora*: corail de feu) ainsi qu'un petit nombre de scléractiniaires sans zooxanthelles (*Tubastraea*), et enfin quelques coraux autres que les scléractiniaires sans zooxanthelles (*Distichopora* et *Stylaster*). Tous secrètent des squelettes sous forme de carbonate de calcium qui contribuent à bâtir le récif.

Les résultats de cette étude facilitent la comparaison de la richesse corallienne de la Nouvelle-Calédonie à celle d'autres zones du sud-ouest du Pacifique et d'autres régions voisines. Cependant, la liste des coraux présentée ci-dessous est encore incomplète à cause de la limitation temporelle de l'étude (62 plongées), du fait que la majeure partie de la Nouvelle-Calédonie n'a pas encore fait l'objet d'un inventaire, de la distribution fortement parcellaire des coraux et de la difficulté d'identifier certaines espèces dans l'eau. Les coraux sont si difficiles à identifier que des identifications effectuées par différents experts présentent des différences significatives.

MÉTHODES

L'étude de la diversité et de l'abondance des coraux a été effectuée au cours de plongées, réalisées en scaphandre autonomes, d'une durée de 50 à 80 minutes sur chacun des 62 sites. Dans la plupart des cas, la descente s'est faite jusqu'à la base du récif, au niveau ou au-delà du corail le plus profond visible. La majeure partie de la plongée consistait à remonter lentement en zigzag le long du récif jusqu'à son point le moins profond ou jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de nager. Le recensement a été effectué sur un échantillon de tous les habitats présents sur la zone d'étude, notamment les aires sablonneuses, les parois, les éperons, les pentes et

les récifs peu profonds. Les zones typiquement sans ou avec une faible présence de coraux, telles que les herbiers et les mangroves n'ont pas été recensées. Les coraux ont généralement été identifiés sur place mais lorsque l'identification ne pouvait se faire rapidement, une photo était prise ou un petit échantillon prélevé. Les données sur les espèces de coraux et leur abondance ont été notées sur une ardoise submersible ou un formulaire imprimé. Les mesures d'abondance utilisées lors de cette étude étaient classées de la manière suivante "R" pour rare, "U" pour non commun (*uncommon*), "C" pour commun, "A" pour abondant et "D" pour dominant.

Plusieurs coraux peuvent être identifiés avec certitude au niveau de l'espèce dans l'eau. Quelques-uns doivent être identifiés vivants car l'identification n'est pas possible sans tissus vivants. De plus, certains coraux sont plus faciles à identifier vivants que d'après leur squelette. L'identification s'est appuyée sur divers guides de terrain (Wallace 1999; Veron 2000). Cependant, la collecte d'échantillons permettant de vérifier l'identification est nécessaire pour certaines espèces. Des échantillons des espèces qui n'avaient jamais été observées auparavant en Nouvelle-Calédonie ou qui pouvaient s'avérer être des espèces nouvelles ont été collectés sur plusieurs sites au cours du RAP. Les échantillons ont ensuite été blanchis à l'eau de Javel, rincés à l'eau claire, séchés et renvoyés au laboratoire pour identification. La liste des autres ouvrages utilisés pour l'identification des coraux à partir des squelettes et sur le terrain est présentée dans les références (Boschma 1959; Veron et Pichon 1976, 1980, 1982; Dineson 1980; Veron, Pichon et Wijman-Best 1977; Hodgson et Ross 1981; Moll et Best 1984; Randall et Cheng 1984; Hodgson 1985; Veron 1985, 1986, 1990a, 2000; Nemenzo 1986; Nishihira 1986; Dai 1989; Hoeksema 1989; Claereboudt 1990; Best et Suharsono 1991; Hoeksema et Best 1991, 1992; Sheppard et Sheppard 1991; Dai et Lin 1992; Ogawa et Takamashi 1993; Wallace 1994, 1997a; Veron et Nishihira 1995; Suharsono 1996; Cairns et Zibrowius 1997; Wallace et Wolstenholme 1998; Razak et Hoeksema 2003; Fenner 2005).

Wallace et al. (2007) ont montré que le sous-genre *Isopora* du genre *Acropora* pouvait être élevé au niveau du genre, et les auteurs ont suivi cette indication. Les différences de nomenclature concernant quelques *Acropora* ont été indiquées dans le texte, les tableaux et l'annexe. L'espèce longtemps appelée *A. formosa* a été désignée comme l'espèce type (*A. muricata*) du genre *Acropora* par Wallace (1999) et désignée comme néotype. Une espèce que Veron (2000) indiquait comme *A. nobilis* a été désignée comme *A. intersepta* par Wallace (1999). Veron (2000) a placé *A. spathulata* en synonyme junior d'*A. millepora*, mais Wallace (1999) l'a considérée comme une espèce valide, en partie sur la base de l'incompatibilité de reproduction des deux espèces (Willis et al. 1997). Les auteurs trouvent que la distinction est claire sur le terrain et considèrent *A. spathulata* valide. Veron (2000) a considéré *A. rosaria* comme une espèce valide mais Wallace (1999) l'a jugée similaire à *A. loripes*. Veron (2000) a considéré *A. akajimensis* comme une espèce

valide mais Wallace (1999) l'a placée en synonyme junior d'*A. donei*. Veron (2000) a considéré *A. copiosa* comme une espèce valide tandis que Wallace (1999) l'a placée en synonyme junior d'*A. muricata*. Veron (2000) a considéré *A. insignis* comme une espèce valide mais Wallace (1999) l'a considérée comme un cas non résolu. Les auteurs ont choisi de distinguer ces espèces dans ce rapport, en indiquant cependant les synonymes possibles. Répertoire ces espèces en tant qu'espèces distinctes permettra aux futurs chercheurs de maintenir ces distinctions sans perdre des données ou de les considérer comme synonymes et les regrouper à loisir. La nomenclature de Veron (2000) a été suivie pour les *Fungiidae* mais les illustrations et les descriptions dans Hoeksema (1989) ont été la principale source d'identification. Les nomenclatures de ces deux auteurs diffèrent principalement au niveau du genre et du sous-genre et non de l'espèce. *Podabacia motuporensis*, une espèce nommée après la publication de Hoeksema (1989) a été reconnue, comme c'est le cas également d'une espèce (*Herpolitha weberi*) placée en synonyme (avec *H. limax*) par Hoeksema. De manière similaire aux espèces d'*Acropora*, noter ces espèces séparément permet de continuer ou non à les distinguer à l'avenir.

L'analyse statistique et la représentation graphique des résultats ont été réalisés à l'aide des logiciels Microsoft Excel et SPSS. Pour chaque site, la distance par rapport à la terre principale a été calculée grâce au programme de cartographie C-Map, la distance vers le nord a été calculée en miles nautiques à partir de la latitude 20°S, tandis que la distance vers l'est a été calculée en miles nautiques à partir de la longitude 163°E. Des analyses de partitionnement des données de présence des espèces ont été effectuées à l'aide d'un indice de similarité:

$$\frac{\text{Nombre d'espèces dans les sites a et b}}{\text{Nombre d'espèces dans les sites a ou b}}$$

L'indice est adapté aux données de présence lorsque de nombreuses espèces ne sont présentes que sur une petite proportion des sites.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Au total, 322 espèces nommées et 72 genres de coraux durs (312 espèces et 67 genres de scléractiniaires à zooxanthelles) ont été recensées lors du RAP du lagon Nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie, (Annexe 1). Presque toutes ces espèces sont illustrées dans Veron (2000), les *Acropora* sont illustrées dans Wallace (1999) et les *Fungiidae* dans Hoeksema (1986). Ce total de 322 espèces est intéressant par rapport aux 310 espèces notées pour toute la Nouvelle-Calédonie par Pichon (2006) qui intègre toutes les études antérieures. Il se situe aussi correctement par rapport aux 196 espèces identifiées et 82 espèces non identifiées au cours du RAP du lagon Nord-est de Grande-Terre par Laboute (2006). Par ailleurs, c'est un bon chiffre par rapport à d'autres endroits

qui ont également fait l'objet de RAP organisés par CI selon la même méthode : 303 espèces recensées lors du RAP aux Philippines, 315 espèces à Sulawesi, 318 à la baie de Milne en Papouasie Nouvelle-Guinée et 331 espèces aux îles Raja Ampat. Ceci est d'autant plus intéressant que ces sites sont considérés comme appartenant à la zone de plus grande diversité alors que la Nouvelle-Calédonie est considérée comme étant en-dehors de cette zone.

Un chiffre moyen de 63,8 espèces par site a été trouvé. C'est également un bon chiffre par rapport à la moyenne de 38,5 espèces par site déterminée par Laboute (2006) dans la zone du mont Panié ou le lagon Nord-est de Grande-Terre. Cette différence peut s'expliquer par une combinaison de plusieurs facteurs, notamment par la différence entre les habitats des deux zones, les capacités variables d'identification et par le fait que la collecte a été autorisée lors de la présente étude, permettant ainsi de vérifier les espèces (alors qu'aucune collecte n'a été effectuée lors de l'inventaire du mont Panié dans le lagon Nord-est).

La moyenne de 54,9 espèces par site déterminée par le premier auteur est très proche de la moyenne de 52,7 espèces par site déterminée par le même auteur en 10 plongées dans le lagon Sud-ouest de Grande-Terre, au large de Nouméa en 2006. Cette différence n'est pas significative ($t=0,51$, $p=0,61$). Soixante-quatorze espèces par plongée ont été recensées sur la pente externe du récif-barrière au sud-ouest, par rapport à 77 espèces au nord-ouest, mais sur la base d'une seule plongée au sud-ouest et de deux plongées au nord-ouest, rendant la différence non significative. Lasne (2007) a suggéré l'existence d'un gradient latitudinal avec une plus grande diversité au nord et une diversité plus faible au sud. Si c'est le cas, les différences sont trop faibles pour être détectées de manière fiable lors de cette étude.

Composition générale de la faune

La faune corallienne est principalement composée de scléractiniaires. Les genres représentés par la plus grande diversité spécifique étaient *Acropora*, *Montipora*, *Porites*, *Favia*, *Pavona*, *Fungia*, *Goniopora*, *Goniastrea*, *Psammocora* et *Turbinaria*. Ces 10 genres représentent environ 52 % du total d'espèces observées (tableau 1.1). Dix-huit familles de coraux ont été recensées, les plus nombreuses étant les *Acroporidae* avec 107 espèces, les *Faviidae* avec 65 espèces, les *Fungiidae* avec 21 espèces, les *Poritidae* avec 18 espèces, les *Agariciidae* avec 20 espèces et les *Mussidae* avec 20 espèces.

La séquence des genres les plus communs est assez typique des récifs du Pacifique occidental, avec quelques différences mineures - *Acropora*, *Montipora* et *Porites* sont les trois genres représentés par le plus grand nombre d'espèces. A mesure que l'on descend dans la liste, la séquence devient plus variable : le nombre d'espèces et les différences entre les genres sont décroissants.

Les scléractiniaires à zooxanthelles (contenant des algues et bâtisseurs des récifs) constituent la majorité des coraux, représentant 97 % des espèces. Deux espèces (*Tubastraea*) sont des scléractiniaires sans zooxanthelles (sans algues)

représentant 0,6% du total d'espèces. Sept autres espèces de coraux (2% du total) ne sont pas des scléractiniaires. Parmi ces espèces, cinq sont à zooxanthelles (*Millepora*) et deux sans zooxanthelles (*Distichopora* et *Stylaster*).

Ces espèces sont réparties en 72 genres dont 67 de scléractiniaires à zooxanthelles, et en 18 familles dont 16 de scléractiniaires à zooxanthelles.

Diversité entre les sites

Les sites 37, 17 et 1 présentent la plus grande richesse spécifique avec respectivement 117, 111 et 109 espèces (tableau 1.2). Les sites 30, 29 et 72 ont les plus faibles niveaux de diversité avec respectivement 22, 27 et 30 espèces (tableau 1.3).

Le nombre d'espèces cumulé croît rapidement avec le nombre de sites inventoriés puis se stabilise relativement à partir de 10 sites, démontrant que le nombre de sites que nous avons recensés était suffisant pour établir une liste (figure 1.1).

Au total, 77 espèces d'*Acropora* (comprenant *Isopora*) ont été recensées lors de cette étude, un chiffre relativement élevé par rapport à d'autres récifs du monde. Le nombre le

Tableau 1.1. Genres présentant le plus grand nombre d'espèces triés par ordre décroissant du nombre d'espèces observé par genre. *Acropora* comprend une espèce n'ayant pu être identifiée au niveau de l'espèce et n'inclut pas *Isopora*.

	Genre	Nombre d'espèces
1.	<i>Acropora</i>	73
2.	<i>Montipora</i>	24
3.	<i>Favia</i>	15
4.	<i>Porites</i>	12
5.	<i>Pavona</i>	11
6.	<i>Turbinaria</i>	9
7.	<i>Goniastrea</i>	8
8.	<i>Fungia</i>	7
9.	<i>Psammocora</i>	7

Tableau 1.2. Sites possédant la plus grande diversité. Le tableau présente le numéro du site et le nombre d'espèces y correspondant.

Genre	Nombre d'espèces
37	117
17	111
1	109
7	107
36	105
9	100
59	99
3	99
26	95
38	94

plus élevé d'espèces d'*Acropora* recensées après une analyse à l'échelle mondiale par Wallace (2001) était de 78 dans les îles Togian en Indonésie, qui se trouvent au cœur du "Triangle du corail" considéré comme ayant la plus grande diversité corallienne du monde. Cependant, il est difficile de comparer précisément nos résultats avec cette étude, car l'analyse de Wallace a été réalisée sur la base de sa révision taxonomique (1999) qui reconnaissait 113 espèces valides dans ce genre. Depuis cette révision, Veron (2001) a rajouté un bon nombre d'espèces nouvelles ou autrefois considérées comme synonymes (c'est-à-dire éliminées) et reconnu, pour

Tableau 1.3. Nombre total d'espèces de coraux recensées sur chaque site.

Site	Nombre d'espèces	Site	Nombre d'espèces	Site	Nombre d'espèces
1	109	29	27	57	67
2	91	30	22	58	93
3	99	31	34	59	99
4	45	32	61	60	80
6	93	33	76	61	66
7	107	34	45	62	67
9	100	35	64	63	47
10	51	36	105	64	33
11	82	37	117	65	41
12	61	38	94	69	73
13	68	40	37	72	30
14	68	41	63	73	33
16	78	42	60	74	49
17	111	43	63	79	76
18	71	45	69	80	78
19	73	47	53	83	64
20	62	48	53	84	56
22	50	49	72	85	74
24	75	51	54	86	60
26	95	52	49	87	42
28	53	56	60		

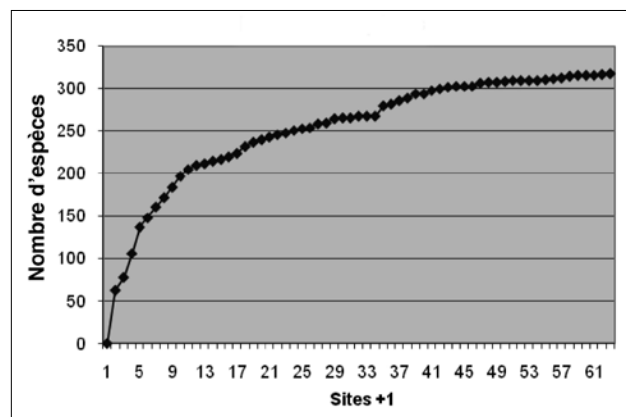


Figure 1.1. Effectifs cumulés des espèces de coraux identifiées au cours de l'inventaire. Les sites sont sur l'axe des abscisses dans l'ordre d'exécution de l'inventaire (sites + 1).

ce genre, 167 espèces valides au total. Comme c'est cette dernière classification qui a été utilisée pour la présente étude et il n'est pas possible d'établir une comparaison précise avec celle de Wallace (2001). Par rapport à des zones connues pour abriter une forte diversité et recensées selon la classification de Veron, les chiffres déterminés en Nouvelle-Calédonie restent assez élevés. Veron (2002) a par exemple relevé 95 espèces de ce genre aux îles Raja Ampat de Papouasie occidentale en Indonésie et Veron et Turak (2006) ont recensé 124 espèces aux îles Salomon.

ESPÈCES PRÉSENTANT UN INTÉRÊT PARTICULIER

Nouvelles observations

Selon Pichon (2006), qui intègre toutes les études antérieures, 310 espèces de coraux au total ont été recensées pour toute la Nouvelle-Calédonie. Laboute (2006) a relevé neuf espèces qui ne faisaient pas partie de la liste de Pichon (2006). L'absence de ces espèces sur la liste de Pichon est peut-être due à l'impossibilité de confirmer ces identifications grâce à l'examen de leur squelette, faute d'avoir obtenu une autorisation de collecte. Six de ces espèces étaient "cf.", pour noter que l'identification n'était pas certaine, et une espèce était identifiée jusqu'au niveau du genre seulement (tableau 1.4).

Dans l'inventaire présenté ici, Fenner a trouvé 52 espèces qui n'étaient pas sur la liste de Pichon (2006), parmi celles-ci, on a pu vérifier l'identification de 44 d'entre elles à partir d'échantillons prélevés et de photographies (tableau 1.5), et pour 8 autres à partir de photographies uniquement. Trois de ces espèces ont également été trouvées par Muir. Muir a trouvé 22 espèces qui n'étaient pas sur la liste de Pichon (2006), dont 8 espèces non recensées par Fenner. En novembre 2006, au cours de 10 plongées effectuées dans le lagon Sud-ouest de la Grande-Terre, Fenner a trouvé 28 espèces qui n'étaient pas sur la liste de Pichon (2006), parmi celles-ci, six espèces n'ont pas été recensées lors de la présente étude (tableau 1.6). Ainsi, cet inventaire aura permis de recenser 61 espèces au total qui n'étaient pas sur la liste de Pichon (2006). L'étude antérieure de Fenner dans le lagon Sud-ouest permet de rajouter six autres espèces qui ne sont ni sur la liste de Pichon (2006) ni sur la liste de cette étude.

Tableau 1.4. Espèces notées par Laboute (2006) lors de l'inventaire RAP du mont Panié et qui n'étaient pas présentes sur la liste de Pichon (2006).

1.	<i>Acropora</i> cf. <i>granulosa</i>
2.	<i>Astreopora</i> cf. <i>moretonensis</i>
3.	<i>Dendrophyllia</i> sp.*
4.	<i>Oulophyllia</i> cf. <i>bennettiae</i>
5.	<i>Porites</i> cf. <i>annae</i>
6.	<i>Psammocora</i> cf. <i>profundacella</i> ?
7.	<i>Psammocora</i> cf. <i>superficialis</i>
8.	<i>Tubastraea</i> <i>micranthus</i>
9.	<i>Turbinaria</i> <i>frondens</i> *

* non observée lors de la présente étude

Laboute (2006) a relevé trois espèces qui n'ont été recensées par aucune autre étude. Une espèce ressemblant à *Astreopora moretonensis* a été trouvée par Fenner lors de cet inventaire, mais un petit échantillon prélevé ne confirme pas l'espèce. Par conséquent, seules deux des trois espèces mentionnées seulement par Laboute (2006) ont été rajoutées pour porter le nombre total d'espèces de coraux maintenant connues en Nouvelle-Calédonie à 379. Même dans les zones où la faune est bien étudiée, la probabilité de trouver des espèces supplémentaires existe si une personne recense un endroit qui n'avait jamais fait l'objet d'un inventaire. Il y a plusieurs années (Veron et Hodgson 1989), le plus grand nombre d'espèces de corail connues au monde était de 410 pour les Philippines. Même si on connaît maintenant plus de 500 espèces en l'Indonésie, le nombre d'espèces connues en Nouvelle-Calédonie est très élevé et la vitesse de découverte d'espèces supplémentaires est également très rapide. Il est fort probable qu'en cherchant davantage, plus d'espèces seront encore trouvées.

Extensions des aires de distribution

Les extensions des aires de distribution ont été déterminées en examinant les cartes de distribution dans Hoeksema (1989), Wallace (1999) et Veron (2000). On a considéré qu'il y avait extension de l'aire de distribution d'une espèce observée au cours de ce RAP uniquement si les trois sources précédemment mentionnées excluaient la Nouvelle-Calédonie. Les aires de distribution des synonymes senior possibles n'ont pas été utilisées. Au total, 43 cas d'extension d'aires de distribution ont été déterminés (tableau 1.7).

Le cas le plus remarquable est sans doute celui d'*Acropora pharaonis*. Cette espèce a été décrite en mer Rouge. Bien que la présence d'*A. pharaonis* dans l'océan Indien ait été mentionnée (Wallace, 1999; Veron, 2000), Wallace (1999) n'a observé aucun échantillon provenant de l'océan Indien et a conclu que l'espèce semblait restreinte à la mer Rouge. Fenner (2007) a réalisé la première observation de cette espèce à Fidji où elle a été trouvée sur plusieurs sites sur lesquels des échantillons ont été prélevés. Il a également trouvé et collecté *A. pharaonis* aux Samoa américaines. Bien que l'espèce ne présente pas la forme de table observée en mer Rouge, elle forme des colonies avec une tige étroite unique et des branches principales divergentes, de manière similaire à la photographie d'une grande colonie observée en mer Rouge dans Sheppard et Sheppard (1991). Les branches individuelles ressemblent exactement à celles de l'océan Indien telles que représentées dans Veron (2000). Tous les détails des corallites axiaux et radiaux ainsi que du coenosteum sont conformes aux descriptions d'*A. pharaonis* de Sheppard et Sheppard (1991), Wallace (1999) et Veron (2000). Les espèces les plus similaires sont *A. grandis*, mais les corallites radiaux de cette dernière sont beaucoup plus courts à la base de la branche et la forme arborescente est plus floue, ainsi que *A. echinata* qui a des corallites axiaux naissant beaucoup plus longs formant une colonie plus spiciforme (en forme de goupillon).

Tableau 1.5. Espèces nouvellement observées pour la Nouvelle-Calédonie et dont l'identification a pu être, sauf indication contraire, confirmée par des échantillons.

1.	<i>Stylophora subseriata</i> [^]
2.	<i>Montipora capitata</i> [^]
3.	<i>Montipora malampay</i> [^]
4.	<i>Montipora stellata</i> [^]
5.	<i>Montipora verruculosus</i> [^]
6.	<i>Acropora akajimensis</i> [^] (?s.j of <i>A. donei</i>)
7.	<i>Acropora anthocercis</i> [*]
8.	<i>Acropora copiosa</i> [^]
9.	<i>Acropora echinata</i> ^{*^}
10.	<i>Acropora granulosa</i> ^{*^+}
11.	<i>Acropora insignis</i> [^]
12.	<i>Acropora nana</i> ^{*^}
13.	<i>Acropora halmaherae</i> [^] (?s.j of <i>A. parlis</i>)
14.	<i>Acropora pharonis</i> [^]
15.	<i>Acropora retusa</i> [^]
16.	<i>Acropora rosaria</i> [^] (?s.j of <i>Acropora loripes</i>)
17.	<i>Acropora spathulata</i> ^{^*} (?s.j of <i>Acropora millepora</i>)
18.	<i>Acropora speciosa</i> ^{*^}
19.	<i>Acropora torresiana</i> [^] #
20.	<i>Isopora crateriformis</i> ^{^*#}
21.	<i>Astreopora randalli</i> [^]
22.	<i>Euphyllia paraancora</i> [^] #
23.	<i>Galaxea longisepta</i> ^{*#}
24.	<i>Galaxea paucisepta</i> ^{*^}
25.	<i>Pseudosiderastrea tayami</i> [^]
26.	<i>Psammocora profundacella</i> ^{*^+}
27.	<i>Psammocora superficialis</i> ^{*^+}
28.	<i>Pavona bipartita</i> [^]
29.	<i>Pavona chiriquensis</i> [^]
30.	<i>Pavona duerdeni</i> [^]
31.	<i>Leptoseris incrustans</i> [^]
32.	<i>Pachyseris gemmae</i> ^{^*}
33.	<i>Herpolitha weberi</i> ^{*^} #
34.	<i>Lithophyllon undulatum</i> [^]
35.	<i>Podabacia motuporensis</i> [^]
36.	<i>Echinomorpha nishihirai</i> [^] #
37.	<i>Hydnophora grandis</i> ^{^*}
38.	<i>Acanthastrea hemprichii</i> [^]
39.	<i>Lobophyllia diminuta</i> ^{*#}
40.	<i>Symphyllia hassi</i> [^]
41.	<i>Lobophyllia robusta</i> [^]
42.	<i>Cyphastrea decadea</i> [^]
43.	<i>Echinopora pacificus</i> [^]
44.	<i>Favia helianthoides</i> ^{^*#}
45.	<i>Favia truncates</i> ^{^*#}
46.	<i>Favia veroni</i> ^{*#}
47.	<i>Goniastrea minuta</i> [^]

48.	<i>Leptastrea bottae</i> ^{^*}
49.	<i>Montastrea salebrosa</i> [*]
50.	<i>Oulophyllia bennetae</i> ^{*^#+}
51.	<i>Platygyra</i> cf. <i>acuta</i> ^{*#}
52.	<i>Platygyra ryukuensis</i> ^{*#}
53.	<i>Porites annae</i> ^{?^+}
54.	<i>Tubastraea micranthus</i> ^{+ #}
55.	<i>Turginaria irregularis</i> [^]
56.	<i>Millepora dichotoma</i> [^]
57.	<i>Millepora exaesa</i> [^]
58.	<i>Millepora intricata</i> [^]
59.	<i>Millepora murrayi</i> [^]
60.	<i>Millepora platyphylla</i> [^] #
61.	<i>Stylaster</i> sp. [^]

^ Trouvée par D. Fenner

* Trouvée par P. Muir

Une photo prise mais aucun spécimen collecté

+ Répertoire également par Laboute (2006)

?s.j. - synonyme junior possible

Tableau 1.6. Nouvelles observations faites par Fenner, en novembre 2006, dans le lagon Sud-ouest de la Grande-Terre, identifications réalisées avec l'appui de photographies.

1.	<i>Sylophora subseriata</i>
2.	<i>Acropora akajimensis</i> (?s.j of <i>A. donei</i>)
3.	<i>Acropora insignis</i>
4.	<i>Acropora parlis</i> (?s.s. of <i>A. halmaherae</i>)
5.	<i>Acropora pharaonis</i>
6.	<i>Acropora speciosa</i>
7.	<i>Astreopora cucullata</i> [*]
8.	<i>Astreopora randalli</i>
9.	<i>Montipora cactus</i> [*]
10.	<i>Montipora capitata</i>
11.	<i>Montipora stellata</i>
12.	<i>Psammocora profundacella</i> ⁺
13.	<i>Pachyseris gemmae</i>
14.	<i>Pavona duerdeni</i>
15.	<i>Podabacia motuporensis</i>
16.	<i>Sandalolitha dentata</i> [*]
17.	<i>Galaxea paucisepta</i>
18.	<i>Acanthastrea hemprichi</i>
19.	<i>Acanthastrea ishigakiensis</i> [*]
20.	<i>Lobophyllia robusta</i>
21.	<i>Cyphastrea decadea</i>
22.	<i>Goniastrea minuta</i>
23.	<i>Hydnophora grandis</i>
24.	<i>Rhizopsammia verrilli</i> [*]
25.	<i>Tubastraea diaphana</i> [*]
26.	<i>Millepora dichotoma</i>
27.	<i>Millepora intricata</i>
28.	<i>Millepora murrayi</i>

* non observée lors de cette étude

? s.j. - synonyme junior possible

? s.s. - synonyme senior possible

De nombreuses espèces de coraux sont plus ou moins menacées par les activités humaines et les perturbations naturelles. Les espèces des genres *Acropora*, *Millepora* et *Pocillopora* sont particulièrement vulnérables au blanchissement de masse des coraux, sans doute leur principale menace pour ce siècle. Par ailleurs, plusieurs *Acropora* possèdent des branches relativement fragiles, susceptibles d'être

Tableau 1.7. Extension et aires de répartition de 43 espèces de coraux. Il s'agit des espèces pour lesquelles Veron (2000), Wallace (1999) et Hoeksema (1989) considéraient la Nouvelle-Calédonie en dehors de leur aire de répartition.

1.	<i>Stylophora subseriata</i>
2.	<i>Acropora akajimensis</i> (?s.j. of <i>A. donei</i>)
3.	<i>Acropora halmaherae</i> (?s.j. of <i>A. parlis</i>)
4.	<i>Acropora pharaonis</i>
5.	<i>Acropora retusa</i>
6.	<i>Acropora spatulata</i> (?s.j. of <i>A. millepora</i>)
7.	<i>Acropora tenella</i>
8.	<i>Acropora torresiana</i>
9.	<i>Anacropora reticulata</i>
10.	<i>Astreopora randalli</i>
11.	<i>Montipora malampaya</i>
12.	<i>Montipora stellata</i>
13.	<i>Montipora verruculosus</i>
14.	<i>Goniopora fruticosa</i>
15.	<i>Porites</i> cf. <i>arnaudi</i>
16.	<i>Porites evermanni</i> sensu Veron 2000
17.	<i>Coscinarina monile</i>
18.	<i>Psammocora explanulata</i>
19.	<i>Psammocora nierstraszi</i>
20.	<i>Coelosera mayeri</i>
21.	<i>Leptoseris foliosa</i>
22.	<i>Pachyseris gemmae</i>
23.	<i>Herpolitha weberi</i> (?s.j. of <i>H. limax</i>)
24.	<i>Lithophyllum undulatum</i>
25.	<i>Galaxea longisepta</i>
26.	<i>Galaxea paucisepta</i>
27.	<i>Echinomorphia nishihirai</i>
28.	<i>Acanthastrea hemprichii</i>
29.	<i>Lobophyllia robusta</i>
30.	<i>Symphyllia hassi</i>
31.	<i>Cyphastrea japonica</i>
32.	<i>Favia maxima</i>
33.	<i>Favia truncatus</i>
34.	<i>Goniastrea minuta</i>
35.	<i>Goniastrea palauensis</i>
36.	<i>Leptastrea bottae</i>
37.	<i>Platygyra acuta</i>
38.	<i>Euphyllia ancora</i>
39.	<i>Euphyllia divisa</i>
40.	<i>Heterocyathus aequicostatus</i>
41.	<i>Heteropsammia cochlea</i>
42.	<i>Turbinaria irregularis</i>
43.	<i>Turbinaria heronensis</i>

? s.j. - synonyme junior possible

endommagées par les cyclones, particulièrement vulnérables aux maladies et constituant l'une des proies favorites de l'étoile de mer - *Acanthaster*. Deux espèces d'*Acropora* de l'Atlantique occidental qui dominaient autrefois les récifs ont subitement décliné et sont maintenant classées comme en danger dans le cadre de l'*Endangered Species Act* des États-Unis. Le genre *Acropora* rassemble plus d'espèces que tout autre genre de corail et est souvent le plus abondant sur un récif. Selon un rapport récent, un tiers des coraux bâtisseurs de récifs présentent un risque élevé d'extinction (Carpenter et al. 2008). Cette étude a permis de recenser 74 espèces d'*Acropora* (77 si on inclut *Isopora*), ce qui représente un chiffre élevé. Sur plusieurs sites, le genre était commun. Par conséquent, les communautés de coraux du nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie sont particulièrement vulnérables aux perturbations et notamment au réchauffement climatique.

Aucune espèce de corail n'est connue pour être endémique à la Nouvelle-Calédonie et la plupart des espèces recensées ont des aires de répartition étendues. L'aire de répartition de deux espèces s'est avérée plus restreinte que celle de la majorité des coraux. *Acropora torresiana* n'est connue que de la partie nord de la Grande barrière de corail, mais une photo d'une colonie unique prise lors de cet inventaire correspond à la description de l'espèce. Aucun échantillon n'a été prélevé et une seule colonie a été observée. La Nouvelle-Calédonie est la localité-type de *Cantharellus noumeae* dont l'aire de distribution s'étend jusqu'à la Grande barrière de corail et au nord de la Nouvelle-Guinée. Certains coraux de la côte ouest de l'Australie et de la mer Rouge semblent appartenir à cette espèce mais présentent quelques différences.

Influence de l'habitat sur et répartition spatiale de la diversité corallienne

Lasne (2007) a indiqué que la diversité corallienne était plus faible près du littoral de la Grande-Terre. Il pense également que le niveau de sédimentation plus élevé près du littoral est un facteur d'explication. Les sites de cette étude se trouvent à différents endroits du lagon Nord-ouest de la Grande-Terre. Certains sont situés sur des récifs frangeants près des côtes, d'autres dans le lagon entre la Grande-Terre et le récif barrière externe. D'autres encore se trouvent juste à l'intérieur du récif barrière, tandis que quelques sites sont sur la pente externe du récif barrière. La quantité moyenne d'espèces de coraux recensée par plongée sur les récifs proches de la Grande-Terre était de 56,5 comparée à 95,4 en moyenne sur les pentes externes du récif barrière (figure 1.2).

La figure 1.3 présente une classification plus fine des différents types de récifs bâtie à partir de données géomorphologiques fournies par Andréfouët pour la zone. Une fois de plus, la diversité des pentes externes du récif barrière était plus élevée que celle de la plupart des autres types de récifs. En ce qui concerne les récifs frangeants, leur diversité augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la Grande-Terre ; les récifs frangeants situés vers la barrière présentent la plus grande diversité. Ces résultats sont conformes à l'idée

que la diversité augmente en fonction de l'éloignement de la Grande-Terre.

Les récifs proches de la Grande-Terre sont globalement situés à des profondeurs moindres que ceux situés plus au large (figure 1.4). Or certaines espèces de corail préfèrent certaines profondeurs voire un petit nombre ne vit qu'en eau profonde. Il est envisageable que les récifs situés à des profondeurs limitées possèdent moins de coraux que ceux du large justement à cause de l'absence de ces habitats d'eau profonde. Afin de tester cette hypothèse, la relation entre le niveau de profondeur et le nombre d'espèces de coraux observés sur tous les sites est graphiquement représentée figure 1.5.

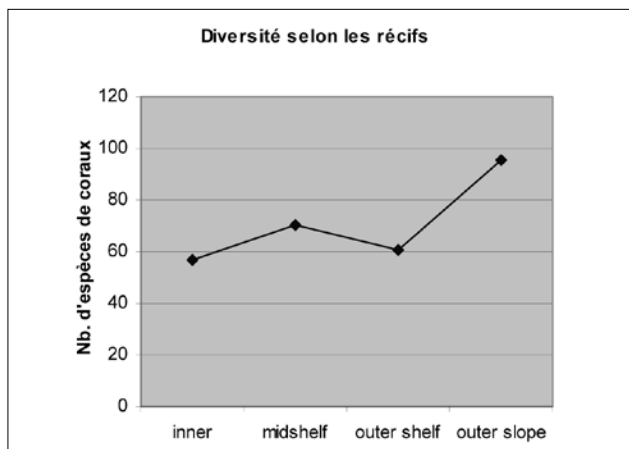


Figure 1.2. Nombre moyen d'espèces de coraux observées par plongée pour une distance croissante de la Grande-Terre. Pour les récifs internes (inner) $n = 13$, pour les récifs intermédiaires (midshelf) $n = 23$, pour les récifs externes (outer shelf) $n = 17$, et pour la pente externe (outer slope) $n = 8$. Le site 64 a été exclu car il s'agissait d'une passe présentant une faible diversité par rapport à tous les sites de pente de récif externe.

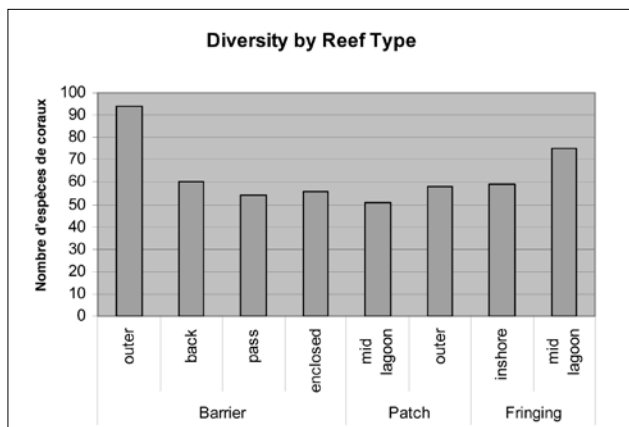


Figure 1.3. Nombre d'espèces de coraux par type de récifs selon leur géomorphologie (Andréfouët et Torres-Pulliza 2004). Le nombre d'espèces de coraux est une moyenne obtenue pour 9 sites de pente externe et 8 de pente interne, 5 de passe, 3 d'interne, 3 de complexe de massifs coralliens de lagon intermédiaire, 1 de complexe de massifs coralliens de lagon externe, 19 de récif frangeant côtier et 14 de récif frangeant de lagon intermédiaire.

La corrélation entre la profondeur maximale et le nombre d'espèces par site est modérée, $r=0,44$, mais fortement significative $p<0,0001$. Par conséquent, le niveau de profondeur des récifs aide à déterminer le nombre d'espèces présentes. Comme les récifs près des côtes se situent à une échelle de profondeur limitée, le nombre d'espèces de ces récifs en est réduit.

La sédimentation est une autre variable potentiellement déterminante pour la diversité spécifique des récifs. Les sites situés près du littoral présentent des niveaux de sédimentation plus élevés que ceux situés plus au large. Certains de ces sites contiennent plusieurs colonies mortes et quelques colonies endommagées.

La corrélation entre la turbidité et la richesse spécifique en corail est significative (figure 1.6). Ainsi, lorsque le niveau de turbidité diminue (et la visibilité s'améliore), le nombre d'espèces de coraux augmente ($r=0,52$, $p<0,0001$). La sédimentation peut tuer des coraux : lors de cette étude, des coraux morts ont été observés sur quelques récifs frangeants côtiers, situés le long de la Grande-Terre. La turbidité de l'eau réduit la lumière nécessaire aux coraux et la sédimentation est un facteur de perturbation affectant potentiellement la croissance et la reproduction des coraux. Une extinction locale de

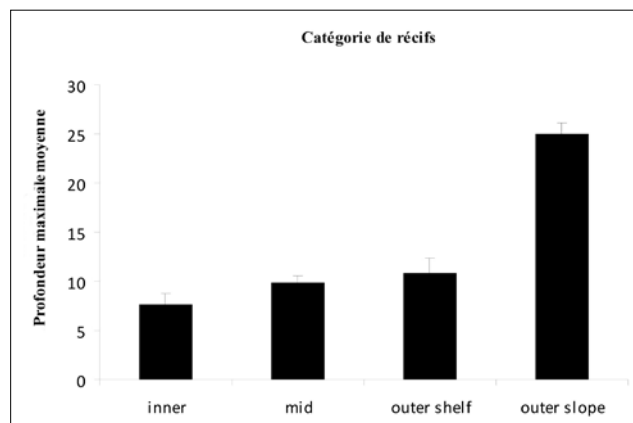


Figure 1.4. Profondeur maximale moyenne des sites (une erreur standard) pour les différentes catégories de récifs. Pour le lagon interne (inner) $n = 14$; intermédiaire (mid) $n = 22$; récif externe (outer shelf) $n = 18$ et pente externe $n = 8$. Total $n = 62$.

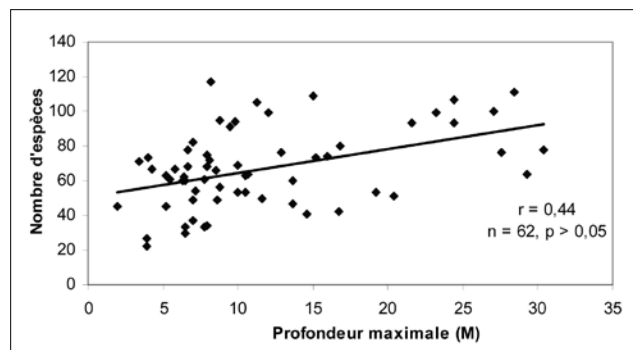


Figure 1.5. Diagramme de corrélation ($r=0,44$, $p>0,05$) entre la profondeur maximale des sites inventoriés et leur nombre d'espèces ($n = 62$).

certaines espèces peut en résulter. Des mesures quantitatives de la diversité, telles que l'indice H' de Shannon-Wiener, peuvent illustrer ceci plus clairement car ces mesures sont sensibles aux nombres d'individus observés pour chaque espèce présente. Les listes d'espèces établies pour chaque site, et utilisées dans de cette étude, n'illustrent, quant à elles, pas la diminution de la diversité tant que le dernier individu d'une espèce n'a pas disparu. Par conséquent, la corrélation actuelle confirme l'idée que les sédiments ne tuent pas seulement des coraux à proximité du littoral mais peuvent également réduire la diversité corallienne dans des endroits plus éloignés.

Les résultats de cette étude corroborent ceux de Lasne (2007) concluant que la diversité corallienne est plus faible près du littoral de la Grande-Terre et que la plus grande diversité est enregistrée sur la pente externe du récif barrière. Lasne (2007) indique que la cause probable de ce gradient est la profondeur limitée des récifs situés près de

la Grande-Terre et non l'importance de la sédimentation. L'un des sites abritant la plus grande diversité était le récif frangeant de l'île de Yandé située dans le lagon intermédiaire. Cependant, l'île de Yandé est beaucoup plus petite et moins peuplée que la Grande-Terre. De plus, elle ne fait l'objet d'aucune activité minière. Même si le récif en question est situé près des côtes de Yandé, le niveau de sédimentation y est faible.

Il est évident que la diversité corallienne a tendance à augmenter à mesure que l'on s'éloigne de la Grande-Terre et à mesure que l'on se dirige vers le nord-ouest. L'analyse statistique confirme que ces tendances sont significatives : le nombre total d'espèces de coraux est corrélé positivement et significativement à la distance vers le nord (figure 1.7, $F=13,65$, $ddl=1$ par 60, $p<0,01$) et négativement corrélé de manière significative à la distance vers l'est (figure 1.8, $F=17,65$, $ddl=1$ par 60, $p<0,01$). D'autre part, la distance à la côte est corrélée positivement et significativement au nombre total d'espèces de coraux (figure 1.9, $F=19,27$, $ddl=1$ par 60, $p<0,01$). Le fait que la diversité corallienne augmente à mesure que l'on va vers l'ouest s'explique probablement par la présence des récifs barrières externes, souvent considérés comme des sites de croissance optimale pour le corail et des sites abritant une plus grande diversité corallienne. Il faut cependant noter que les récifs présentant la plus grande diversité au monde sont des récifs frangeants situés près du littoral. Le fait que la diversité corallienne augmente à mesure que l'on va vers le nord ne peut s'expliquer par des processus naturels. Généralement, la diversité corallienne augmente lorsqu'on se rapproche de l'équateur, mais les distances entre les sites de cette étude (39,8 milles nautiques latitudinalement et 35,33 mi longitudinalement) sont trop petites pour que ce facteur soit retenu. L'explication la plus probable est que ces tendances reflètent une diminution des impacts de l'homme lorsqu'on s'éloigne de la terre principale et au fur et à mesure que l'on se déplace vers le nord.

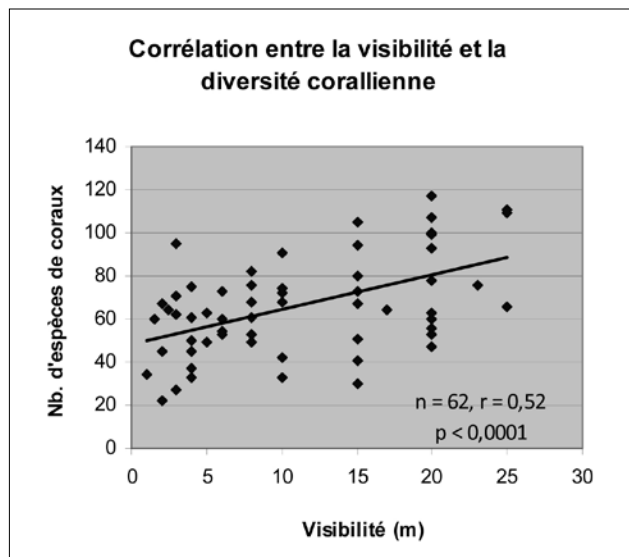


Figure 1.6. Diagramme de corrélation ($r=0,52$, $p<0,0001$) entre la visibilité (m) des sites inventoriés et leur nombre d'espèces ($n=62$).

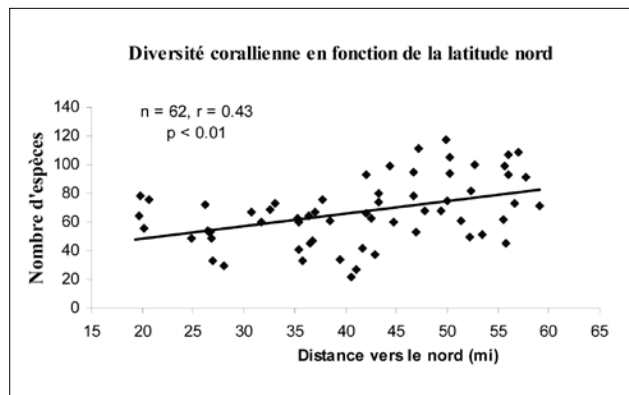


Figure 1.7. Graphique présentant la diversité corallienne (nombre d'espèces par site) pour une latitude nord croissante ($n=62$). La distance vers le nord, exprimée en mille nautique, est calculée à partir de la latitude 21°S et déterminées par GPS.

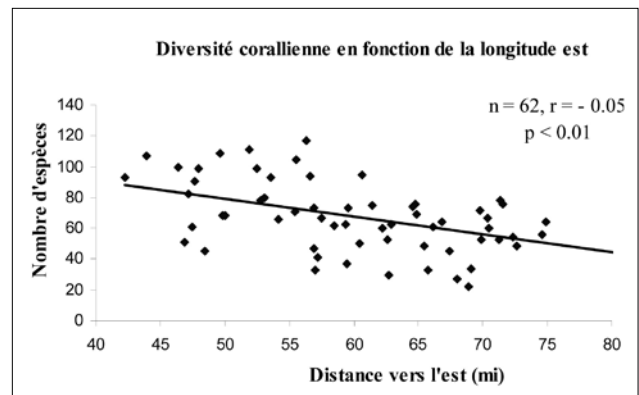


Figure 1.8. Graphique présentant la diversité corallienne (nombre d'espèces par site) pour une longitude est croissante ($n=62$). La distance vers l'est, exprimée en mille nautique, est calculée à partir de la longitude 163°E et déterminée par GPS.

Les analyses de partitionnement des listes d'espèces montrent un degré important de diversité des communautés coralliennes sans pouvoir différencier des sous-ensembles distincts de sites (figure 1.10). Des regroupements globaux sont évidents mais correspondent principalement à des zones géographiques claires telles que la passe au nord et le lagon externe (groupe A), l'arrière du récif barrière au nord (groupe B), les îles du nord et la barrière externe (groupe C), le lagon interne (groupe D) et les zones côtières (groupe E). Plusieurs sites ne pouvaient pas du tout être regroupés (groupe F).

Comparaisons régionales

L'Indopacifique présente un schéma bien connu de diversité : la plus grande diversité est enregistrée dans une zone qui comprend les Philippines et l'est de l'Indonésie (Stehli et Wells, 1971; Veron, 2000; Hughes et al. 2002; Roberts et al. 2002; Karlson et al. 2004), avec quelques indications montrant que cette zone s'étend à la Papouasie-Nouvelle-Guinée (Hoeksema 1992; Fenner 2003; Karlson et al. 2004) et aux îles Salomon (Veron et Turak, 2006). En s'éloignant dans n'importe quelle direction de cette zone, la diversité diminue et atteint de faibles niveaux dans le Pacifique oriental, au Japon et au sud de l'Australie. La diversité diminue dans une certaine mesure dans l'océan Indien et en mer Rouge mais pas autant que dans le Pacifique oriental (Veron, 2000). La zone de plus forte diversité est souvent appelée le "Triangle du corail." Les gradients nord-sud sont les "gradients latitudinaux" et les gradients est-ouest sont les "gradients longitudinaux".

La Nouvelle-Calédonie se situe en-dehors du Triangle du corail, mais relativement proche de sa pointe sud-est qui peut descendre jusqu'aux îles Salomon. Par conséquent, on peut s'attendre à ce que la diversité corallienne de la Nouvelle-Calédonie soit élevée, sans atteindre le niveau enregistré dans le Triangle du corail.

La figure 1.11 présente le nombre total d'espèces actuellement connues pour différents sites du Pacifique Sud

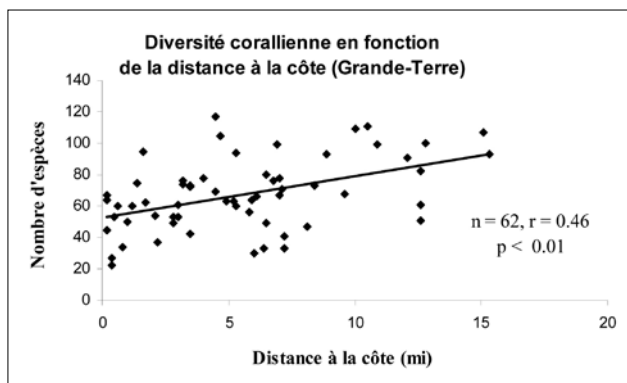


Figure 1.9. Graphique présentant la diversité corallienne (nombre d'espèces par site) pour une distance à la côte croissante ($n=62$). Pour chaque site, la distance, exprimée en mille nautique, de chaque site au point le plus proche de la Grande-Terre a été estimée à l'aide d'un système cartographique électronique C-Map.

et voisins de la Nouvelle-Calédonie, ainsi que, à titre de comparaison, pour Hawaï et le Pacifique oriental. Parmi ces sites, la diversité connue la plus élevée se situe à l'est de la Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux îles Salomon, qui peuvent être considérés comme faisant partie du Triangle du corail, tandis que la diversité la plus faible est enregistrée dans le

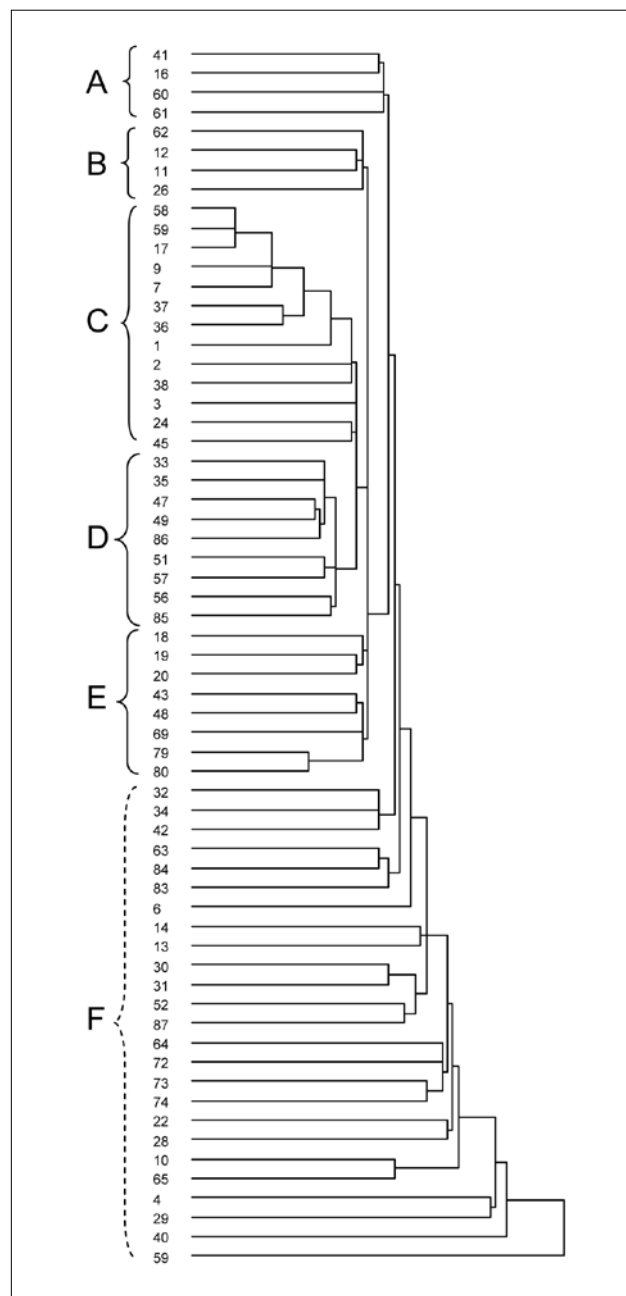


Figure 1.10. Cladogramme montrant les résultats d'une analyse de partitionnement des sites sur la base des données de présence/absence d'espèces de coraux. Il existe plusieurs habitats distincts : (A) à l'intérieur de la passe de Poum au nord, (B) barrière interne, section nord, (C) barrière externe, section nord avec l'île de Neba, (D) lagon interne, section du milieu (E) regroupement hétérogène comprenant les récifs côtiers de l'extrême nord et les récifs externes de la passe de Koumac, (F) assortiment de sites sans partitionnement clair.

Pacifique oriental, ce qui illustre un fort gradient de diversité décroissant longitudinalement.

Les données de ce graphique proviennent pour les îles Salomon de Veron et Turak (2006), pour la Papouasie Nouvelle-Guinée orientale et australe, le détroit de Torres, le nord et le centre de la Grande barrière de corail ainsi que Capricorn et Bunker de Veron (1993), pour la mer de Corail de Fenner et Ley (2008), pour la Nouvelle-Calédonie (cette étude), pour le Vanuatu de Veron (1990b), pour Fidji de Fenner (2007), pour Hawaï de Fenner (2005) et pour le Pacifique oriental de Glynn (1997). La moyenne du sud-ouest du Pacifique exclut les îles Salomon, l'est de la PNG, Hawaï et le Pacifique oriental (adapté de Fenner et Ley 2008).

Cependant, aucun gradient longitudinal de diversité n'est évident entre la Grande barrière de corail et les Samoa américaines (figure 1.11). Les raisons de cette absence de gradient ne sont pas évidentes. Dans le Sud-ouest du Pacifique, la Nouvelle-Calédonie se distingue par la présence du plus grand nombre d'espèces de coraux maintenant connues. L'effort et le temps consacrés à leur étude expliquent peut-être ce résultat. Les chiffres de la Grande barrière de corail, du sud de la Papouasie Nouvelle-Guinée et du Vanuatu proviennent d'inventaires réalisés par Veron et qui remontent déjà à un certains temps, avant qu'il n'acquiert la capacité d'identifier de nombreuses espèces présentes au Japon et dans le Triangle du corail. Les récifs de la mer de Corail ont fait l'objet de relativement peu d'études (Fenner et Ley 2008). C'est également le cas de Fidji (Fenner, 2007) et des Samoa américaines. La Nouvelle-Calédonie est peut-être mieux étudiée que d'autres systèmes récifaux de la région. Chaque nouvelle étude permettant d'ajouter de nouvelles espèces à la liste des espèces connues pour un site donné, le nombre total d'espèces de corail connues dépend fortement de la pression d'échantillonnage, de l'ancienneté des études effectuées et de l'expérience des personnes effectuant les inventaires. Le nombre total d'espèces connues pour un site donné n'est donc pas une mesure très précise de la diversité envisageable pour ce site.

La plupart de ces variables peut être contrôlée par l'application de mesures plus standardisées. Comparer la diversité trouvée au cours d'un nombre fixe de plongées (e.g. une ou 10 plongées) permet de contrôler la pression d'échantillonnage. Comparer des études effectuées par la même personne permet de contrôler la variabilité liée à l'observateur. Enfin comparer des études effectuées à des périodes identiques permet de maîtriser la variabilité temporelle. La figure 1.12 présente la moyenne d'espèces trouvées au cours d'une seule plongée et au cours de 10 plongées sur plusieurs sites. L'observateur est le même pour chaque site (D. Fenner). Comme toujours, un effort supplémentaire de recherche permet de trouver de nouvelles espèces ; ainsi au cours de 10 plongées, on trouve plus d'espèces qu'au cours d'une seule. Puisque la zone recensée au cours de 10 plongées est plus vaste, et qu'en vertu de la relation qui lie nombre d'espèces et superficie

inventoriée, une zone d'étude plus vaste abrite un plus grand nombre d'espèces qu'une zone plus restreinte.

Ces données ne mettent en évidence qu'un faible gradient longitudinal de diversité spécifique, avec des niveaux à peine plus élevés à l'est de la Papouasie Nouvelle-Guinée et à l'extrême-nord de la Grande barrière de corail que plus à l'est. Elles confirment donc la tendance du graphique précédent (figure 1.11) selon laquelle le gradient longitudinal de diversité spécifique total est faible ou inexistant dans la partie Sud-ouest du Pacifique. La Nouvelle-Calédonie présente le plus faible nombre d'espèces recensées au cours d'une seule plongée, mais la situation est différente pour dix plongées. La diversité des récifs échantillonnés représente une source de variabilité importante, qui n'a pas été contrôlée lors de cette analyse. Les éperons, les platiers et les

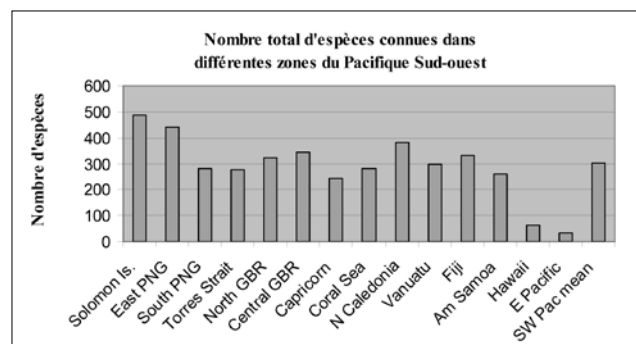


Figure 1.11. Nombre total d'espèces coralliennes connues dans différentes zones du Pacifique Sud-ouest (dans l'ordre, les Îles Salomon ; la Papouasie Nouvelle-Guinée - PNG - orientale et australe ; le Détroit de Torres ; le Nord, Centre et Sud - Capricorn - de la Grande barrière de corail - GBR ; la mer de Corail ; la Nouvelle-Calédonie ; le Vanuatu et Fidji) comparé aux estimations faites pour Hawaï et le Pacifique oriental (E Pacifique et SW Pac mean).

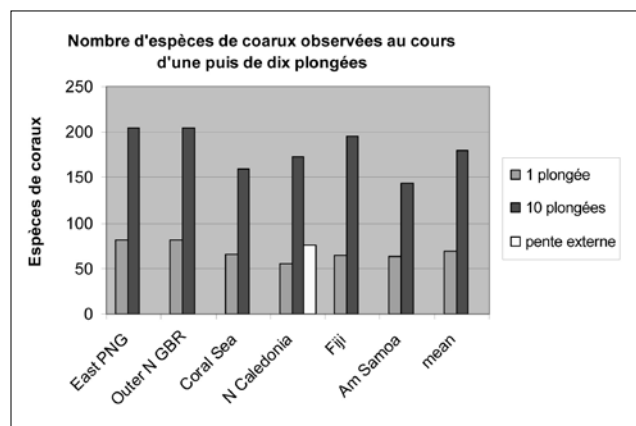


Figure 1.12. Nombre d'espèces de coraux observées par D. Fenner au cours d'une puis de 10 plongées, en différentes régions du Pacifique Sud-ouest (dans l'ordre, l'est de la Papouasie Nouvelle-Guinée - PNG ; le Nord de la Grande barrière de corail - GBR ; la mer de Corail ; la Nouvelle-Calédonie ; Fidji et les Samoa Américaines). La valeur moyenne de toute ces régions est également donnée. Pour la Nouvelle-Calédonie, on mentionne également le nombre d'espèces trouvées, au cours d'une seule plongée sur la pente externe de la barrière récifale.

lagons abritent généralement moins d'espèces que les pentes externes (Karlson et al. 2004). Les éperons et les platiers sont souvent situés à de très faibles profondeurs, ce qui pourrait expliquer leur faible diversité spécifique. En Nouvelle-Calédonie, la plupart des sites échantillonnés étaient situés à l'intérieur du lagon, là où les profondeurs étaient limitées. La figure 1.12 présente également, pour la Nouvelle-Calédonie, la moyenne du nombre d'espèces de coraux observées par Fenner sur la pente externe du récif barrière, au cours de cette étude (n=2) et sur le lagon Sud (n=1). Ce résultat est d'avantage comparable à ceux obtenus aux Samoa américaines où toutes les plongées ont été effectuées sur la pente externe du récif.

Affinités zoogéographiques des coraux

Les coraux du lagon Nord-ouest de la Grande-Terre et plus généralement ceux de la Nouvelle-Calédonie appartiennent à la province Indopacifique occidentale. Quelques espèces sont réparties dans toute la province mais ce n'est pas le cas de la majorité d'entre elles. La plupart des espèces de coraux trouvées dans cette zone ont une aire de distribution relativement étendue dans l'Indopacifique. Une majorité de coraux

passent par un stade larvaire pélagique, avec un minimum de quelques jours de développement pélagique pour les espèces à fécondation externe (la majorité) et de quelques semaines pour l'achèvement de l'étape larvaire. Quelques espèces minoritaires relâchent des larves développées qui peuvent être capables de se fixer immédiatement ou de passer une longue période de dispersion pélagique. Toutes sont capables de se fixer sur des objets flottants et de dériver sur de grandes distances, bien que certaines espèces comme *Pocillopora* sont plus fréquemment observées que d'autres sur des objets flottants (Jokiel 1989; 1990). La plupart des espèces trouvées lors de ce RAP, ont des aires de répartition géographique s'étendant du Pacifique à l'océan Indien et sont considérées comme indopacifiques (figure 1.13). Quelques espèces sont restreintes au Pacifique occidental, mais très peu d'espèces ont une aire de distribution couvrant la majeure partie du Pacifique sans s'étendre à l'océan Indien, ou encore des aires de distribution restreintes au Pacifique oriental, au Pacifique du Sud-ouest ou encore à l'océan Indien. La limite entre les océans Pacifique et Indien utilisée dans la figure 1.14 se trouve juste à l'ouest des îles Andaman, à l'endroit où Veron (2000) montre que la divergence entre les faunes coralliennes des océans Indien et Pacifique est la plus. Cependant, si la limite utilisée avait été la limite géographique entre les deux océans la prédominance des espèces indopacifiques aurait été encore plus évidente.

La plupart des espèces observées en Nouvelle-Calédonie présentent de larges aires de répartition qui s'étendent dans toutes les directions (figure 1.14). Les espèces dont l'aire de répartition ne s'étend pas au sud de la Nouvelle-Calédonie représentent les exceptions les plus fréquentes. Sans aucun doute, ceci tient à la localisation déjà australe de la Nouvelle-Calédonie, située à proximité des limites sud des récifs coralliens les plus développés. Les distributions présentées dans ces deux figures sont dues principalement aux très grandes zones de répartition de la plupart des espèces de coraux.

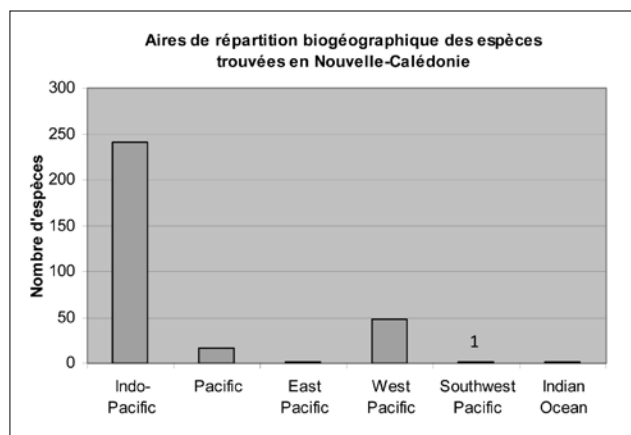


Figure 1.13. Aires de répartition biogéographique (Dans l'ordre, l'indopacifique, le Pacifique dans son ensemble, le Pacifique oriental, occidental et Sud-ouest ainsi que l'Océan indien) des espèces coralliennes trouvées en Nouvelle-Calédonie.

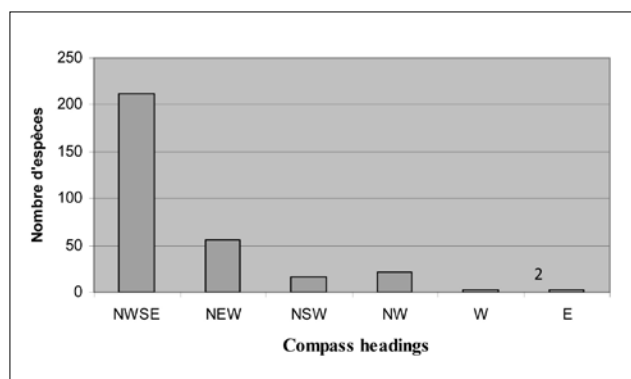


Figure 1.14. Nombre d'espèces coralliennes par type d'extension de leur aire de répartition (NWSE, simultanément vers le nord, l'est et l'ouest ; NSW, simultanément vers le nord, le sud et l'ouest ; NW, simultanément vers le nord et l'ouest ; W, vers l'ouest et E, vers l'est).

RECOMMANDATIONS POUR LA CONSERVATION

La Nouvelle-Calédonie possède la plus longue barrière de corail continue du monde et une très grande variété de récifs tels que les récifs frangeants, les complexes de massifs coralliens, les doubles barrières etc. Cet inventaire n'a inventorié qu'une minuscule fraction des récifs de la Nouvelle-Calédonie. Plus encore, il n'a permis d'étudier qu'une minuscule fraction de la variété des récifs néo-calédoniens. Certaines espèces étant restreintes à certains types d'habitats ou en tous les cas plus communes dans certains d'entre eux, le nombre d'espèces trouvées dépend fortement des habitats échantillonnés. Il est donc fort probable que la Nouvelle-Calédonie abrite un grand nombre d'espèces encore jamais observées. L'identification de plusieurs colonies a été difficile ; il pourrait donc y avoir de nombreuses variations locales d'espèces voire de nouvelles espèces. Nous

recommandons donc d'effectuer des études supplémentaires pour une meilleure compréhension de la diversité du lagon calédonien.

La majeure partie des récifs du monde a déjà été affectée par les activités humaines (ex. Pandolfi et al. 2003; Bellwood et al. 2004). Les récifs affectés ont souvent une moindre résilience à de nombreux cas de perturbations naturelles et anthropiques. Les récifs du nord de la Nouvelle-Calédonie sont peut-être parmi ceux qui ont été le moins perturbés dans ce pays. Cependant, deux facteurs d'impact semblent importants pour les récifs du Nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie et leurs effets vont probablement s'amplifier rapidement. Le premier facteur est la sédimentation, conséquence de l'érosion des reliefs suite à la disparition du couvert végétal et du sol résultant de l'activité minière. L'observation a montré que de nombreuses colonies de coraux ont été tuées par les sédiments sur les récifs situés à proximité du littoral de la Grande-Terre. L'eau était turbide et une épaisse couche de boue couvrait toutes les surfaces non-vivantes. Ces récifs sont déjà fortement touchés même si cet impact n'a pas encore eu de conséquences sur le nombre total d'espèces observées, certainement parce qu'avec la méthode utilisée des listes d'espèces, il faut que tous les individus d'une espèce aient disparu avant que le changement ne soit manifeste. Des mesures quantitatives de la diversité, à partir de transects, peuvent déjà montrer une diversité plus faible, en particulier une couverture par les coraux vivants restreinte et davantage de coraux morts sur les récifs situés près du littoral. Il semble que ces coraux aient déjà atteint les limites de ce qu'ils peuvent endurer, et sur certains récifs, certaines colonies sont déjà exposées à plus qu'ils ne peuvent supporter. Les coraux sont capables de supporter l'envasement modéré provenant de collines où la végétation est naturelle et peuvent même, dans ces conditions, continuer à s'épanouir (Hodgson et Dixon 1988; Rogers 1990). Mais si la situation actuelle perdure, les récifs proches du littoral au nord-ouest de la Grande-Terre seront morts d'ici quelques années ou quelques décennies au plus. Quelques récifs présentent une grande diversité d'espèces d'*Acropora* dont plusieurs n'ont pu être identifiées mais pourraient être de nouvelles espèces. On n'insistera jamais assez sur la nécessité de réduire la sédimentation provenant de l'activité minière. Toutes les dégradations d'origine minière devraient être réhabilitées, de préférence en y plantant des essences natives. Le coût de ces programmes de restauration devrait être intégré aux coûts d'exploitation. Si la sédimentation n'est pas rapidement réduite, les sédiments affecteront de plus en plus de récifs, d'abord près du littoral et ensuite de plus en plus loin dans le lagon. Il est possible de concilier une activité minière et la préservation de récifs en bonne santé mais il convient de prendre des mesures efficaces de réduction de la sédimentation, notamment en réhabilitant les zones minières. Il faudrait quantitativement évaluer, sur des transects, la couverture et la diversité corallienne des récifs proches du littoral, en recensant séparément les coraux vivants et des coraux morts et en répétant l'inventaire annuellement afin

de suivre la santé de ces récifs côtiers. Cette action doit démarrer rapidement avant la disparition de tous les récifs situés près des côtes.

Les résultats de cette étude permettent également d'identifier les sites potentiels pour l'établissement d'aires marines protégées ou de zones prioritaires de conservation, au moins sur la base de la diversité des coraux et de la santé des récifs. Les récifs à l'extrême-nord et en particulier ceux autour de l'île de Yandé contiennent la plus grande diversité de coraux et un large ensemble de communautés coralliennes différentes, de surcroît dans une zone relativement restreinte. Plusieurs espèces inhabituelles de coraux y ont aussi été trouvées ainsi que quelques communautés assez inhabituelles. Cette zone mérite certainement un niveau de protection élevé à l'avenir. Elle reste toutefois relativement éloignée des zones où la population humaine est dense et est relativement intacte.

Les changements climatiques représentent sans doute la menace la plus importante qui affectera les espèces de coraux et les récifs coralliens. La principale défense consiste à renforcer la résilience des récifs. La perturbation des récifs doit être minimale et l'écosystème doit être préservé autant que possible. La sédimentation qui perturbe les récifs rendra difficile un rétablissement après un épisode de blanchissement important. La perte des récifs coralliens signifiera la réduction de la protection qu'offre le littoral, ainsi que celle des activités de pêche et de tourisme lié aux récifs et enfin une diminution de la qualité de vie des résidents.

RÉFÉRENCES

- Andréfouët, S., G. Cabioch, B. Flamand, et B. Pelletier. 2006. The diversity of New Caledonia coral reef geomorphology and genetic processes: a synthesis from optical remote sensing, coring and acoustic multi-beam observations. *In*: Payri, C.E. and B. Richer de Forges (eds.) Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II 7, Institut de Recherche pour le Développement, Nouméa. Pp. 31–47.
- Bellwood, D.R., A.S. Hoey, et J.H. Choat. 2003. Limited functional redundancy in high diversity systems: resilience and ecosystem function on coral reefs. *Ecol. Letters* 6: 281–285.
- Bellwood, D.R., T.P. Hughes, C. Folke, et M. Nyström. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827–833.
- Best, M.B. et B.W. Hoeksema. 1987. New observations on scleractinian corals from Indonesia: 1. Free-living species belonging to the Faviina. *Zool. Meded. Leiden*. 61: 387–403.
- Best, M.B. et Suharsono. 1991. New observations on scleractinian corals from Indonesia: 3. Species belonging to the Merulinidae with new records of *Merulina* and *Boninastrea*. *Zool. Meded. Leiden*. 65: 333–342.

- Boschma, H. 1959. Revision of the Indo-Pacific species of the genus *Distichopora*. *Bijdr. tot de Dier.* 29: 121–171.
- Bouchet, P., P. Lozouet, P. Maestrati, et V. Heros. 2002. Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. *Biol. J. Linn. Soc.* 75: 421–436.
- Cairns, S.D. et H. Zibrowius. 1997. Cnidaria Anthozoa: Azooxanthellate Scleractinia from the Philippines and Indonesian regions. *In*: A. Crozier et P. Bouchet (eds.), *Resultats des Campagnes Musorstom*, Vol 16, Mem. Mus. nat. Hist. nat. 172: 27–243.
- Carpenter, K. E., M. Abrar, G. Aeby, R. Aronson, A. Bruckner, C. Delbeek, L. DeVantier, G. Edgar, A. Edwards, D. Fenner, et 29 autres. 2008. One third of reef building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science* 321: 560–563.
- Claereboudt, M. 1990. *Galaxea paucisepta* nom. nov. (for *G. pauciradiata*), rediscovery and redescription of a poorly known scleractinian species (Oculinidae). *Galaxea*. 9: 1–8.
- Dai, C-F. 1989. Scleractinia of Taiwan. I. Families Astrocoeniidae and Pocilloporiidae. *Acta Ocean. Taiwan*. 22: 83–101.
- Dai, C-F. et C-H. Lin. 1992. Scleractinia of Taiwan III. Family Agariciidae. *Acta Ocean. Taiwan*. 28: 80–101.
- Devaney, D.M., E.S. Reese, B.L. Burch, et P. Helfrich, (eds.). 1987. The natural history of Enewetak Atoll. Vol. II: Biogeography and Systematics. Office of Scientific and Technical Information. U.S. Department of Energy.
- Dineson, Z.D. 1980. A revision of the coral genus *Leptoseris* (Scleractinia: Fungiina: Agariciidae). *Mem. Queensland Mus.* 20: 181–235.
- Eldredge, L.G. et H.L. Evenhuis. 2003. Hawai'i's biodiversity: A detailed assessment of the numbers of species in the Hawai'i an Islands. *Bishop Museum Occasional Papers* 76: 1–28.
- Fenner, D. 2003. Corals of Milne Bay Province, Papua New Guinea. *In*: Allen, G.R., J.P. Kinch, S.A. McKenna, et P. Seeto. (eds.). A rapid marine biodiversity assessment of Milne Bay Province, Papua New Guinea – Survey II (2000). RAP Bulletin of Biological Assessment 29. Conservation International, Washington, DC. Pp. 20–26.
- Fenner, D. 2005. Corals of Hawai'i, A Field Guide to the Hard, Black et Soft Corals of Hawai'i and the Northwest Hawai'i an Islands, including Midway. Mutual Publishing, Honolulu, HI.
- Fenner, D. 2007. Coral diversity survey: Volivoli Beach, Viti Levu and Dravuni and Great Astrolabe Reef, Fiji, 2006. Institute of Applied Sciences Technical Report No. 2007/03, The University of the South Pacific, Fiji.
- Fenner, D. et Ley, J. 2008. Corals of the Reefs of the Coral Sea. WWF Australia.
- Fenner, D., M. Speicher, S. Gulick, G. Aeby, S.W.C. Alleto, B. Carroll, E. DiDonato, G. DiDonato, V. Farmer, J. Gove, P. Houk, E. Lundblad, M. Nadon, F. Riolo, M. Sabater, R. Schroeder, E. Smith, C. Tuitele, A. Tagarino, S. Vaitautolu, E. Vaoli, B. Vargas-Angel, et P. Vroom. 2008. Status of the coral reefs of American Samoa. *In* J.E. Waddell and A.M. Clarke (eds.), *The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2008*. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 73. NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team. Silver Spring, Maryland Pp. 307–351.
- Glynn, P.W. 1997. Eastern Pacific reef coral biogeography and faunal flux: Durham's dilemma revisited. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.* 1: 371–378.
- Hodgson, G. 1985. A new species of *Montastrea* (Cnidaria, Scleractinia) from the Philippines. *Pacific Sci.* 39: 283–290.
- Hodgson, G. et Dixon JA (1988) Measuring economic losses due to sediment pollution: logging versus tourism and fisheries. *Trop. Coast. Area Manag.* 3(1): 5–8.
- Hodgson, G. et M.A. Ross. 1981. Unreported scleractinian corals from the Philippines. *Proc. 4th Int. Coral Reef Symp.* 2: 171–175.
- Hoeksema, B.W. 1989. Taxonomy, phylogeny and biogeography of mushroom corals (Scleractinia: Fungiidae). *Zool. Verhand.* 254: 1–295.
- Hoeksema, B.W. 1992. The position of northern New Guinea in the center of marine benthic diversity: a reef coral perspective. *Proc. 7th Int. Coral Reef Symp.* 2: 710–717.
- Hoeksema, B.W. et M.B. Best. 1991. New observations on scleractinian corals from Indonesia: 2. Sipunculan-associated species belonging to the genera *Heterocyathus* and *Heteropsammia*. *Zool. Meded. Leiden* 65: 221–245.
- Hoeksema, B.W. et C-F. Dai. 1992. Scleractinia of Taiwan. II. Family Fungiidae (including a new species). *Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica*. 30: 201–226.
- Hughes, T.P., D.R. Bellwood, et S.R. Connolly. 2002. Biodiversity hotspots, centres of endemism, and the conservation of coral reefs. *Ecol. Letters* 5: 775–784.
- Jokiel, P.L. 1989. Rafting of reef corals and other organisms at Kwajalein Atoll. *Mar. Biol.* 101: 483–493.
- Jokiel, P.L. 1990. Long-distance dispersal by rafting: re-emergence of an old hypothesis. *Endeavour* 14: 66–73.
- Karlson R., H. Cornell, T.P. Hughes. 2004. Coral communities are regionally enriched along an oceanic biodiversity gradient. *Nature* 429: 867–870.
- Laboute, P. 2006. Scléactiniaires et organismes dominants de la zone Nord Est de la Nouvelle-Calédonie. *En*: McKenna, S.A., N. Baillon, H. Blaffart, et G. Abrusci (eds.). Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, Province Nord, Nouvelle-Calédonie. *Bulletin PER d'évaluation biologique* 42. Conservation International, Washington DC, Pp. 16–34.

- Laboute, P. et B. Richer de Forges. 2004. Lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie. Editions Catherin Ledru, Nouméa, New Caledonia.
- Lasne, G. 2007. Les coraux de la Nouvelle-Calédonie: synthèse bibliographique. Coral Reef Initiative for the South Pacific (CRISP), Institut de recherche pour le développement (IRD), Nouméa.
- Moll, H. et M.B. Best. 1984. New scleractinian corals (Anthozoa: Scleractinia) from the Spermonde Archipelago, south Sulawesi, Indonesia. *Zool. Meded. Leiden* 58: 47–58.
- Moll, H. et Suharsono. 1986. Distribution, diversity and abundance of reef corals in Jakarta Bay and Kepulauan Seribu. *UNESCO Rep. Mar. Sci.* 40: 112–125.
- Nemenzo, F. Sr. 1986. Guide to Philippine Flora and Fauna: Corals. Natural Resources Management Center and the University of the Philippines, Manila, Philippines.
- Nishihira, M. 1991. Field Guide to Hermatypic Corals of Japan. Tokai University Press, Tokyo, Japan. (in Japanese)
- Nishihira, M. et J.E.N. Veron. 1995. Corals of Japan. Kaiyusha Publishers Co., Ltd, Tokyo, Japan. (in Japanese)
- Ogawa, K. et K. Takamashi. 1993. A revision of Japanese ahermatypic corals around the coastal region with guide to identification- I. Genus *Tubastraea*. *Nankiseibutu: Nanki Biol. Soc.* 35: 95–109. (in Japanese)
- Pandolfi, J.M., R.H. Bradbury, E. Sala, T.P. Hughes, K.A. Bjorndal, R.G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M.J.H. Newman, G. Paredes, R.R. Warner, et J.B.C. Jackson. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301: 955–958.
- Paulay, G. (ed.) 2003. The marine biodiversity of Guam and the Marianas. *Micronesica* 35–36: 1–682.
- Payri, C.E. et B. Richer de Forges. 2006. Compendium of New Caledonian marine species: overview. *In*: Payri, C.E. and B. Richer de Forges (eds.), Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II7, Institut de recherche pour le développement, Nouméa. Pp. 11–16.
- Pichon, M. 2006. Scleractinia of New Caledonia: check list of reef dwelling species. *In*: Payri, C. E. and B. Richer de Forges (eds.), Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II 7, Institut de Recherche pour le Développement, Nouméa. Pp. 147–155.
- Reaka-Kudla M.L. 1995. An estimate of known and unknown biodiversity and potential for extinction on coral reefs. *Reef Encounter* 17: 8–12.
- Randall, R. H. et Y-M. Cheng. 1984. Recent corals of Taiwan. Part III. Shallow water Hydrozoan Corals. *Acta Geol. Taiwan.* 22: 35–99.
- Razak, T.B. et B.W. Hoeksema. 2003. The hydrocoral genus *Millepora* (Hydrozoa: Capitata: Milleporidae) in Indonesia. *Zool. Verh. Leiden* 345: 313–336.
- Richard, G. 1985. Fauna and flora, a first compendium of French Polynesia sea-dwellers. 5th Int. Coral Reef Symp. 1: 379–520.
- Roberts, C.M., C.J. McClean, J.E.N. Veron, J.P. Hawkins, G.R. Allen, D.E. McAllister, C.G. Mittermeier, F.W. Schueler, M. Spalding, F. Wells, C. Vynne, et T.B. Werner. 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295: 1280–1284.
- Rogers, C.S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 185–202.
- Sheppard, C.R.C. et A.L.S. Sheppard. 1991. Corals and coral communities of Arabia. *Fauna Saudi Arabia* 12: 3–170.
- Stehli, G.G. et J.W. Wells. 1971. Diversity and age patterns in hermatypic corals. *Syst. Zool.* 2: 115–126.
- Wallace, C.C. 2001. Wallace's line and marine organisms: the distribution of staghorn corals (*Acropora*) in Indonesia. *In*: Metcalf I 9ed.) Faunal and Floral Migrations and Evolution in SE Asia-Australasia. Rotterdam: Balkema. Pp. 168–178.
- Veron, J.E.N. 1985. New Scleractinia from Australian reefs. *Rec. West. Aust. Mus.* 12: 147–183.
- Veron, J.E.N. 1986. Corals of Australia and the Indo-Pacific. Univ. Hawai Press, Honolulu, HI.
- Veron, J.E.N. 1990a. New Scleractinia from Japan and other Indo-West Pacific countries. *Galaxea* 9: 95–173.
- Veron, J.E.N. 1990b. Checklist of the hermatypic corals of Vanuatu. *Pacific Sci.* 44: 51–70.
- Veron, J.E.N. 1993. A Biogeographic Database of Hermatypic Corals. *AIMS Monograph* 10: 1–433.
- Veron, J.E.N. 2000. Corals of the World. Volumes 1–3. AIMS, Townsville, Australia.
- Veron, J.E.N. 2002. Appendix 1: Checklist of corals of eastern Indonesia and the Raja Ampat Islands. *In* McKenna, S. A., G.A. Allen, and S. Suryadi (eds.). A marine rapid assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 22. Conservation International, Washington, DC. Pp. 90–103.
- Veron, J.E.N. et G. Hodgson. 1989. Annotated checklist of the hermatypic corals of the Philippines. *Pacific Sci.* 43: 234–287.
- Veron, J.E.N. et M. Pichon. 1976. Scleractinia of Eastern Australia. I. Families *Thamnasteriidae*, *Astrocoeniidae*, *Pocilloporidae*. *AIMS Monograph Series* 1: 1–86.
- Veron, J.E.N. et M. Pichon. 1980. Scleractinia of Eastern Australia. III. Families *Agariciidae*, *Siderastreidae*, *Fungiidae*, *Oculinidae*, *Merulinidae*, *Mussidae*, *Pectiniidae*, *Caryophyllidae*, *Dendrophyllidae*. *AIMS Monograph Series* 4: 1–422.
- Veron, J.E.N. et M. Pichon. 1982. Scleractinia of Eastern Australia. IV. Family *Poritidae*. *AIMS Monograph Series* 5: 1–210.

- Veron, J.E.N., M. Pichon, et M. Wijsman-Best. 1977. Scleractinia of Eastern Australia. II. Families Faviidae, Trachyphyllidae. AIMS Monograph Series 3: 1–233.
- Veron, J.E.N. et E. Turak. 2006. Coral diversity. *In*: Green, A., P. Lokani, W. Atu, P. Ramohea, P. Thomas, and J. Almany (eds.). Solomon Islands Marine Assessment: Technical report of survey conducted May 13 to June 17, 2004. TNC Pacific Island Countries Report No 1/06. Pp. 36–64.
- Veron, J.E.N. et C. Wallace. 1984. Scleractinia of Eastern Australia. V. Family Acroporidae. AIMS Monograph Series 6: 1–485.
- Wallace, C.C. 1994. New species and a new species-group of the coral genus *Acropora* (Scleractinia: Astrocoeniina: Acroporidae) from Indo-Pacific locations. *Invert. Tax.* 8: 961–88.
- Wallace, C.C. 1997. New species of the coral genus *Acropora* and new records of recently described species from Indonesia. *Zool. J. Linn. Soc.* 120: 27–50.
- Wallace, C.C. 1999. Staghorn corals of the world, a revision of the genus *Acropora*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Wallace, C.C. et J. Wolstenholme. 1998. Revision of the coral genus *Acropora* in Indonesia. *Zool. J. Linn. Soc.* 123: 199–384.
- Wallace, C.C., C.A. Chen, H. Fukami, et P.R. Muir. 2007. Recognition of separate genera within *Acropora* based on new morphological, reproductive and genetic evidence from *Acropora togianensis*, and elevation of the subgenus *Isopora* Studer, 1878 to genus (Scleractinia: Astrocoeniidae; Acroporidae). *Coral Reefs* 26: 231–239.
- Wantiez, L., C. Garrigue, et S. Virly. 2007. New Caledonia. *In*: Sulu, R. (ed.). Status of coral reefs in the Southwest Pacific: 2004. IPS Publications, University of the South Pacific, Suva. Pp. 95–116.
- Willis, B.I., R.C. Babcock, P.L. Harrison, et C.C. Wallace. 1997. Mating systems, hybridization and species concepts in mass spawning reef corals. *Coral Reefs* 16: S53–S65.

Chapitre 2

Diversité des poissons des récifs coralliens du lagon Nord-ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie

Vince Kerr

RÉSUMÉ

- Une liste d'espèces de poissons a été compilée à partir d'observations effectuées en plongée sous-marine sur 57 des 62 sites d'étude du lagon Nord-ouest (de Yandé à Koumac) de Nouvelle-Calédonie. Environ 90 heures de plongée ont été réalisées lors de l'inventaire, à une profondeur maximale de 30 m.
- Aujourd'hui, en Nouvelle-Calédonie, 1019 espèces de poissons associées aux récifs sont connues. L'étude a permis d'observer 526 espèces, représentant 52% de la diversité connue. Le nombre d'espèces sur les 57 sites analysés allait de 46 à 172, avec une valeur moyenne globale de 117 espèces.
- Les familles dominantes de l'aire d'étude étaient les Labridae, les Pomacentridae et les Gobiidae avec respectivement 75, 71 et 31 espèces observées.
- La plus grande diversité de poissons a été enregistrée à l'extérieur du récif barrière et sur les pentes externes avec une moyenne de 141 espèces par site. En moyenne l'intérieur des récifs barrières contenait 117 espèces par site, les passes 124 espèces, les récifs intermédiaires 127 espèces et les récifs intermédiaires 81 espèces. L'inventaire des poissons sur la plupart des sites du lagon interne, et dans une moindre mesure, du lagon intermédiaire, a été réalisé dans des conditions de mauvaise visibilité.
- L'inventaire a permis d'étendre l'aire de répartition de deux espèces de poissons récifaux jusqu'à présent jamais observés en Nouvelle-Calédonie. Il s'agit d'*Asterropteryx striatus* de la famille des Gobiidae et de *Plectroglyphidodon phoenixensis* de la famille des Pomacentridae.
- Une formule de prédiction du nombre total attendu des espèces de poissons récifaux pour l'aire d'étude a été appliquée. La formule prédit environ 773 espèces de poissons susceptibles d'être présentes sur le site. Ce résultat peut être comparé aux 1019 espèces de poissons connues pour tout le lagon et les récifs néo-calédoniens.
- Notre étude a montré l'existence d'une diversité de poissons récifaux relativement importante sur une zone étendue, ce qui indique que le lagon et le système récifal du nord-ouest est, en termes de biodiversité, important sur le plan régional, voire international. Il est tout à fait justifié et essentiel de développer un réseau d'aires marines protégées pour préserver et gérer cette région.

INTRODUCTION

Ce chapitre présente les résultats d'un inventaire des poissons récifaux du lagon Nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie, réalisé en décembre 2007 dans le cadre d'un RAP de Conservation International. Des informations générales sur l'étude et la description des sites concernés se trouvent dans d'autres sections de ce rapport.

L'objectif était d'établir une liste complète des espèces de poissons associées aux récifs. L'inventaire a été réalisé par des observations effectuées au cours de plongées effectuées à des

profondeurs présentant peu de risques pour des plongeurs autonomes (jusqu'à 30m). Cette méthode est souvent considérée comme optimale en termes de coûts et de temps passé. Un travail scientifique considérable a été consacré à l'analyse et la compilation des données obtenues antérieurement grâce à cette méthode sur de nombreux autres sites et par de nombreux plongeurs, permettant ainsi la comparaison de ces sites entre eux. Cependant, cette méthode présente des limites, par exemple elle exclura toujours les poissons estuariens, les espèces de poissons profonds et les espèces pélagiques telles que les exocets, les thons et les poissons à rostre (*billfish*).

La Nouvelle-Calédonie a fait l'objet de nombreux inventaires marins. Plusieurs institutions basées en Nouvelle-Calédonie ont également effectué des recherches visant à décrire la biodiversité et l'écologie des poissons récifaux du lagon calédonien. Les leaders dans ce domaine sont le Secrétariat général de la communauté du Pacifique, l'Institut de recherche pour le développement (IRD), les organismes gouvernementaux des provinces Nord et Sud et l'université de la Nouvelle-Calédonie. Bien que la plupart des études réalisées sur les poissons des récifs de la Nouvelle-Calédonie aient eues un lien avec le secteur de la pêche, elles contiennent néanmoins de nombreuses informations sur la biodiversité. Kulbicki et al (2000) ont réalisé un inventaire détaillé des stocks de poissons du lagon de la région du nord-ouest tandis que Letourneur et al (2000) ont étudié les communautés de poissons commerciaux et les effets des différents niveaux d'érosion des sols. Ces deux études fournissent une base importante d'informations. Un inventaire de la côte Nord-est ou région du mont Panié, réalisé par Conservation International en 2004, comprenait une étude de la diversité des poissons des récifs coralliens (Evans 2006).

Les estimations actuelles du nombre total d'espèces de poissons associés aux récifs coralliens sont variables. Les chiffres continueront à augmenter lorsque de nouvelles zones feront l'objet d'inventaires intensifs et lorsque les nouvelles espèces collectées seront décrites. Allen (2006) indique un chiffre de 1019 espèces pour la Nouvelle-Calédonie. Une publication récente de l'IRD indique 1694 espèces côtières (Fricke et Kulbicki 2006). La liste récapitulative de l'IRD prend en compte les poissons présents jusqu'à une profondeur de 100 mètres ainsi que les espèces d'estuaire, ce qui explique cette différence.

La Nouvelle-Calédonie occupe une situation importante, à la limite de la plaque tectonique indo-australienne. L'Indonésie et la Papouasie-Nouvelle-Guinée, où les plus hauts niveaux de diversité de poissons coralliens au monde sont enregistrés, se trouvent au nord. Les sites centrés autour de l'Indonésie ont une diversité qui représente environ le double de celle de la Nouvelle-Calédonie. Historiquement, des espèces de la région indo-australienne sont arrivées en Nouvelle-Calédonie en suivant les courants tropicaux chauds et descendants. La proximité du « Triangle de corail » signifie que l'ichtyofaune de la Nouvelle-Calédonie est importante sur le plan mondial et se situe à un rang élevé par rapport à d'autres régions. La Nouvelle-Calédonie est reconnue

comme faisant partie d'un important centre régional d'endémisme (Olsen et Dinerstein 2002; Roberts 2002).

Les méthodes d'inventaire rapide appliquées lors de cette étude peuvent fournir une image globale intéressante de la diversité des poissons récifaux sur des zones importantes. Dans la plupart des cas, les espèces rares et menacées ou les espèces indicatrices peuvent être observées et leur présence comparée à celle sur d'autres zones. Les données collectées permettent également d'appréhender la pression de pêche ou la présence de perturbations environnementales affectant la composition des communautés de poissons ou leur abondance. A un niveau plus fondamental, la connaissance de la diversité des poissons est utile et importante pour avoir des données de référence sur la structure et l'abondance des communautés. Cette information peut également être utilisée dans le cadre de futures études qui permettront de suivre l'évolution de la situation ou l'efficacité des actions de gestion de la pêche ou de protection de la biodiversité.

Ces méthodes d'inventaire peuvent toutefois conduire à une sous-estimation de la diversité globale d'un endroit donné à cause de la nature cryptique de certaines espèces et des limites du plongeur qui établit un contact visuel avec les espèces. Gerald Allen (2002a, 2002b, 2005a) a mis en place une méthode d'estimation du nombre total d'espèces de six familles dominantes de poissons à partir du nombre effectivement identifié par le plongeur. Cette méthode d'extrapolation est basée sur une analyse statistique détaillée de sites connus et d'efforts d'inventaire similaires. Elle nous permet d'extrapoler les chiffres de cette étude pour estimer le nombre total d'espèces attendues. Par ailleurs, ce nombre total estimé nous permet d'effectuer des comparaisons avec d'autres régions et pays qui ont fait l'objet d'un inventaire selon des méthodes similaires.

MÉTHODES

La méthode employée ici est très similaire à celle du RAP numéro 42 de Conservation international effectué sur le lagon Nord-est de la Nouvelle-Calédonie (Evans 2006). Environ 90 heures de plongée sous-marine, à une profondeur maximale de 30 m ont été réalisées. Une liste des espèces observées a été compilée pour chaque site. Le plongeur couvre, sur chaque site, tous les niveaux de profondeur et les différents habitats en une seule plongée durant de 60 à 110 minutes. Le nom de chaque espèce observée est noté au crayon sur une feuille en plastique attachée à un presse-papier. La technique implique de descendre jusqu'à 30 m le long du récif ou, lorsque la profondeur est inférieure à 30 m, jusqu'à la base du récif c'est à dire au niveau des sédiments. Pour une profondeur inférieure à 30m, on consacre 5 à 10 minutes à l'observation des espèces présentes sur les sédiments avant d'aller vers le récif. L'effort d'inventaire est divisé entre les différents niveaux de profondeur ; on consacre plus de temps à la zone située entre 1 et 12 mètres, où l'abondance et la diversité de poissons récifaux sont en

général les plus élevées. Le plongeur se déplace lentement et en zigzaguant à travers les habitats à la recherche des espèces nageant librement tout en passant plus de temps à rechercher des espèces les plus cryptiques cachées dans le substrat. Chaque plongée couvre un échantillon représentatif des principaux fonds et habitats présents sur le site. Les habitats typiquement rencontrés ont été les zones intertidales rocheuses, les platiers, les tombants escarpés, les grottes, les graviers et le sable ou un mélange sable/boue et les bancs à fonds meubles.

En plus de la présence d'une espèce, on note son abondance relative sur chaque site. Si une espèce n'est observée qu'une seule fois sur un site, sa note d'abondance est de 1 (rare). Une note de 2 (occasionnelle) est attribuée lorsque 2 à 10 individus d'une espèce sont observés ; une note de 3 (commune) est attribuée pour 11 à 50 individus observés, enfin une note de 4 (abondante) est donnée lorsque plus de 50 individus ont été vus. On calcule ensuite la moyenne des côtes d'abondance pour chaque espèce sur l'ensemble des sites ce qui permet de définir un indice d'abondance relatif ou de déterminer une description de chaque espèce présente.

On ne note le nom des poissons que lorsque l'identification est certaine. Dans le doute, on essaie de photographier l'individu pour en faire l'identification après la plongée. Dans tous les cas, les feuilles de données sont immédiatement vérifiées après la plongée et les photos prises sont analysées pour finaliser la liste d'espèces observées. Lors de ces vérifications, les autres plongeurs apportent leurs contributions à travers des observations ou des photographies d'espèces qui, une fois vérifiées, sont rajoutées à la liste. Compte tenu du peu de temps disponible et de la complexité des communautés de poissons observées, il est essentiel que le plongeur ait une grande expérience de l'identification des poissons récifaux.

Aucune méthode invasive telle que l'empoisonnement ou la pêche n'a été employée. Ces méthodes ont été utilisées pour des inventaires antérieurs et ont permis de dénombrer plus d'individus de certaines familles, en particulier les espèces cryptiques des familles de Gobiidae, de Blenniidae et de Trypterygiidae. La capture est une pratique importante pour un travail taxonomique ou pour l'identification des espèces nouvelles ou rares, mais ce n'était pas un objectif spécifique de cet inventaire. Toutes les photographies prises ont été archivées et classées par site.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Composition générale de la communauté de poissons

Aujourd'hui, 1019 espèces de poissons associées aux récifs sont connues dans le lagon de la Nouvelle-Calédonie (Allen 2006). Lors de cet inventaire, des espèces de poissons ont été observées et répertoriées sur 57 des 62 sites étudiés. Un total de 526 espèces a été identifié sur le lagon Nord-ouest, ce qui représente 52% de la diversité connue. L'abondance

moyenne de chaque espèce est présentée dans une liste en annexe 2.

Le tableau 2.1 présente la diversité spécifique des treize familles les mieux représentées sur l'ensemble des sites. Les familles sont classées en ordre décroissant de diversité. Les trois premières familles en termes de diversité, c'est-à-dire les Labridae (75), les Pomacentridae (71) et les Gobiidae (31) constituent 34 % des espèces répertoriées. Les 10 premières familles (Labridae, Pomacentridae, Gobiidae, Acanthuridae, Chaetodontidae, Serranidae, Scaridae, Lutjanidae, Apogonidae et Blenniidae) représentent 63% du total.

L'ordre de classement et d'importance des familles répertoriées lors de cet inventaire est similaire aux résultats obtenus par d'autres études (Allen 2006) avec quelques exceptions notables. En général, la famille des Gobiidae se situe au premier rang ou proche du premier rang. Il en est de même pour la famille des Blenniidae qui est généralement en sixième ou en septième position. Lors de cet inventaire, les Gobiidae se classaient 3ème et les Blenniidae 10ème. Il est probable que ces deux familles aient été sous-échantillonnées pour plusieurs raisons : elles contiennent de nombreuses espèces de petite taille et cryptiques, qui se cachent littéralement dans le substrat de corail et sont très difficiles à observer ; les différents observateurs peuvent avoir consacré une durée variable à trouver ces espèces difficiles et il faut un niveau d'expérience élevé pour identifier ces espèces; enfin, les inventaires antérieurs utilisés pour la comparaison ont généralement employé des techniques d'empoisonnement ou de capture en plus de l'observation visuelle. Nous n'avons pas employé ces techniques invasives qui auraient fait une différence importante au niveau de la diversité spécifique observée, en particulier pour les espèces cryptiques et de petite taille.

Tableau 2.1. Classement par diversité spécifique des treize familles de poissons récifaux les plus représentées. La colonne espèce donne le nombre d'espèces observées pour chacune de ces familles lors de l'inventaire du lagon du nord-ouest (Yandé à Koumac) en Nouvelle-Calédonie.

Classement	Famille	Espèces
1	LABRIDAE	75
2	POMACENTRIDAE	71
3	GOBIIDAE	31
4	ACANTHURIDAE	29
5	CHAETODONTIDAE	28
6	SERRANIDAE	25
7	SCARIDAE	20
8	LUTJANIDAE	18
9	APOGONIDAE	19
10	BLENNIIDAE	15
11	CARANGIDAE	17
12	BALISTIDAE	13
13	LETHRINIDAE	14

Structure de la communauté de poissons

La composition de la communauté locale de poissons récifaux dépend de la variabilité de l'habitat en Nouvelle-Calédonie et plus généralement dans la région indopacifique. La richesse relative de la faune calédonienne provient de la grande diversité de l'habitat du lagon nord-ouest. Les 62 sites d'étude visités ont été choisis de manière à inclure tous les habitats récifaux disponibles. Pour les besoins de l'analyse de la diversité des poissons, les sites ont été ainsi classés par catégorie de récifs : (1) récifs barrières externes, pente interne ou externe, (2) passes de récifs barrières externes, (3) arrière

de récifs barrières, (3) récifs du lagon intermédiaire (4) récifs du lagon interne. Ces classes de récifs présentent de nombreuses variations en termes d'influence des courants, d'exposition et de sédimentation. Tous ces facteurs influencent la structure des communautés de poissons. Nous n'avons pu analyser nos résultats qu'au niveau des classes globales d'habitat présentées ci-dessus. La diversité de l'habitat se traduit par une grande variation du nombre d'espèces répertoriées. Sur le site présentant la plus grande diversité, le nombre d'espèces observées était de 172, un chiffre proche du niveau exceptionnellement élevé (200 espèces et plus) relevé dans

Tableau 2.2. Nombre d'espèces de poissons récifaux observées sur chaque site lors de l'inventaire de la côte Nord-ouest (Yandé à Koumac) de Nouvelle-Calédonie. Le niveau de visibilité sous-marine et la classification du récif et de l'habitat sont indiqués. Pour l'inventaire des poissons, les catégories de récifs utilisées sont les suivantes : (1) avant des récifs barrières externes noté comme barrière externe, avant; (2) passes de récifs barrières externes noté comme barrière externe, passe; (3) arrière des récifs barrières externes noté comme barrière externe, arrière; (3) récifs du lagon intermédiaire et (4) récifs du lagon interne.

Rang	Site	Espèces	Visibilité	Catégorie de récifs	Rang	Site	Espèces	Visibilité	Catégorie de récifs
1	83	172	17	barrière externe, passe	32	74	120	8	barrière externe, arrière
2	63	163	20	barrière externe, arrière	33	41	116	5	lagon intermédiaire
3	37	157	20	lagon intermédiaire	34	73	114	10	barrière externe, arrière
4	7	153	20	barrière externe, avant	35	33	107	8	lagon intermédiaire
5	2	151	10	lagon intermédiaire	36	62	105	15	barrière externe, arrière
6	6	148	20	barrière externe, avant	37	45	105	5	lagon intermédiaire
7	9	145	20	barrière externe, avant	38	32	105	4	lagon interne
8	61	145	25	barrière externe, arrière	39	10	104	15	barrière externe, passe
9	87	144	10	lagon intermédiaire	40	12	97	8	barrière externe, arrière
10	80	143	20	barrière externe, avant	41	51	95	6	lagon intermédiaire
11	1	143	25	lagon intermédiaire	42	72	94	15	barrière externe, arrière
12	42	141	20	lagon intermédiaire	43	13	92	8	barrière externe, arrière
13	59	139	20	barrière externe, avant	44	14	92	10	barrière externe, arrière
14	69	139	15	barrière externe, arrière	45	64	85	4	barrière externe, passe
15	49	139	10	lagon intermédiaire	46	28	85	20	lagon interne
16	3	138	20	lagon intermédiaire	47	65	83	15	barrière externe, arrière
17	85	138	10	lagon intermédiaire	48	24	83	4	lagon interne
18	58	136	20	barrière externe	49	22	81	4	lagon interne
19	40	136	4	lagon intermédiaire	50	26	78	3	lagon interne
20	60	135	15	barrière externe, passe	51	29	78	3	lagon interne
21	84	134	20	barrière externe, arrière	52	19	76	6	lagon interne
22	38	134	15	lagon intermédiaire	53	20	76	3	lagon interne
23	43	134	20	lagon intermédiaire	54	56	70	1.5	lagon interne
24	36	133	15	lagon intermédiaire	55	35	64	2.5	lagon interne
25	17	132	25	Barrière externe, avant	56	18	57	3	lagon interne
26	79	130	23	barrière externe, avant	57	4	46	4	lagon intermédiaire
27	16	129	20	barrière externe, arrière					
28	52	129	5	lagon intermédiaire					
29	11	126	8	barrière externe, arrière					
30	86	123	6	lagon interne					
31	48	121	6	lagon intermédiaire					

le centre de grande diversité de la région en Indonésie, en Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux îles Salomon, appelé le « Triangle de corail » (Allen 2002a, 2002b, 2005a, 2006).

Le tableau 2.2 présente le nombre d'espèces trouvées sur chaque site. Les chiffres varient entre 46 et 172 espèces sur les 57 sites analysés, avec une moyenne de 117 espèces par site. Quatre sites de l'inventaire (34, 57, 30 et 31) n'ont pas été inclus dans l'analyse. Le site 57 est un récif du lagon intermédiaire avec une visibilité d'1 mètre tandis que les trois autres sites sont des récifs du lagon interne avec une visibilité comprise entre 1 et 2 mètres, un niveau bien inférieur aux limites pratiques des méthodes employées.

Les sites les plus riches en poissons récifaux

Les résultats montrent que les habitats proches des principales passes doivent posséder une grande diversité de poissons (*hotspots*). Ceci s'explique sans doute par la présence de structures complexes d'habitat, de courants très dynamiques et variés dans ces zones, de l'effet des entrées et sorties des poissons à travers les passes ainsi que de la situation semi-abritée favorable à la plupart des espèces.

Quatre autres sites parmi les 10 premiers en termes de diversité (sites 7, 6, 9 et 80) sont des pentes internes de récifs barrières situés à proximité des passes. Ce résultat n'est pas vraiment une surprise compte tenu de l'influence des courants océaniques, de la grande propreté de l'eau et de la grande complexité physique des récifs à ces endroits. Vu la situation de ces sites, il est également possible que la proximité des principales passes aient une influence positive sur la diversité des communautés. Il faut noter que quatre des dix premiers sites se trouvent près de l'île de Yandé. Deux autres sites de cette île sont classés entre la 11 et la 20^{ème} place en termes de diversité.

L'analyse de la diversité des poissons (tableau 2.3) en fonction des sites indique que les récifs barrières externes présentent la plus grande diversité avec 141 espèces par site. La diversité la plus faible est enregistrée sur les récifs de lagon interne avec 81 espèces en moyenne.

Tableau 2.3. Nombre de sites effectués par catégories de récif ainsi que moyenne et gamme du nombre d'espèces observées lors de l'inventaire. Pour l'inventaire des poissons, les catégories de récifs utilisées sont les suivantes : (1) avant des récifs barrières externes noté comme barrière externe, avant; (2) passes de récifs barrières externes noté comme barrière externe, passe; (3) arrière des récifs barrières externes noté comme barrière externe, arrière; (3) récifs du lagon intermédiaire et (4) récifs du lagon interne.

Catégorie de récifs	Nombre de sites	Moyenne d'espèces	Echelle
barrière externe, avant	8	141	130–153
barrière externe, arrière	14	117	83–163
barrière externe, passe	4	124	85–172
récifs du lagon intermédiaire	20	127	46–157
récifs du lagon interne	12	81	57–123

Les inventaires de la plupart des récifs internes, et dans une moindre mesure des récifs intermédiaires ont été réalisés dans des conditions de mauvaise visibilité. Le nombre relativement faible d'espèces répertoriées sur les récifs internes peut s'expliquer par les difficultés d'échantillonnage causées par le manque de visibilité. Il est probable que le niveau important de sédiments dans la colonne d'eau ait, à la longue, un impact négatif sur la qualité de l'habitat et par conséquent sur la diversité de poissons. La relation de cause à effet entre les niveaux de sédiments, l'impact sur l'habitat et la diversité ne peut être déterminée par la méthode employée ici.

Indice de diversité des poissons coralliens (CFDI)

Gerald Allen (1998) a développé une formule permettant d'estimer le nombre total d'espèces de poissons attendues à partir du comptage de six familles dominantes de poissons récifaux. La technique utilise une formule basée sur une analyse statistique approfondie de données collectées sur un vaste ensemble de sites d'étude. L'autre grand avantage de cette analyse est la possibilité de comparer plus précisément la diversité et la structure des communautés de poissons entre différentes zones géographiques et d'examiner les changements enregistrés suite aux actions de gestion ou à l'évolution de la situation environnementale.

Pour analyser les résultats de cette étude, nous avons utilisé la formule développée pour les zones relativement restreintes (surface marine environnante inférieure à 2000 km²) :

$$\text{Nombre total attendu d'espèces de poissons des récifs} = 3,39 \times (\text{CFDI}) - 20,595$$

La valeur du CFDI pour cette étude est obtenue en additionnant le nombre d'espèces répertoriées pour les six familles suivantes : Labridae (75), Pomacentridae (71), Acanthuridae (29), Chaetodontidae (28), Scaridae (20) et Pomacanthidae (11). La valeur du CFDI est de 234.

Le résultat indique que le nombre théorique d'espèces de cette zone est d'environ 773. Ce chiffre ne correspond ni au nombre d'espèces connues de 1019 pour la Nouvelle-Calédonie ni au chiffre de 526 espèces déterminé lors de cette étude.

Le tableau 2.4 présente les valeurs du CFDI, le total estimatif d'espèces de poissons prédit par la formule de CFDI et le nombre connu d'espèces pour un ensemble de pays du Pacifique, classés d'est en ouest. Les résultats de cet inventaire sont conformes à la tendance biogéographique globale qui place la Nouvelle-Calédonie à la limite du « Triangle de corail », zone connue pour posséder la diversité mondiale la plus forte. Globalement, le niveau de diversité est supérieur ou comparable à toutes les zones sauf au centre de diversité des récifs coralliens Indonésie/Papouasie-Nouvelle-Guinée/îles Salomon. Les chiffres trouvés ici sont également comparables à ceux déterminés lors de l'inventaire effectué par Conservation International des récifs coralliens au large

Tableau 2.4. Index de diversité des poissons coralliens (CFDI) pour des localités spécifiques de la région indopacifique. Toutes les données proviennent d'Allen (2002a, 2002b) sauf de la présente étude (Kerr) et du lagon du mont Panié en Nouvelle Calédonie d'après Evans (2006) (les deux sont en gras).

Localité	CFDI	Nb. poissons récifaux obs.	Nombre estimatif poissons récifaux
Baie de Milne, Papouasie-Nouvelle Guinée	337	1109	1313
Baie de Maumere, Flores, Indonésie	333	1111	1107
Iles Raja Ampat, Indonésie	326	972	1084
Iles Togean et Banggai, Indonésie	308	819	1023
Iles Komodo, Indonésie	280	722	928
Iles Calamianes, Philippines	268	736	888
Madang, Papouasie-Nouvelle Guinée	257	787	850
Lagon du mont Panié, Nouvelle Calédonie	255	597	844
Baie de Kimbe, Papouasie-Nouvelle Guinée	254	687	840
Manado, Sulawesi, Indonésie	249	624	823
Lagon du nord-ouest, Nouvelle Calédonie	234	527	773
Groupe Capricorn, Grande barrière de corail	232	803	765
Récifs Ashmore/Cartier, mer de Timor	225	669	742
Ile Kashiwa-Jima, Japon	224	768	738
Récifs Scott/Seringapatam, ouest de l'Australie	220	593	725
Iles Samoa, Polynésie	211	852	694
Iles Chesterfield, mer de Corail	210	699	691
Iles Sangalakki, Kalimantan, Indonésie	201	461	660
Iles Bodgaya, Sabah, Malaysia	197	516	647
Pulau Weh, Sumatra, Indonésie	196	533	644
Iles Izu, Japon	190	464	623
Ile Christmas Island, océan Indien	185	560	606
Ile Sipidan, Sabah, Malaisie	184	492	603
Rowley Shoals, ouest de l'Australie	176	505	576
Nord-ouest de Madagascar	176	463	576
Atoll Cocos-Keeling, océan Indien	167	528	545
Cap Nord-Ouest, ouest de l'Australie	164	527	535
Ile Tunku Abdul Rahman, Sabah, Malaysia	139	357	450
Ile Lord Howe, Australie	139	395	450
Iles Monte Bello, ouest de l'Australie	119	447	382
Ile Bintan, Indonésie	97	304	308
Côte de Kimberley, ouest de l'Australie	89	367	281
Ile Cassini, ouest de l'Australie	78	249	243
Ile Johnston, Pacifique centrale	78	227	243
Atoll Midway, Pacifique, U.S.A.	77	250	240
Rapa, Polynésie	77	209	240
Norfolk Island, Australie	72	220	223

du mont Panié (lagon du nord-est) en Nouvelle-Calédonie (Evans 2006).

Espèces menacées

Onze espèces répertoriées lors de cet inventaire font partie de la Liste rouge de l'UICN (tableau 2.5). Ce sont des espèces remarquables et présentes sur un certain nombre de sites.

Nouvelles observations pour la Nouvelle-Calédonie

Cet inventaire a permis d'étendre l'aire de répartition de deux espèces (tableau 2.6) jusqu'à présent jamais observée en Nouvelle-Calédonie. Affirmation soutenue sur la base de la liste établie par Fricke et Kulbicki (2006).

Une espèce de la famille des *Gobiidae* qui n'avait pas été auparavant observée en Nouvelle-Calédonie a été trouvée. L'identification de cette espèce s'est basée sur Allen et al (2005b) et Fricke et Kulbicki (2006). Le poisson a été identifié comme *Asterropteryx striatus*, au nom commun anglais de « *striped gobi* » donné par Allen. Il a été trouvé sur onze sites. Trois photos d'identification de qualité faible à modérée d'*Asterropteryx striatus* ont été prises et archivées. La deuxième nouvelle espèce pour la Nouvelle-Calédonie était *Plectroglyphidodon phoenixensis* de la famille des *Pomacentridae*. Elle a été observée sur deux sites et une photo de bonne qualité a été prise et archivée. Ces deux nouvelles espèces

pour la Nouvelle-Calédonie avaient été auparavant observées en Indonésie ou encore dans la région de la Grande barrière de corail. On pouvait donc s'attendre à les trouver en Nouvelle-Calédonie.

Une autre observation notable était celle, faite sur un seul site (49), d'une espèce de la famille des *Gobiidae* appelée *Tomiyamichthys oni*, au nom commun anglais de « *monster shrimp gobi* » donné par Allen. Cette espèce n'a été répertoriée qu'une seule fois auparavant, lors d'un inventaire en 2006 réalisé par le WWF dans le lagon nord de la Nouvelle-Calédonie (G. Allen com. pers.). Une photographie de bonne qualité a été prise et se trouve en possession de l'auteur.

RECOMMANDATIONS DE CONSERVATION

La Nouvelle-Calédonie a des connexions biogéographiques importantes avec le « Triangle de corail » (Roberts et al 2002). Compte tenu des menaces liées au réchauffement climatique, la situation de la Nouvelle-Calédonie qui se trouve à une latitude inférieure présente un intérêt régional important en matière de conservation de la biodiversité et de sa planification. Alors que les systèmes récifaux situés plus au nord connaissent d'avantage d'épisodes de blanchissement corallien à cause de « points chauds océaniques » (augmentation de la température de la mer) plus fréquents, le lagon de la Nouvelle-Calédonie peut jouer un rôle important en tant que refuge pour la biodiversité de la région indopacifique. Ceci renforce l'importance de la création d'un réseau d'aires marines protégées (AMP) en Nouvelle-Calédonie.

Le lagon nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie présente une diversité presque exhaustive des habitats de récifs coralliens. Certaines zones peuvent être décrites comme subissant peu d'impact anthropique. De tels endroits sont de plus en plus rares dans le Pacifique. Deux zones sont particulièrement remarquables : l'île de Yandé et sa passe ainsi que la passe de Kendec. Elles sont fortement prioritaires et méritent d'être incluses dans un réseau d'AMP. L'île de Yandé et sa passe présentent une grande complexité d'habitats et un ensemble unique de facteurs géologiques. Il s'agit d'une île élevée près d'un passe importante. Il en résulte un ensemble très complexe de courants et de conditions d'exposition, créant un les conditions optimales pour la diversité des poissons. Les sites autour de l'île de Yandé et de la passe

Tableau 2.5 : espèces observées pendant l'inventaire et présentes sur la Liste rouge de l'UICN. Leur statut selon cette liste indiqué à côté de chaque espèce. Les espèces sont classées par famille en ordre alphabétique.

Espèce	Catégorie
CARCHARHINIDAE	
<i>Carcharhinus melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Quasi-menacée
<i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1835)	Quasi-menacée
DASYATIDAE	
<i>Urogymnus asperrimus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Vulnérable
LABRIDAE	
<i>Cheilinus undulatus</i> (Rüppell, 1835)	En danger
SCARIDAE	
<i>Bolbometopon muricatum</i> (Valenciennes, 1840)	Vulnérable
SERRANIDAE	
<i>Cromileptes altivelis</i> (Valenciennes, 1828)	Vulnérable
<i>Epinephelus coioides</i> (Hamilton, 1822)	Vulnérable
<i>Epinephelus laceolatus</i> (Bloch, 1790)	Vulnérable
<i>Epinephelus malabaricus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Quasi-menacée
<i>Epinephelus polyphkadion</i> (Bleeker, 1856)	Quasi-menacée
<i>Plectropomus laevis</i> (Lacepède, 1802)	Vulnérable
<i>Plectropomus leopardus</i> (Lacepède, 1802)	Quasi-menacée

Tableau 2.6. Nouvelles observations de poissons récifaux pour la Nouvelle-Calédonie. La famille et le nom spécifique des nouvelles espèces ainsi que les sites d'observation sont indiqués.

Famille	Espèce	Sites
GOBIIDAE	<i>Asterropteryx striatus</i>	18, 28, 32, 85, 86, 87, 56, 73, 48, 52
POMACENTRIDAE	<i>Plectroglyphidodon phoenixensis</i>	58, 61

de Yandé sont classés premiers sur les 10 sites à plus forte diversité.

La passe de Kendec est similaire à la passe de Yandé car il s'agit aussi d'une passe large avec un fort courant et une diversité d'habitats importante. Les sites de la passe de Kendec présentent une diversité relativement élevée de poissons malgré des indices qui laissent supposer une certaine pression de pêche possiblement significative. Nos résultats montrent que cette zone est très productive et importante pour la diversité des poissons. Il est probable que les récifs de cette zone réagiront très favorablement à une protection de haut niveau. Compte tenu de la forte biodiversité, de la valeur des habitats et de la menace d'une pression de pêche accrue, cette zone devrait être également considérée prioritaire pour la conservation et incluse dans un réseau d'AMP.

L'autre recommandation essentielle de la planification des AMP est d'inclure, dans la mesure du possible, tous les différents types d'habitats de la région. Cette stratégie permettra de protéger le plus vaste ensemble possible de poissons tout en apportant un appui à toutes les fonctions écologiques telles que la connectivité et les éléments essentiels aux différentes étapes du cycle reproductif de certaines espèces ayant des exigences particulières. Il faut noter que cette approche est également prudente car elle permet de protéger de façon optimale des espèces qui n'ont pas encore été observées et/ou des fonctions écologiques qui sont encore mal comprises. La liste des choses que nous ignorons des écosystèmes récifaux est encore longue.

RÉFÉRENCES

- Allen, G.R. 1998. Reef and shore fishes of Milne Bay Province, Papua New Guinea. : Werner, T.B. and G.R. Allen (eds.). A rapid biodiversity assessment of the coral reefs of Milne Bay Province, Papua New Guinea. RAP Working Papers 11, Washington, D.C.: Conservation International. Pp. 39–49, 67–107.
- Allen, G.R. 2002a. Reef Fishes of Milne Bay Province, Papua New Guinea. : Allen, G.R., J.P. Kinch, S.A. McKenna, et P. Seeto (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of Milne Bay Province, Papua New Guinea Survey II (2000). RAP Bulletin of Biological Assessment 29. Conservation International, Washington DC, USA.
- Allen, G.R. 2002b. Reef Fishes of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. McKenna, S.A., G.R. Allen, and S.B. Suryadi (eds.). A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia 2001. RAP Bulletin of Biological Assessment 22. Conservation International, Washington DC, USA.
- Allen, G.R. 2005a. Reef fishes of northwest Madagascar. : McKenna, S.A., and G.R. Allen (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral Reefs of Northwest Madagascar (2005). RAP Bulletin of Biological Assessment 31. Conservation International, Washington, DC USA.
- Allen, G., Steene, R. Humann, et P. Deloch, N. 2005b. Reef Fish Identification Tropical Pacific. New World Publications Inc., Jacksonville, Florida. 457pages.
- Allen, G.R. 2006. Coral Reef Fish Diversity. In: Green, A., P. Lokani, W. Atu, and P. Ramohia, P. Thomas and J. Almany (eds.). 2006. Solomon Islands Marine Assessment: Technical report of survey conducted May 13 to June 17, 2004. TNC Pacific Island Countries Report No. 1/06.
- Eschmeyer, W.N. (ed.). 1998. Catalog of Fishes. Vols. 1–3. California Academy of Sciences, San Francisco.
- Evans, R. 2006. Diversité des poissons des récifs coralliens. : McKenna, S.A., N. Baillon, H. Blaffart, et G. Abrusci (eds.) Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, province Nord, Nouvelle-Calédonie. Bulletin PER d'évaluation biologique 42. Conservation International, Washington DC, USA Pp. 35–42.
- Fricke, R. and M. Kulbicki. 2006. Checklist of shore fishes of New Caledonia: Payri, C. E. and B. Richer de Forges (eds.) Compendium of marine species form New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques II 7, Institut de Recherche pour le Développement, Noumea. Pp. 313–357.
- Froese, R., et D. Pauly. Editors. 2008. FishBase. Website publication. www.fishbase.org, version (02/2008).
- IUCN, 2004. . <>. Downloaded on 14 March, 2008.
- Kulbicki, M., P. Labrosse, et Y. Letourneur. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: 2-Stocks of Lagoon Bottom and Reef-associated Fishes. Aquat. Living Resour. 13 (2): 77–90.
- Letourneur, Y., M. Kulbicki, et P. Labrosse. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: Structure and 1-Stocks of Coral Reef Fish Communities. Aquat. Living Resour. 13 (2): 65–76.
- Olsen, D.M., et E. Dinerstein. 2002. The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. Ann. Missouri Bot. Gard. 89:199–224.
- Randall, J.E. 2005. Reef and Shore Fishes of the South Pacific, New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn Islands. University of Hawaii Press. 707 pages.
- Roberts, C.M., C.J. McClean, J.E.N. Veron, J.P. Hawkins, G.R. Allen, D.E. McAllister, C.G. Mittermeier, F.W. Schueler, M. Spalding, F. Wells, C. Vynne, et T.B. Werner. 2002. Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. Science 295: 1280–1284.

Chapitre 3

Evaluation des espèces d'invertébrés marins ciblées

Caroline Vieux

RÉSUMÉ

- L'évaluation des espèces d'invertébrés marins ciblées d'holothuries et de mollusques (*Trochus niloticus* et bénitiers) a été réalisée sur un total de 28 sites jusqu'à une profondeur maximale de 12 mètres. Les sites concernés se trouvent au sud de l'aire d'inventaire (Poum et Koumac) ; la partie nord entre Yandé et Poum n'a pas été incluse dans cet inventaire.
- Treize espèces d'holothuries ont été recensées ; les récifs de type intermédiaire enregistrent la plus grande diversité avec 11 espèces. Les densités des deux espèces les plus sévèrement exploitées, *Holothuria scabra* et *Holothuria nobilis* étaient extrêmement faibles, voire nulles.
- *Trochus niloticus* a été l'espèce la plus fréquemment observée sur les récifs barrières et leur nombre est supérieur à celui enregistré lors de l'inventaire RAP du mont Panié en 2004. Les densités sur les récifs intermédiaires et frangeants sont similaires. Les données de la province Nord montrent que cette espèce est fortement exploitée. Une évaluation des stocks serait utile pour évaluer la durabilité du niveau d'exploitation de *T. niloticus*.
- Seules trois espèces de bénitiers ont été recensées le long des transects et *Tridacna derasa* a été observé en dehors du transect. Seules des coquilles vides de *Hippopus hippopus* ont été trouvées. Comme l'on s'y attendait, aucun *T. gigas* n'a pu être observé. L'espèce la plus fréquente était *T. crocea*.
- Il serait nécessaire d'évaluer rapidement et en détail les stocks d'holothuries en étudiant les sites à une profondeur supérieure à 12 mètres. Des évaluations similaires sont nécessaires pour les bénitiers et les trocas ainsi qu'un suivi régulier des stocks et la poursuite du suivi régulier des prises de ces trois invertébrés.

INTRODUCTION

Les espèces ciblées d'invertébrés marins, c'est-à-dire les holothuries et les mollusques (trocas et bénitiers) ont fait l'objet d'un inventaire antérieur sur les récifs au large du littoral nord-est, dans la région du mont Panié (Pouébo et Hienghène) de la province Nord (Lindsay et McKenna 2006). Nous faisons ici le compte-rendu d'une évaluation, selon la méthode du transect en bande, des mêmes espèces mais sur les récifs situés au large du littoral nord-ouest (Poum et Koumac) de la province Nord. Ces espèces d'invertébrés sont collectées à des fins commerciales et de subsistance. Ce chapitre porte sur les espèces d'holothuries, de trocas et de bénitiers recensées sur 28 sites de la partie sud de l'aire d'étude (Koumac). Le précédent rapport d'inventaire RAP (McKenna et al. 2006) présente ces invertébrés de manière plus détaillée. Selon la terminologie employée dans l'industrie de la pêche à l'holothurie, le terme « bêche-de-mer » sera utilisé pour désigner l'animal mort préparé pour le commerce. L'animal vivant sera désigné par le terme « holothurie » ou « concombre de mer ». La terminologie du World Fish Center pour le genre et l'espèce de concombre de mer sera appliquée.

Selon le Service de l'aquaculture et des pêches de la province Nord, la collecte des holothuries dans la zone de Poum-Koumac a démarré à la fin du XIX^{ème} siècle. Aucune donnée n'est disponible sur les stocks de ces espèces. Les principales espèces exploitées sont *Holothuria scabra* et *Holothuria nobilis* qui représentent respectivement 20 % et 16 % des bêtes-de-mer vendues sur le marché. Les pêcheurs commerciaux sont motivés par les prix attractifs des bêtes de mer (jusqu'à 4 500 XPF/kg - en poids sec - pour *Holothuria fuscogilva*). Les autres espèces commerciales sont *Actinopyga leucanora* (3 553 XPF/kg), *Stichopus chloronotus* (3 500/kg) et *Holothuria nobilis* (3 176 XPF/kg). Les trocas et les bénitiers sont également exploités mais dans une moindre mesure. En comparaison avec les prix des bêtes-de-mer, la chair de bénitier se vend à 750 XPF/kg, celle du troca à 800 XPF/kg tandis que sa coquille s'échange à 321 XPF/kg. Il faut noter que les holothuries doivent passer par différentes étapes de traitement - ébouillantage, nettoyage et séchage (qui réduit leur poids) - avant d'être vendus en tant que bêtes-de-mer. Les pêcheurs vendent leur collecte à des négociants à n'importe quelle étape du processus. Le cas échéant, les négociants achèvent le processus et vendent le produit à des exportateurs qui sont au nombre de trois dans la région.

Le code de l'environnement de la province Nord (édition 2009) consacre plusieurs chapitres à la réglementation des pêches et contient notamment des dispositions spécifiques relatives aux ressources marines comme les holothuries, les trocas et les bénitiers. Des longueurs minimales sont définies pour huit espèces d'holothuries dont l'exploitation doit par ailleurs faire l'objet d'une autorisation spécifique annuelle délivrée par la province Nord. La collecte des trocas est limitée aux individus dont le plus grand diamètre est supérieur à 9 cm. Leur exploitation est également réservée aux titulaires d'une autorisation spéciale. [NDLR section librement traduite pour coller davantage au texte récemment voté] *Tridacna gigas* est considéré disparu des eaux de la Nouvelle-Calédonie et sa présence passée n'est prouvée que par des coquilles fossiles (Wells 1997). L'utilisation de harpon, d'équipement de plongée et de tout outil qui pourrait endommager l'habitat est interdite pour la collecte de ces invertébrés. La pêche de nuit est également prohibée. Ainsi, les pêcheurs ne peuvent collecter ces espèces qu'à la main, en plongée libre et pendant la journée. La profondeur accessible pour la collecte serait ainsi limitée à 12–20 mètres selon les aptitudes des pêcheurs.

Selon les données de 2007 de la province Nord, 3 900 kg de bêtes-de-mer, 1 796 kg de coquilles de trocas, 51 kg de chair de trocas et 3 kg de bénitiers ont été collectés par des pêcheurs professionnels à Poum et Koumac. Ces chiffres couvrent l'activité de trois pêcheurs commerciaux mais le Service de l'aquaculture et des pêches de la province Nord pense que 40 à 50 autres pêcheurs d'holothuries de Poum devraient être également pris en compte. L'effort de pêche des holothuries est donc extrêmement sous-estimé. Selon le Service de l'aquaculture et des pêches de la province Nord, la collecte de trocas constitue essentiellement une activité

commerciale et non de subsistance, tandis que la collecte de bénitiers est plus opportuniste que ciblée.

Aucune information ne fait état de zones traditionnelles de non-pêche des invertébrés, mais le Service de l'aquaculture et des pêches pense qu'elles existent autour des îlots de Poum et peut-être à Yandé.

L'objectif de cette étude était de fournir des données initiales sur les populations d'invertébrés ciblés dans la zone de Poum-Koumac. Les données collectées sont limitées dans l'espace et dans le temps et ne constituent pas une base pour la définition d'un plan de gestion. Elles ont pour objectif de fournir, à la province Nord, des informations préliminaires sur les stocks dans le but d'orienter la réalisation d'études plus détaillées sur les différentes espèces et zones. Aucune donnée antérieure provenant de l'inventaire des espèces sur des sites spécifiques n'existe pour aucune des espèces concernées.

MÉTHODOLOGIE

Les espèces d'invertébrés marins ciblées ont été recensées selon la méthode du transect en bande (English et al., 1997). La méthode du transect en bande a été préférée au protocole « *timed-swim* » utilisé lors de l'évaluation des espèces d'invertébrés au mont Panié (Lindsay et McKenna 2006) pour permettre de répéter facilement la procédure et de comparer les résultats lors des évaluations futures. Par rapport à la méthode « *timed-swim* », le transect en bande couvre une superficie plus restreinte.

La méthode du transect en bande consiste à placer un ruban de 100 mètres de longueur sur le récif et à « prélever » des échantillons dans les zones situées à 2,5 m à gauche et à droite du transect soit sur une largeur totale de 5 m. Chaque segment de la bande de transect mesure 25 m de long et 5 m de large. Après l'échantillonnage des 25 premiers mètres de transect, les 10 suivants sont sautés puis les observations sont reprises sur 25 m, et ainsi de suite pour obtenir trois bandes de transects. Ainsi sur la longueur totale du transect (100 m), les données ont été collectées sur les segments 0–25 m, 35–60 m et 70–95 m et sur une largeur de 5 m. Les transects sont positionnés à une profondeur de 2–3 m puis, lorsque l'on disposait de suffisamment de temps, à des profondeurs plus élevées comprises entre 10 et 12 m. Cette profondeur maximale de 12 mètres correspond à la principale zone de collecte des invertébrés exploités. Le ruban de transect a été placé parallèlement à la crête du récif sauf dans les habitats de lagons fermés (sites 69 et 74).

Le nombre et la taille des espèces ciblées d'holothuries et de mollusques (bénitiers et trocas) trouvées le long de chaque bande de transect a été noté. Les autres espèces recensées le long du transect en bande ont été des huitres, des turbos, des cauris, des étoiles de mer « couronne d'épines », des lambis et des oursins (voir annexe 3). Les tailles ont été mesurées à l'aide d'un mètre-ruban. Les autres données collectées sont la profondeur, la couverture

corallienne, la visibilité et l'heure. La position GPS a été relevée pour les sites uniquement. Les densités de population par site ont été calculées en divisant le nombre d'individus observés par la superficie de la zone étudiée, c'est-à-dire 375 m² par site. La densité moyenne a été notée uniquement pour les espèces commerciales et les plus abondantes.

La collecte des données sur les invertébrés commercialisés a eu lieu les deux dernières semaines de l'inventaire dans la partie sud de la zone d'étude uniquement (entre les passes de la Gazelle et de Kendec). L'inventaire a été réalisé de jour et non la nuit lorsque les invertébrés sont généralement plus actifs. Comme la collecte des invertébrés est interdite de nuit, l'inventaire de jour a permis d'avoir une idée de la population des espèces ciblées disponibles dans les sites récifaux aux heures où les pêcheurs sont actifs. Les invertébrés n'ont pas été recensés sur les récifs de la partie nord de la zone d'étude, entre l'île de Yandé et Poum. Dans la partie sud, les transects ont été réalisés dans trois types d'habitats : 1) lagon intérieur ou récifs côtiers avec des complexes de massifs coralliens ou des récifs frangeants, 2) récifs intermédiaires composés de complexes de massifs coralliens et 3) la barrière extérieure ou le lagon extérieur composé de la pente externe, du récif extérieur, des passes et des lagons fermés au sein du récif barrière. Il faut noter que les habitats de récifs intermédiaires de la barrière frangeante ou côtière au large des îles de Yandé et de Néba au nord n'ont pas fait l'objet d'un inventaire des invertébrés ciblés.

Sur la base de cette classification, 9 transects ont été positionnés sur le lagon intérieur ou les récifs côtiers, 11 sur les récifs intermédiaires et 8 sur les récifs barrières extérieurs (tableau 3.1). La superficie totale inventoriée représente 12 375 m² (tableau 3.2). Au total, 28 sites ont fait l'objet d'un échantillonnage, parmi lesquels quatre sites (51, 52, 85 et 87) à deux niveaux différents de profondeur (peu profond et profond). Lorsque l'inventaire a eu lieu à deux niveaux de profondeur sur un même site, les transects ont été différenciés par une lettre qui suit le numéro du site (« s » pour

« shallow » et « d » pour « deep »). Ainsi, pour les deux transects du site 52, celui réalisé à une profondeur de 2–3 m sera désigné par 52s et celui à 10–12 m par 52d.

Malgré l'utilisation de méthodes différentes d'un RAP à l'autre, les résultats sont présentés ici dans un format similaire à celui de l'inventaire du mont Panié afin de faciliter l'analyse et la comparaison des résultats. Il faut toutefois garder à l'esprit que la zone étudiée lors de cette étude (12 375 m²) est au moins dix fois moins vaste que celle inventoriée lors du RAP du mont Panié (165 400 m²).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Holothuries

Au total, 13 espèces d'holothuries ont été recensées sur les 33 sites de l'inventaire (tableau 3.3). Huit de ces espèces ont une valeur commerciale moyenne à élevée : *Stichopus chloronotus*, *S. hermanni*, *Actinopyga mauritiana*, *Bohadschia argus*, *B. vitiensis*, *Holothuria fuscopunctata*, *H. nobilis*, *Thelenota ananas*. Parmi ces huit espèces, cinq sont apparemment ciblées principalement par les pêcheurs professionnels de la région (*Stichopus chloronotus*, *S. hermanni*, *Actinopyga mauritiana*, *H. nobilis*, *Thelenota ananas*). Cinq espèces (*Holothuria atra*, *H. edulis*, *H. coluber*, *Actinopyga palauensis*, *Pearsonothuria graffei*) n'ont aucune valeur commerciale. Le récif intermédiaire est l'habitat le plus riche, sur les 11 sites inventoriés dans cet habitat, on a dénombré 209 individus appartenant à 11 espèces différentes.

L'abondance générale sur tous les sites des espèces ciblées par les pêcheurs locaux mentionnés dans l'introduction (tableau 3.3) est nulle pour *Actinopyga miliaris*, *Holothuria scabra*, *Actinopyga leucanora* and *Holothuria fuscogilva*, faible pour *Stichopus chloronotus* (présence dans 10 % des sites inventoriés) et extrêmement faible pour *Thelenota ananas*, *Holothuria nobilis* et *Actinopyga mauritiana* (présence dans moins de 2 % des sites inventoriés).

Ces résultats qui indiquent des abondances plutôt faibles des holothuries, en particulier des espèces commercialement exploitées, sont assez similaires à ceux de l'inventaire RAP du mont Panié, même si la comparaison est limitée par l'utilisation de méthodes différentes. Par ailleurs, en l'absence de données antérieures sur les populations de concombres de mer, on ne peut tirer aucune conclusion sur l'évolution de ces populations. De manière intéressante, le niveau d'abondance le plus élevé observé pour une espèce potentiellement

Tableau 3.2. Surface (en mètres carrés) de l'inventaire par type de récif.

Type de récifs	Surface totale de l'inventaire (m ²)
Lagons internes ou récifs côtiers	3375
Récifs intermédiaires	6000
Récifs barrières extérieurs	3000
Total	12 375

Tableau 3.1. Classification des sites et des transects par catégorie de récif. Lorsque l'échantillonnage a été réalisé à plusieurs niveaux de profondeur, le numéro du site est suivi d'un « s » pour shallow ce qui correspond à une profondeur de 2–3m et d'un « d » pour deep ce qui correspond à une profondeur de 10m.

Catégories ou classes de récifs	Numéros des sites et des transects	Total sites	Total transects
Lagons intérieurs ou récifs côtiers	29, 30, 31, 32, 34, 35, 56, 57, 86	9	9
Récifs intermédiaires	33, 42, 43, 48s, 48d, 49, 51s, 51d, 52s, 52d, 63, 84, 85s, 85d, 87s, 87d	11	19
Récifs barrières extérieurs	64, 69, 72, 73, 74, 79, 80, 83	8	8

exploitable était celui de *Bobadschia argus* (48 individus recensés sur 16 % des sites), or cette espèce n'est pas sur la liste des espèces les plus collectées par les pêcheurs. Quatre espèces apparemment collectées n'ont pas du tout été observées sur les 28 sites d'étude : *Actinopyga miliaris*, *Holothuria fuscogilva*, *Holothuria scabra* et *Actinopyga lecanora*. Compte tenu de l'interdiction de l'usage d'équipement de plongée [NDLR scaphandre autonome] pour la collecte, cette étude peut être considérée comme représentative de la profondeur de collecte des holothuries et peut donner une idée assez précise de la dynamique de cette exploitation. Cette étude ne peut cependant pas fournir une évaluation précise des stocks d'holothuries qui peuvent se trouver à des niveaux de profondeur plus élevés.

L'exploitation commerciale des holothuries étant une réalité, le suivi actuel des prises ne donnant pas une idée précise de la situation (seuls trois pêcheurs sont pris en compte

Tableau 3.4. Nombre d'individus, densité (nombre d'individus par mètre carré) et taille des trocas *Trochus niloticus* observés dans la zone d'étude. Les sites sont classés par type de récif (Ins = récifs côtiers ou lagons intérieurs, Int = récifs intermédiaires, Br = récifs barrières ou extérieurs). Le nombre de sites échantillonnés par type de récif est représenté par n. Une ligne ou un trait (–) signale que l'information n'est pas disponible.

	Ins n = 9	Int n = 11	Br n = 8	Total n = 28
Nombre d'individus (% du total)	–	–	–	101
Densité moyenne (ind/m ²) (l'écart-type)	–	–	–	8.16E-03
Taille moyenne en cm (l'écart-type)	9.2 (1.7)	5.8 (1.9)	8.9 (2.2)	

Tableau 3.3. Nombre total d'espèces de concombres de mer recensées sur tous les sites d'étude. Les sites sont classés par catégorie (Ins = récifs côtiers ou lagons intérieurs, Int = récifs intermédiaires, Br = récifs barrières ou extérieurs). Le nombre de sites échantillonnés par type de récif est représenté par n. Une ligne ou un trait (–) indique que l'information n'est pas disponible.

Espèces	Ins (n = 9)	Int (n = 11)	Br (n = 8)	Nombre total d'individus (% du total)
<i>Actinopyga mauritiana</i>	–	–	–	–
<i>Actinopyga palauensis</i>	0	3	3	6 (2.0)
<i>Bobadschia argus</i>	–	–	–	–
<i>Holothuria atra</i>	39	32	3	74 (24.9)
<i>Bobadschia vitiensis</i>	–	–	–	–
<i>Holothuria coluber</i>	6	6	0	12 (4)
<i>Holothuria edulis</i>	2	82	0	84 (28.3)
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	–	–	–	–
<i>Holothuria nobilis</i>	–	–	–	–
<i>Stichopus chloronotus</i>	–	–	–	–
<i>Stichopus hermanni</i>	–	–	–	–
<i>Thelenota ananas</i>	–	–	–	–
<i>Pearsonothuria graffeii</i>	0	0	2	2 (0.7)
Total des individus par type de récif (% total)	47 (16)	209 (70)	41 (14)	297
Nombre total d'espèces	3	11	7	

Tableau 3.5. Nombre de bédouilles géantes recensés dans la zone d'étude. Les sites sont classés par type de récif (Ins = récifs côtiers ou lagons intérieurs, Int = récifs intermédiaires et Br = récifs barrières ou extérieurs). Le nombre de sites échantillonnés par type de récif est représenté par n. Une ligne ou un trait (–) indique que l'information n'est pas disponible.

	Ins n = 9	Int n = 11	Br n = 8	Nombre total d'individus (% du total)
<i>Tridacna maxima</i>	–	–	–	–
<i>Tridacna squamosa</i>	–	–	–	–
<i>Tridacna crocea</i>	435	31	1	467 (63)
Nombre total d'individus (% du total)	552 (74)	139 (18)	59 (8)	750
Nombre d'espèces	3	3	3	

dans ce suivi alors que l'on en soupçonne 40 à 50 autres de pratiquer cette activité) et des évaluations antérieures des stocks de concombres de mer n'étant pas disponibles, les faibles chiffres enregistrés dans cette évaluation préliminaire montrent qu'il conviendrait de rapidement effectuer un suivi détaillé de cette ressource. Il s'agirait de réaliser des évaluations des populations des espèces d'holothuries (espèces exploitées commercialement et non exploitées à des fins de comparaison) à une profondeur maximale de 40 à 60 mètres pour avoir une idée des stocks collectés et non collectés. La limite entre ces deux stocks pourrait être déterminée de manière précise avec les pêcheurs. L'intensité de la pêche et les prises totales effectuées par tous les pêcheurs actifs devraient être également suivies de manière régulière et au moins tous les ans. Par la suite, ces évaluations devraient être refaites pour identifier clairement les évolutions de la population pour des espèces données. Ces informations pourraient contribuer à développer une gestion fondée et flexible de cette ressource.

Trocas

Au total, 101 individus de *Trochus niloticus* ont été recensés sur les 28 sites de l'inventaire. Les individus observés se trouvaient sur les trois types de récifs. La largeur moyenne de la base de ces individus était similaire sur les récifs barrières et les récifs frangeants, (tableau 3.4), mais était inférieure d'environ 3cm sur les récifs intermédiaires. Les îlots dans cette dernière zone sont très populaires les weekends ; les tailles inférieures des coquillages sont peut-être dues à la collecte d'individus de taille supérieure au minimum légal de 9cm qui ne laisserait que des individus plus petits sur place. Par rapport aux résultats de l'inventaire du mont Panié, les densités mesurées dans la région de Poum-Koumac sont supérieures, et pour tous les types de récifs échantillonnés, même si elles restent faibles. Ces différences s'expliquent peut-être par la différence de méthodologie, la disponibilité d'un habitat approprié pour le troca et des taux d'extraction plus élevés dans la région du mont Panié.

Le faible nombre de trocas recensés sur les 28 sites peut être une indication de la diminution de leur population. Parallèlement au suivi actuel des prises, il est suggéré de réaliser un inventaire intensif des populations adultes et juvéniles pour obtenir d'autres informations sur l'état de cette ressource. Il conviendrait également de mettre en place un suivi continu des stocks et poursuivre le suivi de l'intensité de la pêche et des prises pour pouvoir adapter la législation en vue d'améliorer la gestion de cette ressource.

Bénitiers

Seules trois espèces de bénitiers ont été recensées le long des transects réalisés sur les 28 sites (tableau 3.5). Un *Tridacna derasa* a été observé hors transect, lors d'un retour à la nage vers le bateau. Seules des coquilles vides de *Hippopus hippopus* ont été trouvées dans toute la zone. Comme l'on s'y attendait, aucun *T. gigas* n'a été observé. La principale espèce observée était *T. crocea* qui représentait 60% du nombre total d'individus recensés. Cette espèce était fortement présente sur les récifs frangeants avec une visibilité inférieure à 2 mètres (par exemple sur le site 30, un récif frangeant à l'intérieur d'une baie, 168 individus ont été comptés sur trois bandes de transects).

Trois-quarts des bénitiers ont été trouvés sur les récifs frangeants et 8% sur les récifs barrières (tableau 3.5).

Les tailles enregistrées de *T. maxima* et de *T. crocea* sont similaires pour tous les types de récifs et se situent entre 12 et 14 cm pour les deux espèces. Des tailles supérieures ont été notées pour *T. squamosa* sur les récifs intermédiaires et barrières par rapport aux récifs frangeants (tableau 3.6).

Les densités observées ici sont supérieures pour tous les types de récifs à celles notées lors de l'inventaire du mont Panié. Les données fournies par la province Nord semblent montrer que l'exploitation, au moins celle ayant un but commerciale, de bénitiers n'est pas importante (3 kg de chair en 2007). Cependant, l'absence de 3 des 6 espèces recensées en Nouvelle-Calédonie ainsi que les tailles globalement petites pour toutes les espèces, par rapport à la taille moyenne

Tableau 3.6. Densités (individus/m²) et tailles (cm) des bénitiers géants recensés sur les 28 sites d'étude. Les sites sont classés par type de récif (Ins = récifs côtiers ou lagons intérieurs, Int = récifs intermédiaires, Br = récifs barrières ou extérieurs). Le nombre de sites étudiés par type de récif est représenté par n. Une ligne ou un trait (-) indique que l'information n'est pas disponible.

Espèces	Ins n = 9		Int n = 11		Br n = 8	
	densité	taille	densité	taille	densité	taille
<i>Tridacna maxima</i> (l'écart-type)	–	13.9 (3.4)	–	12.9 (4.7)	–	13.9 (5.7)
<i>Tridacna squamosa</i> (l'écart-type)	–	15.4 (5.0)	–	22.7 (6.1)	–	25.6 (16.2)
<i>Tridacna crocea</i> (l'écart-type)	1.3E–01 (1.4E–01)	11.4 (3.8)	5.2E–02 (1.2E–02)	11.6 (3.5)	3.3E–04 (9.4E–04)	13.0 ^a
Densité moyenne totale (l'écart-type)	1.5E–01 (1.6E–01)		2.9E–02 (4.1E–02)		2.0E–02 (2.0E–02)	

a no standard deviation given as only one animal measured

maximale décrite par d'autres auteurs (Braley, 1992) pour ces espèces prouveraient qu'une collecte importante a eu lieu dans le passé et se poursuit peut-être encore.

CONCLUSION

Les données sont incomplètes tant sur les stocks des invertébrés que sur l'effort de pêche à des fins commerciales ou de subsistance. Les sites concernés par cet inventaire contiennent généralement de faibles quantités des espèces à forte valeur commerciale de concombres de mer et de bénitiers, suggérant l'hypothèse d'une surexploitation. Il est toutefois important de noter que tous les habitats appropriés pour les invertébrés, comme les baies ou les herbiers marins, n'ont pas fait l'objet d'un inventaire approfondi. Il faudrait évaluer les stocks dans tous les types d'habitat, assurer le suivi de la ressource et poursuivre le suivi des prélèvements. Compte tenu des densités généralement faibles des concombres à forte valeur commerciale, il faudrait par précaution limiter leur collecte et mettre en place des quotas plus précis après une évaluation détaillée des stocks. La réglementation actuelle ne mentionne aucune restriction de taille ou d'espèce sur les espèces de bénitiers pouvant être collectés. Au vu des nombres (extrêmement faibles voir nuls) d'espèces rares de bénitiers comme *Tridacna derasa* et *Hippopus hippopus*, il serait peut-être nécessaire d'interdire la collecte de ces espèces et apprendre aux pêcheurs à les identifier. Par ailleurs, *Tridacna derasa* rentre dans la catégorie « vulnérable » de la Liste rouge de l'IUCN et son statut devrait être remis à jour. Des évaluations similaires devraient être réalisées sur les stocks de trocas au vu des quantités faibles sur les sites de lagons et du niveau élevé des prises.

RÉFÉRENCES

- Aquaculture and Fisheries Department, DDEE, Database, Northern Province, 2008.
- Braley, R.D. 1992. The giant clam: hatchery and nursery culture manual. ACIAR Monograph No. 15, 144p.
- English, S., Wilkinson, C., Baker V. (Ed). 1997. Survey Manual of Tropical Marine Resources, 2nd Edition. Australian Institute of Marine Science publication. 390pp.
- Journal Officiel de la Nouvelle-Calédonie, p. 6707–6778, September 26th, 2006.
- McKenna S.A., N. Baillon, H. Blaffart, G. Abrusci. 2006. Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont-Panié, province Nord, Nouvelle-Calédonie.
- Wells, S. 1997. Giant clams : Status, Trade and Mariculture and the role of CITES in management. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix +77pp.
- IUCN 2007. IUCN Red list of threatened species. <www.iucnredlist.org> Downloaded June 2008.

Chapitre 4

Évaluation des stocks de poissons ciblés du lagon nord-ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie

Roger Grace

RÉSUMÉ

- Une évaluation initiale des stocks de poissons des récifaux ciblés par la pêche a été réalisée dans différents habitats récifaux du lagon du nord-ouest (entre Yandé et Koumac) de la Nouvelle-Calédonie. Les observations ont été réalisées par comptage visuel en plongée sous-marine.
- Sur une liste de 164 espèces ciblées, 127 espèces ciblées appartenant à 51 genres et 18 familles ont été observées le long de 63 transects (de 500 m² chacun) sur 52 sites.
- Les familles présentant la plus grande diversité spécifique étaient les Acanthuridés, les Scaridés, les Serranidés, les Lutjanidés et les Labridés, tandis que la plus forte abondance a été notée chez les Caesionidés.
- Les Caesionidés représentaient plus de 60 % des poissons dénombrés et plus de 21 % de la biomasse totale. L'espèce la plus abondante au sein de cette famille était *Caesio caerulaurea*.
- En moyenne, on a observé 257 individus (entre 0 et 2 839) par transect.
- On a noté une tendance décroissante du nombre moyen de familles ciblées, d'espèces, d'individus et de leur biomasse selon un gradient allant de la pente externe vers les récifs internes. Pour toutes ces variables, les valeurs les plus élevées ont été notées sur le récif barrière.
- La biomasse moyenne des espèces ciblées ainsi que les densités et longueurs moyennes des Serranidés observées au cours de cette étude étaient plus élevées que celles observées selon des méthodes similaires, au cours d'autres RAP marins réalisés dans le Pacifique occidental central, notamment celui de Raja Ampat en Indonésie.

INTRODUCTION

Trois types de pêche sont pratiqués en Nouvelle-Calédonie : dans le lagon, côtière et au large. La pêche lagonaire est majoritairement destinée au marché local. Il s'agit principalement d'une pêche vivrière et de loisir. En termes de volumes, ce type de pêche représente un prélèvement plus important que la pêche commerciale. On appelle pêche côtière celle qui exploite les ressources de la partie océanique du récif (vers la barrière). La pêche au large, dans la zone économique exclusive (ZEE), cible d'avantage les poissons pélagiques tels le thon et le marlin. Les produits de cette pêche sont principalement destinés à l'exportation, essentiellement vers le Japon pour le thon obèse et le thon albacore, et vers l'Europe en ce qui concerne le poisson congelé (Chambre de commerce et d'industrie de la Nouvelle-Calédonie CCINC, 2005). Toute l'activité de pêche thonière de la ZEE est faite par des navires battant pavillon français. Aucun permis n'a été attribué à des bateaux étrangers depuis 2001 (West Pacific Regional Fisheries Marine Council ou WPRFMC, 2006).

Ce chapitre traite des stocks de poissons récifaux et lagonaire présentant une importance pour la pêche commerciale, de plaisance ou de subsistance dans le lagon nord-ouest de la

Nouvelle-Calédonie. Leur distribution et leur abondance observées lors de l'inventaire sont évaluées. La zone concernée par l'étude se situe au nord-ouest de la Province Nord, entre l'île de Yandé et les récifs situés au sud de Koumac (Carte 1).

Globalement, cette région de la Nouvelle-Calédonie est peu développée et peu peuplée. Selon une étude de Labrosse et al. (2000), les stocks de poissons de la partie nord de la région n'étaient pratiquement pas impactés par la pêche tandis que les communautés de poissons de la partie sud présentaient des caractéristiques révélateur d'une exploitation. La ville de Koumac contient un petit port de pêche commerciale et une marina de bateaux de plaisance. C'est le principal point d'accès pour la pêche dans le lagon et sur le récif et la ville abrite la seule usine de transformation de poisson située hors de Nouméa (WPRFMC, 2006). Le lagon du nord-ouest a fait l'objet d'un inventaire approfondi des poissons récifaux (Kulbicki et al. 2000) tandis que Letourneur et al. (2000) se sont intéressés aux poissons ciblés, en relation avec les apports terrigènes.

La pêche artisanale est répandue, mais de faible intensité, dans les villages côtiers du Nord. La pêche commerciale et de plaisance est pratiquée à partir de Koumac [et de Poum - NDLR]. Contrairement aux pays industrialisés, la pêche vivrière représente environ 80 % de la pression de pêche dans plusieurs îles océaniques (Labrosse et al., 2000). Selon Labrosse et al. (2000), en province Nord, la consommation de poisson était de 30,3 kg par habitant et par an et couverte à 94 % par la pêche vivrière. La pêche commerciale dans le lagon est peu développée en Nouvelle-Calédonie et reste majoritairement une activité artisanale (Labrosse et al. 2000).

Labrosse et al. (2000) relèvent que le rendement des poissons de récif et du lagon d'importance commerciale représentait environ 10 % du rendement maximal durable (RMD), et 1 % des stocks totaux estimés. Par conséquent, ils sont globalement loin d'être en danger. Cependant, les quantités capturées se rapprochaient du maximum soutenable dans quelques endroits au sud de la Province Nord, où la pêche commençait à avoir un impact sur les populations de poissons.

La pression de pêche pourrait se renforcer avec l'ouverture de nouvelles exploitations minières, au nord de Koumac [et à Poum - NDLR] qui favoriseront l'accès à des zones encore préservées d'une pêche intensive. Dans cette perspective, il faudrait rapidement créer des aires marines protégées (AMP) et mettre en place une gestion adaptative

(*adaptive management*) de toute cette zone. Les Provinces (gouvernement local) ont la capacité de réglementer la pêche et de créer des parcs naturels et des réserves afin de protéger la vie animale et végétale du lagon jusqu'au récif corallien (CCINC 2005).

MÉTHODES

Sur les 62 sites visités, 52 ont fait l'objet d'un inventaire quantitatif d'espèces ciblées par la pêche et ce dans différentes classes de récifs (tableaux 4.1). Les observations ont été faites par comptage visuel sous-marin (*Underwater visual census* ou UVC) en plongée. Les données ont été notées au crayon sur des feuilles plastifiées contenant les noms des espèces ciblées classés par famille.

La méthode utilisée lors de cette étude est similaire à celle utilisée lors d'autres RAP marins (La Tanda 2001, Cornuet 2006). Le comptage est effectué le long d'un transect en bande, de 10 mètres de large et 50 mètres de long, dont le milieu est matérialisé par une cordelette rattachée à la ceinture de plomb du plongeur et déroulée, à une profondeur donnée, au fur et à mesure de sa progression. Les poissons se trouvant devant le plongeur sont dénombrés. Il a été apporté un soin particulier à ce qu'aucune perturbation anthropique (autres plongeurs) n'intervienne avant le comptage. La surface échantillonnée sur chaque transect est de 500 m². La durée totale des plongées de comptage a été d'environ 17 heures. Le temps passé sur chaque transect avarié entre 8 et 45 minutes (en moyenne 16,25 minutes par transect) selon la complexité topographique, la visibilité et le nombre d'espèces et d'individus présents sur le transect.

Sur la plupart des sites, alors que le récif glissait vers un fond sableux en moins de 10 à 12 mètres, la collecte des données a été réalisée sur un seul transect. Néanmoins, sur 11 des 52 sites inventoriés, deux transects ont été parcourus lorsque le profil du récif permettait un comptage d'abord en eau profonde (15 à 24 mètres environ) puis en eau peu profonde. Quinze transects sont considérés comme profonds (15 à 24 mètres) et 48 peu profonds (≤ 10 à 12 mètres). Les transects profonds se situaient principalement à l'avant du récif barrière et sur quelques récifs intermédiaires, tandis que les transects peu profonds concernaient toutes les catégories de récifs.

Les espèces ciblées sont généralement des espèces comestibles choisies par les pêcheurs commerciaux, plaisanciers et

Tableau 4.1. Nombre de sites par classe de récifs et d'habitat ayant fait l'objet d'une évaluation quantitative des poissons ciblés.

Classes de récifs et habitat	Nb de sites	Numéros des sites
Récif barrière interne	8	6, 7, 9, 17, 58, 59, 79, 80
Pente externe du récif barrière	13	11, 13, 14, 16, 61, 62, 63, 65, 69, 72, 73, 74, 84
Passe	3	10, 60, 83
Récifs du lagon intermédiaire	17	1, 2, 3, 33, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 45, 48, 49, 51, 52, 85, 87
Lagon interne et récifs internes	11	18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 29, 32, 35, 86

artisanaux de la région, et susceptibles d'être observées par les plongeurs lors d'inventaires UVC. La liste des espèces ciblées a été discutée et dressée avec la Province Nord. C'est la même liste que celle utilisée lors du RAP du lagon du nord-est, dans la région du mont Panié (Cornuet 2006). D'autres espèces, parfois pêchées, ont été observées sur les transects mais elles n'ont pas été prises en compte dans cette analyse, soit parce que leur comptage selon cette méthode ne saurait être fiable (ex : *Lethrinus nebulosus*), soit dans le but de respecter la cohérence méthodologique avec d'autres RAP (ex : certaines espèces de loches). Ces observations étaient peu nombreuses et n'auraient sans doute fait aucune différence quant aux résultats obtenus.

La taille des individus a été généralement évaluée à 5 cm près, ou moins pour les espèces plus petites et les juvéniles. La plupart des poissons ont été évalués individuellement, à l'exception de ceux évoluant en bancs dont le nombre a été estimé à 50 ou 100 individus près et pour lesquels une taille moyenne unique a été définie. Les individus constituant un banc étant de taille sensiblement identiques on considère que cette méthode est valide. Pour chaque transect, on notait la durée, les conditions de visibilité et les profondeurs de départ et d'arrivée. Des informations sur l'habitat ont été relevées par d'autres plongeurs.

Tous les sites visités lors de l'inventaire n'ont pas fait l'objet d'un dénombrement. Aucune donnée n'a été collectée, pour des raisons de sécurité, sur quatre sites (12, 42, 64 et 70) et, pour des questions de visibilité, sur cinq autres sites (30, 31, 34, 56 et 57). Ces derniers étaient principalement des récifs frangeants du lagon interne où la visibilité comprise entre 0,6 et 2 mètres aurait empêché toute opportunité de comptage correct.

Les données ont été utilisées pour calculer la diversité (nombre d'espèces ciblées) et l'abondance (nombre d'individus). La biomasse a été calculée en utilisant deux formules ou méthodes différentes. Selon la première méthode, la longueur a été traduite en poids par la relation :

$$W = 0,05 L^3$$

où W est le poids en grammes et L la longueur en centimètres. Cette formule cubique commune a tendance à surestimer le poids de la majorité des espèces. La seconde méthode plus complexe utilise la relation de Kulbicki et al (1993, 2004) qui semble produire un résultat plus précis mais nécessite la détermination de deux coefficients (a et b) spécifique de chaque espèce considérée. Les deux méthodes de calcul de la biomasse ont été appliquées. Dans ce chapitre, la notation B1 indiquera l'utilisation de la première relation et B2 celle de la relation spécifique de Kulbicki et de ses collègues. La plupart des analyses de ce rapport prennent en compte la formule cubique ou B1. Dans la discussion, la biomasse est généralement exprimée en tonnes par kilomètre carré (t/km^2), convertie à partir de l'expression originale en grammes par 500 m^2 .

Tableau 4.2. Nombre de genres, d'espèces et d'individus observés pour chaque famille ciblée et classement décroissant de leur abondance.

Famille	Nb de genres	Nb d'espèces	Nb d'individus	% du total	Rang
Acanthuridae	2	6	9868	60,89	1
Balistidae	4	12	1407	8,68	2
Caesionidae	5	20	1390	8,58	3
Carangidae	4	16	1243	7,67	4
Carcharinidae	2	5	815	5,03	5
Dasyatidae	3	9	476	2,94	6
Haemulidae	1	3	277	1,71	7
Holocentridae	7	14	177	1,09	8
Labridae	6	10	173	1,07	9
Lethrinidae	1	8	107	0,65	10
Lutjanidae	1	1	67	0,41	11
Mullidae	3	3	66	0,41	12
Nemipteridae	3	4	52	0,32	13
Platacidae	1	4	37	0,23	14
Scaridae	2	3	22	0,14	15
Scombridae	3	6	20	0,12	16
Serranidae	2	2	8	0,05	17
Siganidae	1	1	2	0,01	18
Total	51	127	16207	100.00	18

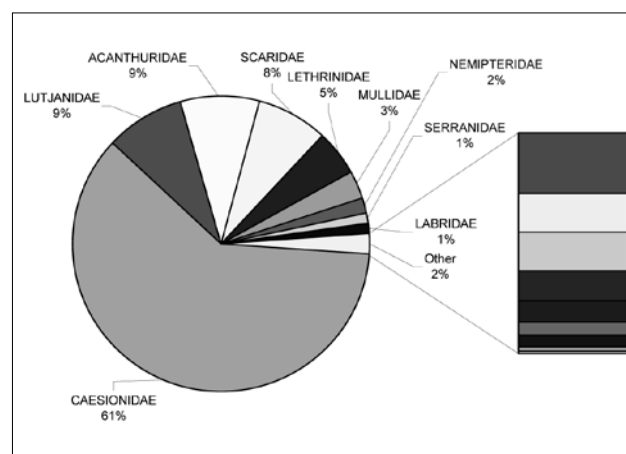


Figure 4.1. Abondance (en pourcentage) des différentes familles de poissons ciblés. La mention « autres » inclut les familles représentant 1% ou moins des espèces relevées : il s'agit des Siganidae, des Holocentridae, des Platacidae, des Balistidae, des Haemulidae, des Carangidae, des Carcharinidae, des Scombridae et des Dasyatidae. Le pourcentage pour chaque famille est arrondi au nombre entier le plus proche.

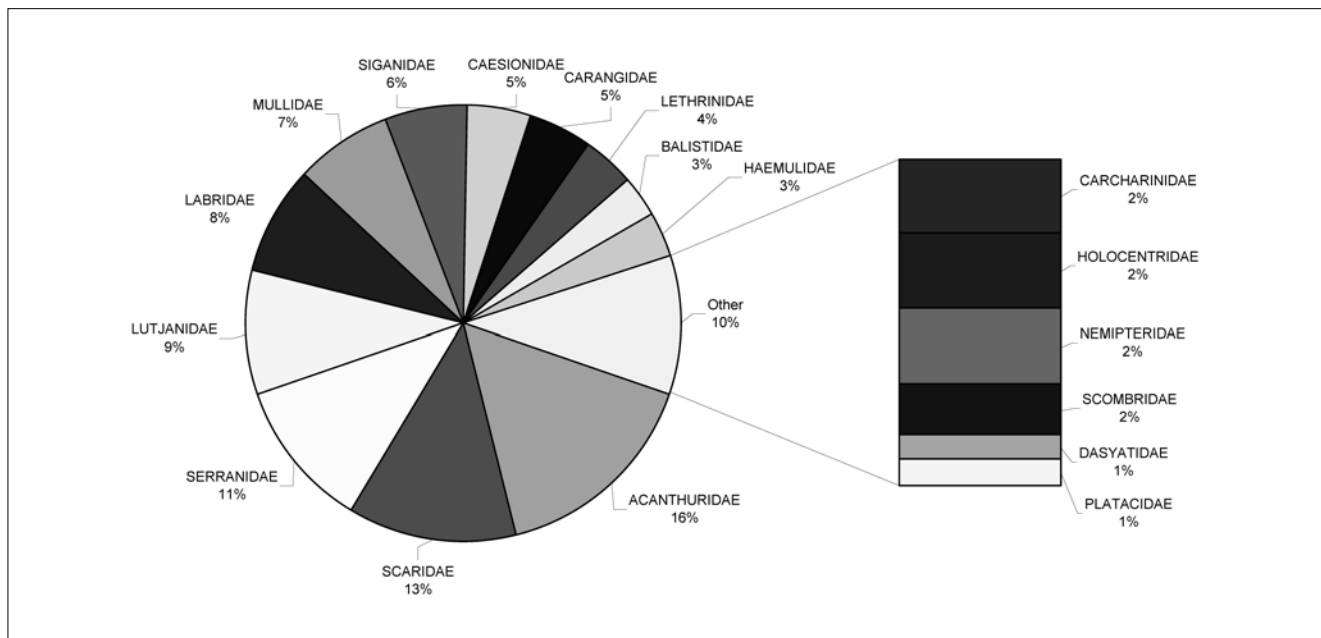


Figure 4.2. Biomasse (en pourcentage) des différentes familles de poissons ciblés. Le calcul de la biomasse se base sur la formule cubique. Les valeurs sont arrondies au nombre entier le plus proche.

Tableau 4.3. Biomasse des familles ciblées et contribution (en pourcentage) à la biomasse totale. Les valeurs de biomasse (tonne/km²) calculées selon la formule cubique sont indiquées comme Biomasse 1 (B1) tandis que celles calculées par la formule spécifique de Kulbicki sont indiquées par Biomasse 2 (B2).

Famille	Formule Biomasse 1 (tonne/km ²)	% du total	Rang selon B1	Formule Biomasse 2 (tonne/km ²)	% du total	Rang selon B2
Acanthuridae	72,85	21,16	1	28,06	22,75	1
Balistidae	55,12	16,01	3	21,13	17,14	2
Caesionidae	66,21	19,22	2	16,30	13,22	3
Carangidae	32,96	9,57	5	15,67	12,71	4
Carcharinidae	40,02	11,62	4	14,28	11,58	5
Dasyatidae	18,71	5,43	6	5,82	4,72	6
Haemulidae	13,21	3,84	7	4,99	4,05	7
Holocentridae	4,52	1,31	13	3,37	2,73	8
Labridae	7,11	2,06	9	2,65	2,15	9
Lethrinidae	6,40	1,86	10	2,49	2,02	10
Lutjanidae	6,02	1,75	12	2,29	1,86	11
Mullidae	6,30	1,83	11	2,17	1,76	12
Nemipteridae	9,00	2,61	8	1,34	1,09	13
Platacidae	2,03	0,59	15	0,95	0,77	14
Scaridae	2,21	0,64	14	0,81	0,66	15
Scombridae	0,91	0,26	16	0,45	0,36	16
Serranidae	0,41	0,12	18	0,30	0,24	17
Siganidae	0,43	0,12	17	0,23	0,19	18
Total	344.41	100.00	18	123.30	100.00	

Tableau 4.4. Indication de la visibilité moyenne, du nombre de familles, d'espèces, d'individus et de la valeur de la biomasse de poissons ciblés relevé pour chaque classes de récifs. Les valeurs de la biomasse (tonne/km²) calculées par la formule cubique sont indiquées par B1 tandis que celles calculées par la formule spécifique sont indiquées par B2.

Classes de récifs	Nombre de sites (n)	Visibilité moyenne (m)	Nombre moyen de familles par site	Nombre moyen d'espèces par site	Nombre moyen de poissons par site	Biomasse (B1) par site (tonne/km ²)	Biomasse (B2) par site (tonne/km ²)
Récif barrière interne	8	23	10.9	29	491	432.15	160.22
Pente externe du récif barrière	13	15	9.2	11	203	416.02	141.49
Passe	3	15	11.3	33	555	617.47	220.39
Récifs du lagon intermédiaire	17	10	9.6	20	366	322.96	116.38
Lagon interne et récifs internes	11	4	6.0	11	76	114.74	43.34

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Au total, 127 espèces ciblées, regroupées en 51 genres et 18 familles ont été relevées sur les transects (tableau 4.2). Les espèces les plus communes (pourcentage des transects sur lesquels les observations ont été faites) étaient *Acanthurus nigrofuscus* (84,1 %), *Chlorurus sordidus* (76,2 %), *Parupeneus multifasciatus* (61,9 %), *Zebrasoma scopas* et *Scolopsis bilineatus* (60,3 %), *Plectropomus laevis* (55,6 %), et *Caesio caeruleaurea* et *Acanthurus blochii* (47,6 %). Les fusiliers en bancs de la famille des Caesionidés étaient de loin les poissons les plus abondants notés sur les transects, représentant plus de 60 % du nombre total (figure 4.1). Les autres familles importantes comptant chacune pour plus de 5 % du total sont les Lutjanidés, les Acanthuridés et les Scaridés. La biomasse des différentes familles d'espèces cibles a été calculée selon les deux formules (tableau 4.3). La formule cubique (B1) est réductrice et considère que tous les poissons ont une forme cylindrique. La formule spécifique (B2) prend en compte les différentes formes de chaque espèce en y appliquant des coefficients spécifiques. De manière prévisible, l'utilisation de la formule spécifique est préférable afin d'obtenir une estimation précise de la biomasse mais elle nécessite de nombreuses mesures de chaque espèce avant de pouvoir déterminer les coefficients a et b de la relation. Lorsque, pour une espèce donnée, ces coefficients ne sont pas disponibles, il ne reste qu'à appliquer la relation cubique plus simple. Plus la forme du poisson diffère d'un cylindre, moins le calcul de la biomasse B1 obtenue avec la formule cubique sera précis. La différence entre les deux formules est mise en évidence dans les calculs et les résultats, conformément à ce qu'avait déterminé Cornuet (2006).

Malgré leur petite taille, les nombreux caesios représentent environ 21 % de la biomasse totale (figure 4.2 en appliquant B1). *Caesio caeruleaurea* et *C. cuning* sont les espèces les plus importantes en termes de biomasse au sein de la famille des Caesionidés. Malgré un nombre d'observations restreint (22 au total), les requins (Carcharinidés) observés le long des transects étaient comparativement plus grands que les autres poissons rencontrés. En conséquence un petit nombre d'entre eux seulement suffit à faire la différence en termes de biomasse.

La profondeur du transect semble influencer sur le nombre d'espèces et d'individus observés. Le nombre moyen d'espèces observé à une faible profondeur était légèrement supérieur à celui observé sur un transect profond (en moyenne 18,3 espèces par transect peu profond contre 16,9 espèces par transect profond). La différence entre les nombres de poissons aux différents niveaux de profondeur était substantielle. On a dénombré 144 poissons en moyenne sur les transects peu profonds et 621 individus en moyenne sur les transects profonds. L'explication réside peut-être dans la différence d'habitat et la profondeur elle-même. Sur les 11 sites où le comptage a eu lieu à la fois à des niveaux profonds et peu profonds, 229 poissons en moyenne ont été notés sur les sites peu profonds et 567 sur les sites profonds. Les

bancs de caesios ont fait la différence sur les tombants plus profonds de l'avant des récifs barrières externes. De manière similaire, la biomasse (B1) était en moyenne plus élevée sur les transects profonds (474 tonne/km²) que sur les transects peu profonds (304 tonne/km²), mais une fois de plus, cette différence est due sans doute à la différence d'habitats et à la présence de bancs de caesios.

Pour chaque classe de récif, le nombre d'espèces et d'individus ainsi que leur biomasse (B1, B2) était fortement liés à la visibilité moyenne (tableau 4.4). Cependant, d'autres facteurs (complexité de l'habitat, courants et accessibilité par l'homme par exemple) influencent également ces valeurs et ne peuvent être négligés. Les sites situés à l'avant du récif barrière externe présentaient la meilleure visibilité et une moindre rugosité en général. À l'autre bout du spectre, le lagon interne et les récifs frangeants situés près de la côte sont fortement à certains endroits fortement soumis à la sédimentation qui engendre de la turbidité. Le nombre moyen de familles par site se situait entre 11,3 dans le récif barrière et 6,0 dans le lagon interne et les récifs internes. Le nombre moyen d'espèces de poissons ciblés par site variait entre 33 (récif barrière) et 11 (lagon interne et récifs internes). De manière similaire, le nombre de poissons ciblés par site variait de 555 (récif barrière) à 76 (lagon et récifs internes). La valeur observée de chaque caractéristique (c'est-à-dire nombre d'espèces, d'individus et valeurs de la biomasse) varie pour chaque transect. Le tableau 4.5 établit un classement des neuf transects ayant présenté les plus hautes valeurs pour ces caractéristiques. Le classement varie légèrement en fonction de la caractéristique considérée. Pour le nombre d'espèces ciblées, le meilleur transect est 83s (s pour *shallow* c'est-à-dire peu profond), un récif barrière au large de Koumac. Le transect 87d (d pour *deep* c'est-à-dire profond), sur un récif du lagon intermédiaire, présentait le plus grand nombre d'individus. Ce nombre est fortement biaisé par le nombre de caesios, avec environ 1600 *Caesio caerulea*, 1000 *Pterocaesio digramma* et 100 *C. cuning*. Sans les caesios, il ne resterait que 139 individus.

La densité moyenne des Serranidés ciblés était à peu près la même au nord-ouest et au nord-est de la Nouvelle Calédonie, dépassant celle de plusieurs zones du Pacifique occidental (tableau 4.7). De toutes les espèces cibles, le nombre maximum de Serranidés observés a été noté sur le site 83s, avec 10 poissons dénombrés sur le transect de 500 m² c'est-à-dire 20 par 1000 m². La comparaison est avantageuse par rapport au nombre maximal de 17 individus par 1000 m² observé à Raja Ampat (La Tanda 2006). La longueur moyenne des Serranidés observés lors de cet inventaire était plus élevée (32,6 cm) que celle notée sur la côte nord-est de la Nouvelle-Calédonie (29,3cm), à Raja Ampat (environ 25cm), aux Philippines (< 20cm), et aux Togian-Banggai en Indonésie (>20cm), mais sans doute similaire à celle enregistrée à Milne Bay en Papouasie-Nouvelle-Guinée (> 30cm - La Tanda 2001).

Si les techniques d'inventaire visuel sous-marin employées ici sont communes pour l'évaluation des poissons des récifs, il faut cependant noter leurs limites. Dans les zones où la visibilité est mauvaise (< 5 mètres) les comptages ne sont pas précis. À un niveau plus profond, la durée de plongée est très limitée et une profondeur dépassant environ 30 mètres pose des questions de sécurité. Certaines espèces sont effarouchées par les plongeurs et les comptages visuels en sont biaisés. À l'opposé, quelques espèces sont attirées par les plongeurs, ce qui peut biaiser positivement les résultats. Par conséquent, il existe un risque que l'inventaire des espèces ciblées avec cette méthode déforme la réalité de la communauté des espèces cibles.

En conclusion, il semble que la diversité et l'abondance des populations de poissons cibles estimés au cours de cette évaluation augmentent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte. La sédimentation a endommagé les coraux des récifs internes et semble avoir modifié l'habitat des espèces de poissons ciblés. La diversité des poissons ciblés est très variable d'un site à l'autre et en fonction de l'habitat. Le nombre de poissons observés ainsi que les valeurs de biomasse sont très variables. Les valeurs de diversité,

Tableau 4.5. Les transects les mieux classés en termes de nombre d'espèces de poissons ciblés, de nombre d'individus et de valeur de la biomasse. B1 et B2 indiquent que la biomasse a été respectivement calculé avec la relation cubique et la relation spécifique.

Rang	Nb d'espèces		Nb d'individus par transect		Biomasse B1 tonne/km ²		Biomasse B2 tonne/km ²	
	Site	Valeur	Site	Valeur	Site	Valeur	Site	Valeur
1	83s	41	87d	2839	63s	1869.04	63s	724.92
2	52s	35	83s	1425	79d	1488.68	83s	518.34
3	60s	32	36s	867	9s	1515.76	87d	517.84
4	63s	32	63s	691	83s	1443.83	79d	511.19
5	61s	31	79d	651	87d	1414.35	65d	272.06
6	73s	27	80s	643	65d	826.45	36s	239.36
7	80s	25	85s	539	85s	648.10	52s	225.67
8	85s	25	9s	466	52s	642.54	9d	222.97
9	79s	25	59d	382	3d	624.16	85s	220.69

d'abondance et de biomasse montrent que l'impact de la pêche est moins important au nord qu'au sud où les sites sont plus proches des peuplements humains.

De par sa nature, ce protocole rapide d'évaluation des espèces cible a une portée spatiale et temporelle limitée car seuls 52 sites ont fait l'objet d'une visite et la collecte de données n'a été faite que sur un ou deux transects par site. Par conséquent, nous ne pouvons faire aucune recommandation de conservation spécifique en ce qui concerne les poissons ciblés. Des études supplémentaires de la Province Nord sont en cours pour évaluer, gérer de manière adaptative et conserver les stocks de poissons ciblés de la région.

RÉFÉRENCES

- Chambre de commerce et d'industrie de la Nouvelle-Calédonie. 2005. Fishing and Aquaculture No. 18.
- Cornuet, N. 2006. L'évaluation des poissons ciblés. McKenna, S.A., N. Baillon, H. Blaffart, et G. Abrusci (eds.) Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, Province Nord, Nouvelle-Calédonie. Bulletin PER d'évaluation biologique 42. Conservation International, Washington DC, USA. Pp. 35–42.
- Kulbicki, M., G. Mou-Tham, P. Thollot et L. Wantiez. 1993. Length-weight relationships of fish from the Lagoon of New Caledonia. NAGA 16 (2–3): 2–0.
- Kulbicki, M., P. Labrosse et Y. Letourneur. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: 2 – Stocks of Lagoon Bottom and Reef-associated Fishes. Aquatic Living Resources 13(2): –.
- Kulbicki, M., N. Guillemot et B. Amand. 2004. A general approach to relationships of length for Pacific lagoon fishes. Cybium.
- Labrosse, P., Y. Letourneur, M. Kulbicki et J.R. Paddon, 2000. Fish stock assessment of the northern New Caledonia lagoons: 3 – Fishing pressure, potential yields and impact on management options. Aquatic Living Resources 13(2): –.
- La Tanda 1998. Species composition, distribution and abundance of coral fishes in Togean and Banggai Islands. Werner, T.B., G.R. Allen and S.A. McKenna, (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Togean and Banggai Islands, Sulawesi, Indonesia. Bulletin of the Rapid Assessment Program 20, Conservation International, Washington DC, USA.
- La Tanda 2002. A Basic Stock Assessment of Economically Important Coral Reef Fishes of the Raja Ampat Islands, Papua, Indonesia. McKenna, S.A., G.R. Allen and S. Suryadi (eds.) A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 22, Conservation International, Washington DC.
- Letourneur, Y., M. Kulbicki, et P. Labrosse. 2000. Fish Stock Assessment of the Northern New Caledonian Lagoons: 1 – Structure and Stocks of Coral Reef Fish Communities. Aquatic Living Resources 13(2): –.
- West Pacific Regional Fisheries Marine Council 2006. Summary report: Workshop on South Pacific Albacore Longline Fisheries. September 19–21. Honolulu Hawaii.

Chapitre 5

État des récifs coralliens du lagon Nord-ouest de la Grande Terre, Nouvelle-Calédonie

Sheila A. McKenna

RÉSUMÉ

- La condition récifale est un terme relatif à la « santé » générale d'un site donné. Elle est déterminée à travers l'évaluation de facteurs clés, notamment les dégâts ou les pressions naturelles ou anthropiques ainsi que la biodiversité définie par les espèces clés ou les groupes indicateurs (coraux et poissons). Sur 62 sites de récifs coralliens étudiés, des séries de données complètes relatives à ces paramètres sont disponibles pour 53 sites, ce qui a permis de comparer et de classer ces derniers dans les catégories « excellent », « bon à très bon », « moyen » et « mauvais ». La plupart des sites, soit 49 %, est dans un état bon à très bon.
- La menace ou la perturbation la plus fréquemment observée est liée à l'activité de pêche, présente sur 38,7 % des sites étudiés. Des déchets provenant principalement de la pêche ou d'autres activités de l'homme ont été vus sur 32,3 % des sites d'inventaire.
- Les dégâts provoqués par la prédation d'*Acanthaster planci* ou étoile de mer couronne d'épines peuvent être qualifiés de légers et localisés à l'exception du site 85 qui présente des dégâts modérés. Aucun rassemblement d'*A. planci* en train de se nourrir n'a été observé. Il n'y avait pas non plus d'indication d'une pullulation passée de la population de l'étoile de mer sur aucun des sites étudiés. Le nombre d'individus observés était de un à quatre et des cicatrices de prédation sur les colonies de coraux ont été notées sur 35,5 % des sites étudiés. Les dégâts sur le corail occasionnés par l'abrasissement des algues superficielles par le perroquet à bosse *Bolbometapon muricatum* étaient également faibles et localisés. La présence de ce poisson est un indicateur de la bonne santé du récif.
- Un envasement ou un stress provoqué par les apports sédimentaires terrigènes a été noté sur 24,2 % des sites étudiés. De tous les facteurs de « stress » examinés, celui-ci apparaît comme ayant l'effet négatif le plus important sur les récifs. Les plus touchés sont les récifs frangeants situés à proximité immédiate de la mine de Tiébaghi, en particulier ceux de la baie de Néhoué et de deux récifs frangeants intermédiaires situés au droit du site minier.
- Aucun blanchissement n'a été observé sur aucun des sites mais des symptômes de maladies ou des pathogènes du corail ont été notés sur 8,2 % des sites évalués. Ces symptômes indiquaient des néoplasmes ou tumeurs sur la couche de calcification, avec en réaction un syndrome blanc et une pigmentation. Des tumeurs avaient déjà été signalées auparavant en Nouvelle-Calédonie, mais il s'agit peut-être ici de la première mention d'une réaction sous forme de tâche blanche et de pigmentation.
- Plusieurs espèces présentes sur la Liste rouge ont été observées sur 66 % des sites étudiés. Elles comprennent plusieurs espèces de requins, de poissons osseux et de tortues de mer. La fréquence d'observation d'espèces de la Liste rouge est inférieure à celle enregistrée lors du RAP marin réalisé auparavant sur la côte Est. Ce pourcentage reste cependant élevé par rapport à d'autres inventaires RAP marins effectués par Conservation International.

INTRODUCTION

Les récifs de la Nouvelle-Calédonie ont été affectés par des activités terrestres, principalement l'activité minière, le déboisement et le développement du littoral. D'autres sources avérées de dégradation comprennent le blanchissement, l'acanthaster, les maladies et les cyclones. La dernière perturbation majeure a été causée par le cyclone Erica (catégorie 5) qui a touché la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie en mars 2003, provoquant une diminution de la couverture de coraux vivants à certains endroits (Lovell et al. 2004). Sulu et al. (2002) ont noté un faible niveau de couverture de coraux vivants au sud de Nouméa dû à la quantité importante d'acanthaster, au blanchissement corallien ou encore aux maladies. Malheureusement, pour cause d'une interruption du suivi en 1999, les causes exactes ne peuvent être confirmées.

Les évaluations de l'état des récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie ou des menaces qui les affectent sont disponibles à l'échelle globale (Burke et al. 1998) et à celle de sites spécifiques. Les évaluations, les ateliers et les informations disponibles sur la biodiversité et les menaces ont pris beaucoup d'ampleur au niveau national depuis l'inventaire RAP marin du mont Panié en 2004 (ex. Payri et de Forges 2006, Junker 2006, Gabrié et al. 2007). L'intensification des travaux a été en partie motivée par la préparation de données et d'informations appuyant la demande d'inscription au Patrimoine mondial ainsi que le démarrage du Programme d'Initiatives corail pour le Pacifique (CRISP). Au niveau des sites, les études des récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie ont porté principalement sur la province Sud où vit la majeure partie de la population et où se trouvent les principales institutions travaillant sur le monde marin (ex. l'Institut de recherche pour le développement et l'Université de la Nouvelle-Calédonie). Ainsi, la plupart des observations de pressions et perturbations (ex. blanchissement, rassemblement massif d'étoiles de mer couronne d'épines et sédimentation) ont été faites dans le sud.

En 2003, dans le cadre de l'Initiative française pour les récifs coralliens (IFRECOR), l'inventaire s'est étendu vers la province Nord et la province des îles Loyauté. En province Nord, trois sites sont ainsi suivis à Hienghène, Népoui et Pouembout. Les stations d'étude de Hienghène, à savoir Koulnoué, Hiengabat et Donga Hienga se trouvent sur la côte Est près de la zone de l'inventaire du mont Panié (Wantiez et al. 2004). Les deux autres sites de Népoui et de Pouembout sont au large du littoral Ouest de la province Nord et se trouvent plus au sud de la zone étudiée ici (voir la carte principale 1). La région de Koné en province Nord a également été étudiée ; des études ont eu lieu et d'autres sont en cours pour suivre et évaluer les récifs coralliens dans le cadre de la préparation d'un projet minier (ex. Pascale et al. 2006). Dans la région du Diahot-Balabio, juste au nord de mont Panié, une évaluation des récifs et de l'utilisation de leurs ressources a été réalisée en 2006 (Gabrié et al. 2007).

Ce chapitre décrit la condition de 62 sites de récifs du lagon Nord-ouest (Yandé à Koumac) pour fournir un aperçu de la « santé » des récifs au moment de l'inventaire. Des informations sur la structure de la communauté benthique des récifs étudiés ainsi que sur les signes ou les preuves de menaces ou de pressions sont fournies. Selon le classement de ces paramètres en fonction du nombre d'espèces de coraux ou de poissons ainsi que du nombre de poissons ciblés, les sites peuvent être placés en gros dans trois catégories de « santé ou état » : « excellent », « très bon à bon » et « moyen ». Ce classement permet d'avoir un aperçu initial de la santé des récifs et permet de distinguer les facteurs qui semblent avoir un impact sur les récifs. Les activités futures de recherche, de suivi, de gestion et d'atténuation des menaces pourraient être ainsi définies.

OUTILS ET MÉTHODES

Des données sur les substrats et les biotes du benthos ont été collectées sur chaque site d'étude. L'inventaire du benthos a été réalisé sur des transects selon la description d'English et al. (2000). En voici un résumé : un ruban de transect de 100 mètres a été placé le long du fond récifal aussi près possible des biotes/substrats. Deux transects de 100 mètres ont été positionnés à deux des trois niveaux de profondeur possibles selon la structure et la topographie du récif. Les trois niveaux de profondeur sont < 6 m (peu profond), 6–10 m (profondeur moyenne) ou ≥ 12 m (profond). Sur certains sites, il n'a pas été possible de placer des transects et d'y effectuer un inventaire à deux niveaux différents de profondeur, soit à cause des conditions météorologiques, soit à cause de la topographie limitée du récif. Dans ce cas, l'inventaire a été réalisé sur un seul niveau de profondeur. Les biotes/substrats sont notés tous les 50 cm le long de segments de 20 m, soit 40 points d'échantillonnage. A chaque point d'échantillonnage, le type de substrat/biote est identifié ou caractérisé ainsi : corail dur (hc), corail mou (sc), corail mort (dc) éponge (sp), macro-algues (ma), algues calcaires (ca), algues gazonnantes (ta), débris coralliens (rb), autres, boue/vase et substrat dénudé (bs). La catégorie « algues gazonnantes » comprend les algues filamenteuses et gazonnantes ainsi que les cyanobactéries vivant au fond de la mer. La catégorie « autres » comprend les invertébrés tels que tuniciers, étoiles de mer, holothuries, etc. Après l'inventaire du premier segment de 20 m, le long des 100 m de transect, le plongeur saute une section de 5 m et procède à l'inventaire sur un nouveau segment de 20 m (40 points). Ce protocole permet la réplication au sein de chaque transect de 100 m, situé à des profondeurs différentes, au moyen de quatre segments de 20 m, échantillonnés tous les 50 centimètres.

Toute trace visible de dégâts, de menaces et de perturbations est notée. Ces indications sont classées selon leur importance relative ou leur niveau d'impact/fréquence (nul, faible, modéré, très important). Les plongeurs cherchent les traces des dégâts occasionnés par la pêche (filets, fusils

à harpon, lignes), par les bateaux (traces d'ancre, marques laissées par l'immobilisation des bateaux, impact des palmes des plongeurs) et par les tempêtes ou les cyclones. Les dégradations occasionnées par les prédateurs du corail *Acanthaster planci* et *Drupella cornus* sont mis en évidence par la présence et l'abondance des prédateurs eux-mêmes ou par les traces qu'ils ont laissées sur le corail. Les dégâts occasionnés aux colonies coralliennes et dus au mode d'alimentation du perroquet à bosse *Bolbometapon muricatum* ont également été notés. La faune marine emblématique et les espèces marines inscrites sur la Liste rouge, notamment les requins, les raies manta, les bénitiers, les tortues, les dugongs etc. ont été répertoriées. Les autres plongeurs de l'équipe du RAP apportaient des observations complémentaires à l'issue de leur propre plongée.

La notion de blanchissement renvoie à la décoloration du tissu corallien. Un niveau de décoloration avancé correspond à un blanchissement plus grave. Un blanchissement léger ou à son stade initial apparaît sous la forme d'une légère décoloration du tissu corallien. Un tissu corallien transparent, opaque ou clair et un squelette visible sont les signes d'un blanchissement modéré ou avancé. La gravité du blanchissement se mesure au nombre de colonies présentant ces signes et au niveau de décoloration du tissu.

Des pathogènes ou des maladies du corail ont pu également être observées sur des coraux mous ou durs. Certaines maladies sont identifiées par une bande distincte ou une trace particulière de décoloration de la surface des coraux mous ou durs. Ainsi, la maladie de la bande noire, sur les coraux durs, est identifiée par une bande noire bien visible traversant la tête du corail. Le squelette est bien visible derrière la bande et le tissu corallien est mort et a disparu. La surface du corail apparaît normale de l'autre côté de la bande. L'effet de maladies et d'autres pathogènes sur le corail a été plus souvent observé et étudié dans les Caraïbes que dans la région indopacifique (Sutherland et al. 2004). Compte tenu de la proximité de la Nouvelle-Calédonie avec la Grande barrière de corail et de la nécessité de disposer d'études étiologiques sur les maladies du corail dans la région indopacifique, tout symptôme de maladie ou de pathogène observé pendant l'inventaire a été classé en suivant la nomenclature utilisée par l'Institut australien de science marine (<http://www.aims.gov.au/pages/research/reef-monitoring/coral-diseases/hcd-gbr-01.html>) ainsi que par Willis et al. 2004.

Des signes d'une possible menace ou atteinte par la pollution/eutrophisation, la pêche, l'envasement et le ruissellement dulçaquicole ont été observés mais des données quantitatives ne pourront être obtenues que par des tests, des suivis et des expériences spécifiques. Dans certains cas, l'apport d'eau douce ou l'envasement sont des phénomènes « naturels » pour un récif situé près de l'embouchure d'une rivière dont le bassin versant est encore intact. Dans d'autres cas, ces phénomènes ne sont pas « naturels » et sont le résultat d'activités anthropiques. On peut par exemple observer et caractériser l'origine de la dégradation (canal d'évacuation des eaux usées, zone déboisée le long du littoral, activités

minières, développement côtier, déversement d'une rivière) à partir du récif. L'abondance d'algues alliée à une faible couverture corallienne peut être un indicateur significatif de pollution/eutrophisation sur les récifs. Cependant, il faut prendre en compte la population d'herbivores et le type d'algues (macro-algues, gazonnantes, filamenteuses ou calcaires). La présence de pêcheurs ayant une activité intense ou la faible abondance d'espèces cibles (ex. holothuries ou loches) sur le récif est un indicateur d'une pression de pêche significative, mais la fréquence et l'intensité de l'utilisation de la ressource ainsi que l'abondance des stocks nécessitent des investigations spécifiques supplémentaires ainsi qu'un suivi, afin d'obtenir des données quantitatives. Une proportion importante de recouvrement du benthos par de la vase ou de la boue est un indicateur d'envasement.

Ces types de menaces et de perturbation doivent être définis plus précisément par une mesure directe de paramètres spécifiques (nutriments dans la colonne d'eau, abondance des stocks et activité de pêche, sédiments, taux de couverture de biotes/substrats) sur une durée d'au moins un an. La méthode RAP ne permet de faire que des observations qui suggèrent une eutrophisation/pollution, une activité de pêche, un envasement ou un apport d'eau douce excédentaire et qui évaluent l'impact relatif de ces menaces sur le récif. Il s'agit d'une première étape importante pour identifier l'existence d'une menace ou d'une pression ainsi que les actions à entreprendre en termes d'études, d'atténuation des menaces, de suivi et de gestion. Les sites présentant des signes de ces menaces sont présentés dans le texte et dans le tableau 2. Ce tableau présente les indicateurs clés de l'état de santé du récif selon la diversité spécifique en poissons et en coraux, le taux moyen de couverture corallienne ainsi que la présence et l'intensité d'une perturbation d'origine anthropique. On a sommé les valeurs attribuées à ces indicateurs et on les a classées par ordre décroissant. Les quatre catégories (excellent, bon à très bon, moyen, mauvais) sont déterminées par les coupures normales en valeurs. Compte tenu de la grande variabilité du nombre de poissons cibles, une seconde analyse des sites a été réalisée en prenant en compte le nombre approximatif de poissons cibles. Lorsque le taux de couverture corallien et le nombre de poissons ont été obtenus à plusieurs niveaux de profondeur, le calcul de la somme prend en compte la moyenne des valeurs. Seuls les sites présentant des données complètes de diversité des poissons, de diversité corallienne, de taux de couverture de coraux vivants et de nombre de poissons cibles ont été inclus dans cette analyse. Cinquante-trois sites répondaient à ces critères, alors que les séries des données pour 9 autres sites étaient incomplètes (4, 30, 31, 34, 42, 47, 56, 57 et 64). Les macro-invertébrés commercialement exploités n'ont pas été inclus dans cette analyse, car ils n'ont été étudiés qu'au cours de la seconde moitié de l'inventaire.

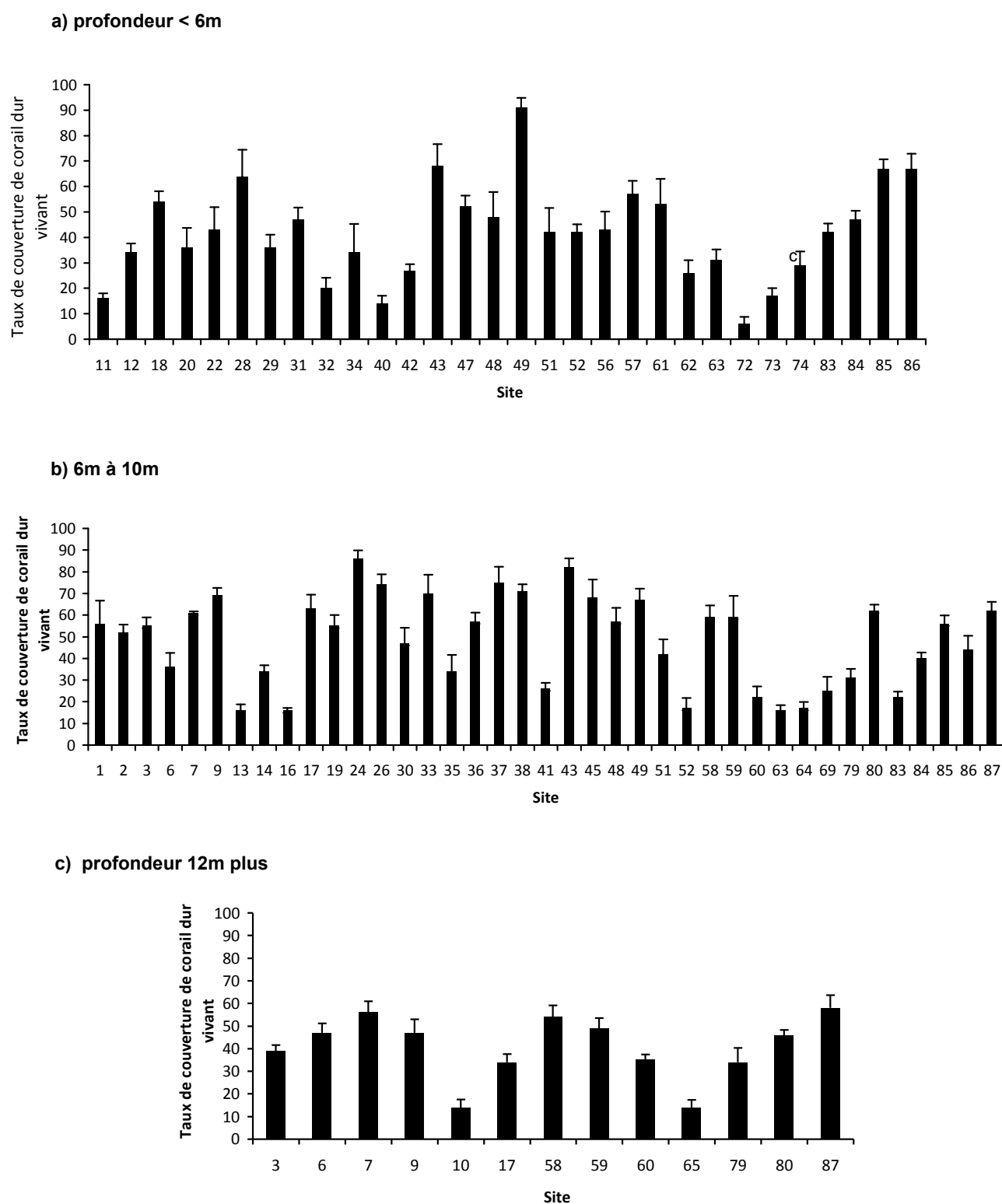


Figure 5.1. Taux de couverture de corail dur pour les sites indiqués par leur numéro à des profondeurs de (a) < 6m, (b) 6m à 10m et (c) 12m et plus, déterminées par la méthode d'échantillonnage en point-transect. Sur chaque site, on a procédé à l'inventaire sur quatre transects de 20m de longueur (n=4) sauf (a) où n=3 pour les sites 12 et 62, n=8 pour le site 56; (b) où n=3 pour les sites 6 et 60; (c) où n=3 pour les sites 10 et 60.

RÉSULTATS

Plusieurs sites étudiés présentaient la caractéristique de posséder des herbiers et/ou des mangroves soit directement intégrés au site, soit à proximité. Il s'agit de 13 sites en ce qui concerne les herbiers (sites 1, 3 – débris d'algues flottants, 4, 18, 19, 20, 22, 28 herbiers vers le rivage, 29, 33, 34, 36 – débris d'algues flottants et 47) et quatre sites pour les mangroves (sites 17, 18, 33 et 34). Le site 56 contenait un seul palétuvier.

Taux de recouvrement

Le taux de recouvrement par des coraux durs varie d'un site à l'autre. Le taux de recouvrement moyen par du corail dur à un niveau de profondeur inférieur à 6 m varie de 6 % (site 72) à 91 % (site 49 - figure 1a). Le taux moyen de recouvrement par du corail vivant, à un niveau de profondeur compris entre 6 m et 10 m, varie de 16 % (sites 16 et 63) à 86 % (site 24 - figure 1b). A des niveaux de profondeur supérieurs à 12 m, son taux de recouvrement se situe entre 14 % (site 10) et 58 % (site 87 - figure 1c). Le pourcentage moyen de biotes/substrats pour toutes les catégories de couverture par site est présenté en annexe 4.

Blanchissement et pathogènes du corail

Aucun blanchissement n'a été noté, mais des maladies ont été observées sur cinq sites soit 8,2 % du nombre total de sites étudiés. Une colonie d'*Acropora* sp du site 43 présentait un syndrome blanc (Willis et al. 2004). Des néoplasies ou tumeurs du corail (Peters et al. 1986) ont été observées sur une colonie d'*Acropora humilis* (site 48), sur une colonie en plateau d'*Acropora* (site 56) et sur deux colonies l'une d'*Acropora* tabulaire et l'autre de *Turbinaria*, (site 57). Une réaction de pigmentation rose a été observée sur quatre sites et sur une à deux colonies massives de *Porites* par site. (48, 52, 56 et 57 - Aeby 1991; Willis et al. 2004).

Prédation et dégradation du corail dû au mode d'alimentation de certains poissons.

La présence de prédateurs (*Acanthaster planci*) ou de leurs signes de prédation a été notée sur 22 sites soit 35,5 % des sites d'étude. Des individus de cette étoile de mer ont été observés sur 13 sites (6, 10, 14, 32, 33, 37, 38, 56, 62, 83 et 85–87). Dans la plupart des cas, il s'agissait d'un à deux individus, avec un maximum de quatre individus sur un seul site (32). Sur huit autres sites étudiés (36, 43, 45, 59, 61, 69, 79 et 84), on a pu observer des cicatrices laissées par

A. planci sans qu'aucune étoile de mer n'ait été observée, preuve d'une présence occasionnelle. Ces cicatrices ont été notées sur les espèces *Acropora* sp, *Acropora humilis*, *Pocillopora* sp. et *Stylophora mordax*. A l'exception d'un site (85) qui présentait des dégâts modérés signalés par de nombreuses cicatrices et la présence de deux individus, la fréquence des traces ou des dégâts était faible avec environ une à deux colonies touchées par site. On n'a observé aucune pullulation de population, aucun rassemblement de masse et aucune indication d'un rassemblement passé. Aucun individu du prédateur *Drupella cornus* (gastropode ou escargot) ni aucune trace de sa prédation n'a été observé.

Des dégâts ont été observés sur la surface des colonies de coraux *Acropora humilis*, *A. digitifera*, *Pocillopora verucosa* sur 8 sites (7, 9, 10, 13, 60, 64, 65 et 83). Les caractéristiques de cette dégradation correspondent au mode d'alimentation de *Bolbometapon muricatum*. Ce poisson n'est pas considéré comme un prédateur du corail et sa présence est un signe de bonne santé du récif.

Déchets

Plusieurs types de déchets ont été notés sur 22 sites, soit 32,3 % des sites étudiés. Ils étaient en majorité liés à l'activité de pêche. Il s'agissait de lignes de pêche sur 18 sites (2, 19, 20, 24, 26, 33, 36, 38, 40, 41, 43, 45, 49, 52, 61, 83, 85, 86 et 87), de flèches de fusil harpon sur deux sites (83 and 84), d'un filet de pêche sur un site (17) et d'une corde sur un site (37). On a également trouvé une boîte de conserve (site 36) et une bouteille en verre (site 87).

Activité de pêche et de ramassage

Les indications de l'exploitation de ressources marines sont mises en évidence par les déchets provenant de la pêche notés dans la section précédente ou par la présence de pêcheurs sur 24 sites (2, 3, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 36, 38, 40, 41, 43, 45, 49, 52, 61, 62, 63, 83, 84, 85, 86 et 87) soit 38,7 % des sites d'étude.

Sédimentation

Des manifestations de stress attribuées à une sédimentation abondante ont été observées sur 14 sites (soit 22,6 % des sites de l'étude). L'importance de l'impact observé (turbidité ou quantité de vase couvrant les organismes ou les substrats) est variable. Sur deux des sites se trouvant plus au nord (18 et 20), la vase recouvrait le sable. Sur les sites 2 et 3 de Yandé, la vase semblait naturelle. La sédimentation de ces quatre sites (2, 3, 18 et 20) peut être qualifiée de légère. Une pression modérée est notée sur quatre autres sites (34, 35, 45 et 86). La sédimentation était la plus importante ou étendue sur les récifs frangeants côtiers de la baie de Néhoulé (29, 30 et 31) et plus au sud (56 et 57). Un niveau de sédimentation élevé a également été noté sur le site 32 au large d'un petit îlot à la sortie de la baie de Néhoulé.

Tableau 5.1. Espèces de tortues marines observées et sites d'observation lors de l'inventaire.

Espèces	S
<i>Caretta caretta</i> (caouannes)	60 (en route), 63, 69
<i>Chelonia mydas</i> (vertes)	1, 14, 17 (en route), 22, 33, 37, 38, 57, 58, 63, 83
<i>Eretmochelys imbricata</i> (imbriquées)	83

Tableau 5.2. Catégories de l'état des sites (n=53) sur la base d'un classement intégrant le nombre d'espèces de poissons observées (FS), le nombre d'espèces de coraux observées (CS), du taux moyen de couverture de coraux vivants (PLC) et de l'observation ou non de perturbations d'origine anthropique. La seconde colonne présente un classement qui intègre également le nombre approximatif de poissons cibles (TFC). Le pourcentage de sites est indiqué entre parenthèses.

Classement	FS + CS + PLC	FS + CS + PC + TFC
Excellent	1–3, 6, 7, 9, 17, 36–38, 49, 58, 59 (24.5%)	36, 83, 87 (5.6%)
Très bon à bon	11, 14, 16, 19, 24, 26, 28, 33, 41, 43, 45, 48, 52, 60, 61, 62, 63, 69, 74, 79, 80, 83, 84, 85, 86, 87 (49%)	3, 7, 9, 17, 43, 48, 49, 52, 58, 59, 61, 79, 80, 84, 85, 86 (30.2%)
Moyen	10, 13, 18, 20, 22, 32, 35, 40, 51, 73 (19%)	1, 2, 6, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 24, 26, 28, 32, 37, 38, 40, 41, 45, 60, 62, 63, 69, 73, 74 (45.3%)
Mauvais	29, 34, 65, 72 (7.5%)	10, 20, 22, 29, 33, 34, 35, 51, 65, 72 (18.9%)

Observations d'espèces présentes sur la Liste rouge

De nombreuses espèces présentes sur la Liste rouge ont été observées sur 66 % des sites soit 36 sites. Elles comprennent notamment des espèces comme les napoléons, les requins, les raies, les tortues de mer, les loches saumonées et autres loches. Ces observations sont brièvement récapitulées ici avec des informations détaillées sur les espèces autres que les poissons et les tortues de mer. Pour plus de détails sur les observations d'espèces de poissons de la Liste rouge, voir le chapitre 2. En ce qui concerne le bénitier géant présent sur la Liste rouge, aucun *Tridacna gigas* n'a été observé lors de l'étude car cette espèce n'est connue qu'à l'état fossile (Wells 1997). Un seul *T. deresa* a été observé. Pour plus de détails sur les espèces de bénitiers observés, voir le chapitre 3. Des tortues marines (vertes, caouannes et imbriquées) ont été observées sur 11 sites soit 21 % des sites d'étude (tableau 5.1).

Les autres espèces de la Liste rouge qui n'ont pas été observées lors de cet inventaire mais déjà répertoriées en Nouvelle-Calédonie comprennent différentes espèces de baleines, les requins blancs, les requins tigres et d'autres espèces de requins ainsi que les dugongs et les hippocampes. Pour plus de détails sur la Liste rouge et une liste à jour des espèces évaluées pour la Nouvelle-Calédonie, se référer au site Internet de la Liste rouge <http://www.iucnredlist.org>.

Synthèse des facteurs

Sur la base du nombre d'espèces de poissons et de coraux observées, du taux de couverture corallienne et de l'observation ou non de perturbations d'origine anthropique, la plupart des sites ont été classés dans la catégorie « très bon à bon ». Toutefois si l'on prend en compte le nombre approximatif de poissons cibles la plupart des sites se retrouvent alors dans la catégorie « moyen » (tableau 5.2). Le tableau 5.2 présente un récapitulatif de ce classement et le tableau 5.3 une échelle relative d'impact pour chaque site visité (n=62).

DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Sur la base de la diversité spécifique en coraux et en poissons, du taux de couverture de coraux vivants et de l'observation ou non de perturbations d'origine anthropique, 49 % des sites étudiés (n=53 sites pour lesquels les séries de données sont complètes) étaient dans un état très bon à bon. Aucun blanchissement corallien n'a été noté lors de l'inventaire. Des chercheurs de l'IRD ont noté en février 2008 un épisode de blanchissement de récifs au large de la côte Est de la province Nord, au nord de Poindimé (Spaggiari comm. pers.).

Les signes potentiels de la présence de pathogènes ou de maladies n'étaient pas fréquents (8,2 % des sites). Cependant, les syndromes observés ou les réactions sous forme de syndrome blanc ou de pigmentation rose sont peut-être les premières mentions en Nouvelle-Calédonie. Aucune observation antérieure de réaction sous forme de pigmentation rose ni de syndrome blanc n'a été trouvée dans la littérature ni dans les bases de données publiques [c'est-à-dire Reefbase et d'autres sites de cartographie des maladies du corail du Programme des Nations Unies pour l'environnement PNUE, du World Conservation Monitoring Center (WCMC) et de National Oceanic and Atmospheric Association (NOAA)]. Des tumeurs sur une espèce *d'Acropora* sp. avaient été notées lors de l'inventaire marin du mont Panié (McKenna et al. 2006) et des indications de tumeurs sur une colonie *d'Acropora formosa* sont relevées sur Reefbase et les sites traitant des maladies du corail au PNUE, au WCMC et au NOAA. Les activités actuelles de suivi et de recherche en Nouvelle-Calédonie seront utiles pour mieux déterminer l'importance des maladies et du blanchissement du corail. En fonction de la disponibilité en financements, il est recommandé de suivre et d'étudier régulièrement d'avantage de stations. Dans la réalité, les besoins en financement pour de tels projets dépassent souvent les possibilités ; une meilleure sensibilisation et des activités d'éducation à l'attention des personnes qui fréquentent les récifs (clubs de plongées, tribus bénéficiant d'aires marines traditionnelles, pêcheurs, parties prenantes locales) pourraient être utiles. De telles activités prévoient des moyens de rendre compte des observations de maladies et de blanchissement pour un examen plus approfondi par les chercheurs, les gestionnaires

Tableau 5.3. Récapitulatif de la condition récifale Ce tableau de la condition récifale résume pour chaque site d'étude la diversité en espèces, les proportions de couverture de corail dur et les dégâts et menaces observés. La mention "aucune donnée" indique que les valeurs ne sont pas disponibles par manque de données. Les menaces ou les niveaux de dégâts sont classifiés comme L = léger, M = modéré et E = excessif (indiqué près de la lettre A pour l'étoile de mer couronne d'épines entre parenthèses ou seul pour les dégâts et menaces). Lorsque *Acanthaster planci* a été vu mais qu'aucun dégât n'a été noté, la lettre P pour "présent" suit la mention A. La marque de prédation est indiquée par les lettres FS à côté du prédateur concerné. En l'absence d'observation de menace ou de dégât, la case correspondante sera vide pour le site concerné. Les nombres approximatifs de poissons cibles ont été intentionnellement omis de ce tableau.

Site #	Biodiversité des groupes focaux		Nombre approximatif de poissons cibles par 500m ² inventorié		Pourcentage moyen de couverture de corail dur par niveau de profondeur			Présence d'étoiles de mer couronne d'épines	Extraction de ressources marines	Maladies	Débris	Sédimentation
	Nombre d'espèces de coraux	Espèces de poissons	Nombre d'individus à faible profondeur (10–12m)	Nombre individus à grande profondeur (15–24m)	Profond (> 12m)	Moyen (6–10m)	Peu profond (<6m)					
1	109	143				56						
2	91	151		56		52			oui		ligne de pêche	L
3	99	138			39	55			oui			L
4	45	46			Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée					
6	93	148			47	36		A (P)				
7	107	154			56	61						
9	100	147			47	69						
10	51	104			14 (n=3)			A (L)				
11	82	126					16					
12	61	97					34 (n=3)					
13	68	93				16						
14	68	93				34		A (L)				
16	78	130				16						
17	111	135			34	63			oui		filet de pêche	
18	71	56					54		oui			L
19	73	77				55		A (L)	oui		ligne de pêche	
20	62	76					37		oui		ligne de pêche	L
22	50	82					43					
24	75	84				86			oui		ligne de pêche	
26	95	79				74			oui		ligne de pêche	
28	53	84					64					
29	27	78					36					E
30	22					47						E
31	34						47					E
32	61	104					20	A (L)				E
33	76	108				70		A (L)	oui		ligne de pêche	
34	45	39					34					M
35	64	64				34						M
36	105	133				57		A (FS/L)	oui		ligne de pêche et boîte de conserve	

continué

Tableau 5.3.

Site #	Biodiversité des groupes focaux		Nombre approximatif de poissons cibles par 500m ² inventorié		Pourcentage moyen de couverture de corail dur par niveau de profondeur			Présence d'étoiles de mer couronne d'épines	Extraction de ressources marines	Maladies	Débris	Sédimentation
	Nombre d'espèces de coraux	Espèces de poissons	Nombre d'individus à faible profondeur (10–12m)	Nombre individus à grande profondeur (15–24m)	Profond (> 12m)	Moyen (6–10m)	Peu profond (<6m)					
37	117	158				75		A (L)			corde	
38	94	135				71		A (FS/L)	oui		ligne de pêche	
40	37	136					14		oui		ligne de pêche	
41	63	117				26			oui		ligne de pêche	
42	60	141					27					
43	63	134				82	68	A (FS/L)	oui	Syndrome blanc (L)	ligne de pêche	
45	69	105				68		A (FS/L)	oui		ligne de pêche	M
47	53						52					
48	53	119				57	47			tumeur (L)		
49	72	139				67	91		oui			
51	54	95					42					
52	49	128				17	42		oui	Réponse sous forme de pigmentation (L)	ligne de pêche	
56	60	70					43 (n=8)	A (L)		Tumeur et réponse sous forme de pigmentation (L)		E
57	67	33					57			Tumeurs et réponse sous forme de pigmentation (L)		E
58	93	136			54	59						
59	100	139			49	59		A (FS/L)				
60	80	136			35 (n=3)	22						
61	66	147					53	A (FS/L)	oui		ligne de pêche	
62	67	106					26 (n=3)	A (FS/L)	oui			
63	47	163				16	31		oui			
64	33	86				17						
65	41	83			14	Nd						
69	73	139				25		A (FS/L)				
72	30	94					6					
73	33	113					17					
74	49	121					29					
79	76	130			34	31		A (FS/L)				
80	78	143			46	62						
83	64	172				22	42	A (FS/L)	oui		ligne de pêche et harpon	
84	56	134				40	47	A (FS/L)	oui		ligne de pêche et harpon	
85	74	139				56	67	A (FS/M)				
86	60	121				44	67	A (L)	oui		ligne de pêche	M
87	42	142			58	62		A (L)	oui		ligne de pêche et bouteille	

et les organes de réglementation et de protection du milieu marin.

Lorsque le nombre de poissons cibles a été inclus comme facteur dans l'analyse comparative des sites, la majorité des sites est passée dans la catégorie « état de santé moyen ». C'est un résultat logique car la pêche est l'activité la plus fréquemment observée (pêcheurs) ou détectée (équipement de pêche sur le site par exemple) pour tous les sites d'étude (n=62). Par ailleurs, la région étudiée, et en particulier les sites dans la partie sud, se trouvent près du port de plaisance et de pêche de Koumac. Ainsi, les déchets trouvés étaient constitués en majorité d'objets liés à la pêche. Les observations liées à l'activité de pêche ont été plus fréquentes sur les sites les plus facilement accessibles. Ces observations révélatrices d'une pression de pêche importante ainsi que la présence de nombreuses lignes de pêche sont conformes aux études antérieures qui notaient que la pêche était intensive dans les habitats récifaux (près des zones de récifs) et essentiellement pratiquée à la ligne (Labrousse et al. 2000).

Compte tenu de ces observations, il est recommandé de réaliser une étude et un suivi approfondis des populations de poissons cibles sur les sites les plus visités. L'étude et le suivi (ex. prise par unité d'effort, débarquements, nombre et type d'équipement, zones de pêche) de toutes les activités de pêche qu'elles soient à but commercial ou de subsistance peuvent également être utiles. Comme suggéré auparavant (Labrousse et al. 2000) la diversification des méthodes de pêche peut contribuer à déplacer une partie de la pression qui pèse sur les poissons pêchés à la ligne. Il peut être utile de renforcer l'éducation et la sensibilisation sur la nécessité de traiter les déchets, notamment les lignes de pêche, de manière appropriée afin de réduire leur quantité: en plaçant des signes et des panneaux demandant de faire attention aux objets indésirables et en mettant à disposition des réceptacles spéciaux près des docks et des rampes de bateaux pour la collecte de monofilaments, de lignes de pêche etc. Les observations liées à l'activité de pêche doivent être traitées avec circonspection car les communautés de poissons récifaux peuvent être très variables dans l'espace et dans le temps. Le travail présenté ici n'est qu'un aperçu de la situation à un temps t d'autant plus que chaque site n'a été visité qu'une seule fois, de surcroît à des heures différentes de la journée.

Même si le stress provoqué par la sédimentation a été moins observé (24,2 %) que l'activité de pêche (38,7 %) ou celle de l'étoile de mer couronne d'épines - *Acanthaster* (35,5 %), ce facteur a probablement l'impact le plus fort sur les récifs concernés. Ceci n'est pas une surprise car les activités minières présentes et passées se trouvent à Poum (Presqu'île de Poum) et Tiébaghi (Le Dome Tiébaghi). Par ailleurs, les sites où le stress provoqué par la sédimentation est élevé (29, 30 and 31) se trouvent dans la baie de Néhoué. Cette baie reçoit des effluents de la rivière Néhoué et de ses affluents qui sont touchés par les activités de la mine de Tiébaghi (Bird et al. 1984). Un niveau élevé de sédimentation a également été noté sur le site 32 à la sortie de la baie de Néhoué. Les deux autres sites (56 et 57) fortement stressés par la

sédimentation étaient des récifs frangeants adjacents à la mine de Tiébaghi et sous l'influence de cours d'eau. Ces sites étaient si proches des zones d'activité minière qu'on pouvait même apercevoir pendant l'inventaire les camions de transport sur des routes secondaires. Par conséquent, les sites (34, 35, 45, 85, 86) où le stress provoqué par la sédimentation est modéré sont proches des sites à sédimentation élevée.

Il est recommandé de surveiller la sédimentation et d'entreprendre tous les efforts possibles pour réhabiliter et maintenir en état les bassins versants. Les techniques d'atténuation (par exemple la préservation de la végétation et la replantation sur les zones dénudées, la construction de barrières et de pièges à sédiments, l'exploitation en terrasses...) doivent être poursuivies et mises en place aux endroits où elles ne sont pas encore appliquées (ESCAP 2003). Il est également essentiel de mettre au point de nouvelles techniques d'atténuation des impacts des activités minières sur l'environnement. C'est un défi important compte tenu de la longue histoire de l'activité minière en Nouvelle-Calédonie (depuis les années 1870). Les mines qui ont déjà fermé contribuent encore à la sédimentation des zones côtières adjacentes. Lors des fortes pluies (par exemple au moment des cyclones) les sédiments provenant des glissements de terrain et de l'érosion des sols et pouvant contenir des métaux lourds et autres produits toxiques finissent dans les cours d'eau, puis dans les eaux côtières. C'est également le cas pour les très vieux sites miniers (Bird et al. 1984). Dans de nombreux cas, le sol des mines antérieures ou existantes est contaminé lorsqu'il n'est pas possible de replanter de la végétation. De plus, à certains endroits, le paysage a été affecté par les feux et l'élevage du bétail qui ont un impact négatif sur le fonctionnement des bassins versants. La sédimentation représente une menace sérieuse pour de nombreux récifs de la Nouvelle-Calédonie.

Lors de cet inventaire, le pourcentage de sites (66 %) où des espèces présentes sur la Liste rouge ont été observées est inférieur à celui de 76,2 % déterminé lors de l'inventaire du mont Panié (McKenna et al. 2006). La proportion de sites où des requins ont été observés est similaire dans les deux cas ; c'est un élément positif compte tenu de la surexploitation mondiale des requins. Par rapport à des inventaires antérieurs effectués par Conservation International avec des méthodes similaires dans des zones plus proches ou situées au sein du fameux Triangle de corail de l'océan Pacifique (ex. Raja Ampat, Togean Banggai et Calamianes), les observations les plus nombreuses d'espèces de la Liste rouge ont été faites en Nouvelle-Calédonie. Ces pourcentages sont basées sur des observations limitées dans l'espace et dans le temps, il est important de les poursuivre par des études quantitatives et un suivi régulier. Ceci contribuera à garantir la viabilité de ces populations et la survie future des espèces menacées de la Liste rouge.

RÉFÉRENCES

- Aeby, G.S. 1991. Behavioural and ecological relationship of a parasite and its host within a coral reef system. *Pacific Science* 45:263–269.
- Allen, G. R. 1998. Reef Fishes of Milne Bay Province, Papua New Guinea. *In*: Werner, T.B. and G.R. Allen (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the coral reefs of Milne Bay Province, Papua New Guinea. Bulletin of the Rapid Assessment Program 11. Washington, DC: Conservation International.
- Allen, G.R. 2001. Reef Fishes of The Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. *In*: McKenna, S.A. and G.R. Allen. (eds.) A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Raja Ampat Islands, Irian Jaya Province, Indonesia. Bulletin of the Rapid Assessment Program 22, Conservation International, Washington, DC.
- Allen, M., J. Kinch et T. Werner. 2003. Coral reef resources of Milne Bay Province, Papua New Guinea. *In*: G.R. Allen, J. Kinch, S.A. McKenna, and P. Seeto (eds.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of Milne Bay Province, Papua New Guinea. RAP Bulletin of Biological Assessment. Washington, DC: Conservation International.
- Bird, E.C., J.P. Dubois & J.A. Iltis. (1984). The impacts of opencast mining on the rivers and coasts of New Caledonia. The United Nations University, Tokyo. 53pp.
- Site de cartographie des maladies du corail du PNUE, de WCMC et de NOAA, <http://www.unep-wcmc.org/GIS/coraldis/searchForm.cfm>
- ESCAP: Integrating Environmental Considerations in Economic Decision Making Processes Synthesis B Modalities for Environmental Assessment-Pacific Islands Subregion Pacific Island case studies. Mining activities in New Caledonia 2003. (*Unpublished*) http://www.unescap.org/dpad/vc/conference/bg_nc_147_man.htm
- Gabriel C., G. Allen, F. Bouilleret, A. Downer, C. Garrigue, H. Géraux, M. Hannecart, J.B. Herrenschmidt, D. Ody, M. Petit, M. Pichon., F. Seguin, S. Virly, H. You. 2007. Evaluation rapide de la biodiversité et du contexte socio-economique de la zone marine du Diahot-Balabio (Province nord de Nouvelle-Calédonie) CRISP 151.
- Labrosse P., Y. Letourner, M. Kulbicki, J. Paddon. 2000. Fish stock assessment of the northern New Caledonian lagoons: 3- Fishing pressure, potential yields and impact on management options. *Aquatic Living Resources* 13(2): 91–98.
- Lovell, E., H. Sykes, M. Deiye, L. Wantiez, C. Garrigue, S. Virly, J. Samuelu, A. Solofa, T. Poulasi, K. Pakoa, A. Sabetian, D. Afzal, A. Hughes et R. Sulu. 2004. Status of Coral Reefs in the South West Pacific: Fiji, Nauru, New Caledonia, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu and Vanuatu. P. 337–362. *In*: C. Wilkinson (eds.). Status of coral reefs of the world: 2004. Volume 2. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia. 557 p.
- McKenna S.A., N. Baillon, H. Blaffart et G. Abrusci 2006. Une évaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du Mont Panié, province Nord, Nouvelle-Calédonie. 126 p.
- Peters E.C., J.C. Halas et H.B. McCarty. (1986). Calicoblastic neoplasms in *Acropora palmata* with a review of reports on anomalies of growth and form in corals. *Journal of National Cancer Institute* 76:895–912.
- Reefbase <http://reefgis.reefbase.org/default.aspx>
- Sulu, R., R. Cumming, L. Wantiez, L. Kumar, A. Mulipola, M. Lober, S. Sauni, T. Poulasi et K. Pakoa. 2002. Status of Coral Reefs in the Southwest Pacific Region to 2002: Fiji, Nauru, New Caledonia, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu and Vanuatu. *In*: C.R. Wilkinson (ed.), Status of coral reefs of the world: 2002. GCRMN Report, Australian Institute of Marine Science, Townsville. Chapter 10, pp. 181–201.
- Sutherland K.P., J.W. Porter et C. Torres. 2004. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellae corals. *Mar Ecol Prog Ser* 266:273–302.
- Wells, S. 1997. Giant clams : Status, Trade and Mariculture and the role of CITES in management. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 77pp.
- Willis, B.L., C.A. Page et A. Dindsadale 2004. Coral Disease on the Great Barrier Reef. (2004). Coral Disease on the Great Barrier Reef. *In*: Rosenberg, E., and Y. Loya (eds.). Coral health and Disease. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 69–102.

Chapitre 6

Oiseaux nicheurs d'intérêt pour la conservation

J Baudat-Franceschi *, J Spaggiari +* & N Barré *

* Société Calédonienne d'Ornithologie + Conservation International

RÉSUMÉ

- Seize espèces nicheuses recensées parmi les oiseaux marins (13) et côtiers (3). Une à cinq espèces nicheuses certaines par site pour une à douze espèces observées (cf. tableau 6.1).
- Une nouvelle espèce nicheuse pour le territoire (1 à 2 couples), l'Édicnème des récifs (*Esacus magnirostris*).
- Deux IBA marines lagonnaires identifiées dont la principale zone de reproduction calédonienne (une centaine de couples) d'une sous-espèce endémique très menacée de la Sterne néréis (*Sterna nereis exsul*) dont seulement une vingtaine de couples étaient auparavant répertoriés en Calédonie.
- Redécouverte sur l'île Yandé d'une population relictuelle d'une sous espèce endémique d'une espèce terrestre considérée éteinte sur la Grande Terre, le Merle des îles (*Turdus poliocephalus xanthopus*), qui n'avait pas été observée depuis 30 ans.
- Neuf nouvelles colonies de Puffin fouquet (*Puffinus pacificus chlororhynchus*) ; deux nouveaux sites de nidification du Pétrel de Tahiti (*Pseudobulweria rostrata trouessarti*) ; confirmation de la présence sur l'îlot Carrey de la seule colonie de Fou brun (*Sula leucogaster plotus*) du lagon néo-calédonien, et des deux seuls couples de Fou masqué (*Sula dactylatra personata*) ; première quantification de la population du Balbuzard d'Australie (*Pandion haliaetus cristatus*) sur la zone.
- Recommandations : mise en œuvre sur les IBA de Koumac et de l'île Yandé de plans de gestion participatifs avec les institutions et les communautés locales, axés sur la protection des sites de reproduction d'oiseaux marins par la gestion de la fréquentation humaine et l'éradication ou *a minima* le contrôle des prédateurs introduits. Un volet de suivi des populations d'oiseaux marins ainsi qu'une étude spécifique pour sauvegarder la dernière population calédonienne de Merle des îles devraient être inclus. Un développement local fondé sur l'écotourisme et la mise en place d'un réseau de petites réserves naturelles est préconisé. Pour l'île Yandé, ceci devrait être fait en synergie avec le classement au patrimoine mondial de l'UNESCO.

INTRODUCTION

Ce chapitre décrit les enjeux de conservation liés à l'avifaune nicheuse uniquement, en complément des autres inventaires effectués sur les écosystèmes récifaux. Bien qu'étant des animaux endothermes vivant à l'air libre et se reproduisant à terre, les oiseaux marins sont indissociables des mers et océans. La plupart des espèces tropicales qui exploitent les îlots d'un lagon pour leur nidification dépendent des récifs coralliens pour leur alimentation. Ces oiseaux forment une communauté originale d'organismes dépendant du milieu marin, simples à inventorier. En tant que communauté d'espèces consommatrices d'un large spectre d'organismes marins, ils sont de bons bio-indicateurs de l'état de santé des réseaux trophiques. Par ailleurs, les îlots du lagon servent parfois de refuge à des espèces terrestres menacées d'extinction sur la Grande

Terre. Ils présentent de ce fait de bonnes opportunités pour la mise en œuvre d'actions de conservation et/ou de restauration écologique.

La zone d'étude couverte par ce RAP *Rapid assessment program* contient deux zones importantes pour la conservation des oiseaux ou IBA *Important Bird Areas* (Spaggiari et al. 2007ab), identifiées à la suite d'un inventaire réalisé par la Société calédonienne d'ornithologie (Baudat-Franceschi 2006), à la demande de la province Nord. La majorité des informations présentées dans ce chapitre vient de cette étude, avec un complément significatif de données collectées au cours du RAP et lors de suivis réalisés par la SCO depuis Mai 2006.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'évaluation rapide de la valeur patrimoniale ornithologique d'un secteur se fait selon des méthodes standardisées adaptées aux caractéristiques écologiques des espèces, aux superficies à inventorier ainsi qu'au type d'écosystème concerné (Bibby et al. 2000).

Pour les espèces marines et côtières, on recherche :

- Les sites de reproduction terrestres par la prospection sur les îlots, à la période adéquate, afin de mettre en évidence tout indice de reproduction ;
- La présence en mer de zones d'alimentation, de regroupement et/ou de dispersion.

A terre, tous les individus observés sont comptabilisés à l'aide d'une paire de jumelles et/ou d'un télescope. Lorsqu'une colonie est découverte, l'unité de comptage est le nid garni, excepté pour le Puffin fouquet, pour lequel ce sont les terriers occupés. Les petites colonies (< 500 nids) sont dénombrées de façon exhaustive. Les grandes colonies (> 500 nids) font l'objet d'un échantillonnage sur des transects de quatre mètres de large (Burger et Lawrence 2003). Cette méthode est classique pour le recensement des oiseaux marins tropicaux diurnes à nidification épigée (e.g. *Sternidae*), majoritaires sur notre zone d'étude. Pour les espèces nocturnes à nidification hypogée, ici essentiellement le Puffin fouquet, Pandolfi-Benoît et Bretagnolle (2002) préconisent la même méthode. Par contre, le Pétrel de Tahiti est recherché par la méthode des points d'écoute nocturne (Bretagnolle, 2001 ; Spaggiari et Barré, 2004 ; Delelis & al, 2007).

Du fait d'inventaires réalisés hors de sa période de reproduction, les effectifs du Balbuzard d'Australie ont été estimés à partir du nombre d'aires comptabilisées, sur la base d'un maximum de trois aires par couples (Thibault et al. 2001).

En mer, les contraintes logistiques ont induit des observations majoritairement opportunistes s'appuyant sur une pression d'observation continue. Parfois des comptages de dix minutes toutes les heures sur une bande de 300 mètres sur un côté du bateau (Tasker et al. 1984 in Gibbons 2002) ont été réalisés.

Le statut reproducteur des espèces a été évalué à partir de la récolte d'indices de reproduction, qui permettent de classer les espèces en quatre catégories (Yeatman-Berthelot et Jarry, 1995) : nicheur certain (NC), nicheur probable (NP), nicheur possible (Np) et non reproducteur (NR).

Les espèces terrestres ont été échantillonnées de façon opportuniste par écoute des chants et par observation directe, pour un résultat exclusivement qualitatif (présence *vs.* absence). Conformément à la demande de la province Nord, l'objectif prioritaire était la recherche d'espèces rares qui auraient pu trouver refuge sur ces îles plus que de faire l'inventaire des communautés d'oiseaux terrestres. La totalité des espèces terrestres contactées sur la zone n'est donc pas donnée ici, les données n'étant pas exhaustives. Des enquêtes à partir d'illustrations sur guides terrain ont été réalisées auprès des communautés locales.

Les espèces migratrices sont exclues de cette synthèse. La Nouvelle-Calédonie étant sur une voie de migration secondaire, aucun site de la zone n'héberge de rassemblements numériquement significatifs d'oiseaux migrateurs. La présence régulière de certaines espèces lors des passages migratoires est d'intérêt local mais ne constitue pas un enjeu patrimonial fort.

RÉSULTATS

Le tableau 6.1 synthétise les données par espèces pour les oiseaux marins et côtiers. Les noms utilisés sont ceux de la liste de Barré & al (2007).

Oiseaux marins nicheurs

Treize espèces constituent la communauté des oiseaux marins sur la zone d'étude. Les *Sternidae* (7 espèces) ont été ici rangés dans cette catégorie car aucune des espèces présentes en Nouvelle-Calédonie ne dépend des eaux douces pour son alimentation.

Les espèces marines représentant un enjeu international de conservation sont les suivantes :

L'Océanite à gorge blanche (*Nesofregatta fuliginosa*) classée vulnérable (VU) par l'Union mondiale pour la nature (UICN) n'a été observée que sur l'îlot Table, entre 1997 et 1998 et avec des effectifs allant de 3 à 30 couples (Pandolfi-Benoît 1997 ; Bretagnolle, com. pers.). Aucun individu ni indice de reproduction n'ont depuis été revus mais l'espèce est difficile à détecter sur ses sites de reproduction. Elle a toutefois été observée en mer, au large de la zone d'étude, en Avril 2007 (Broodie-Good, 2007).

La Sterne néréis (*Sterna nereis exsul*) est l'espèce d'oiseau marin la plus fragile du lagon de Nouvelle-Calédonie. Elle a récemment été classée Vulnérable (VU) par l'IUCN. Les 70 à 90 couples nichant sur la zone d'étude représentent la seule population viable actuellement connue sur le territoire ainsi que plus de 1% de la population biogéographique de l'espèce, dont la majorité des effectifs se situe en Australie.

Tableau 6.1. Nombre de couples et statut reproducteur des espèces d'oiseaux marins présentes sur les îlots de la zone couverte par le RAP.

	<i>Pseudobulweria rostrata trouessarti</i>	<i>Nesofregatta fuliginosa</i>	<i>Puffinus pacificus chlororhynchus</i>	<i>Sula dactylatra personata</i>	<i>Sula leucogaster plotus</i>	<i>Egretta sacra albolineata</i>	<i>Pandion haliaetus cristatus</i>	<i>Esacus magnirostris</i>	<i>Larus novaehollandiae forsteri</i>	<i>Sterna bergii cristata</i>	<i>Sterna dougalli bangsi</i>	<i>Sterna sumatrana</i>	<i>Sterna nereis exsul</i>	<i>Sterna anaethetus</i>	<i>Anous stolidus pileatus</i>	<i>Anous minutus</i>	N sp. nichieuses certaines	N sp. nichieuses potentielles (NC + NP + Np)	N sp. observées (îlot + zone marine associée)
Îlots < 45 ha																			
Tiam'bouène	1		11,520		x	NP	1	x	NP	NP	102	31	Np	NP			5	9	10
Carrey	x		x	2	87				x	NP	395	NP	3	x	Np	x	4	7	12
Double			4,000		x	NP	1	NP	1	NP		NP	47 - 70	x			4	5	9
Pouh			500		x	NP			x	60		NP	5 - 20	1			4	5	7
Yan'dagouet			3,000	x	x	NP			1	80-100		NP	2 - 20	NP			4	6	8
La Table		Np	500		x	1	1		NP	x		NP	x	NP			2	6	9
Pionne			8,925		x	NP	1		NP	x							2	3	5
Kendec			x		x	x			x	x	5	10	x	NP			2	3	8
Ouanne			2,880		x	NP	1		NP	x		x		x			1	3	7
Yava			4,248			NP	x		x	x							1	1	4
Ti'Ac						NP	1		x	x							1	1	3
Goenghu						NP	1	x	x	x							1	1	4
Nana						NP	1	NP	x	x				NP			1	3	5
îlot Fwa																			
Tixia (face île Nendiale)																	1	1	1
îlot Pu i Agan Alo (face île Tié)						NP	1										1	1	1
Mouac			NC non quantifié			NP	1			x							2	2	3
Yoyoé			x			NP	1			x							1	1	3
Paio			x			NP	1			x							1	1	3
Ti Tienghène						NP				x							0	0	1
Tangadiou			x			x	x		x	x			x	NP			0	1	5
Magone			x			x	x		NP	x							0	1	4
Îlots > 45 ha																			
Yandé	1		NP		x	NP	2		NP	x							2	4	6
Néba			NP		x	NP	3	x	NP	x							1	3	6
Tié					x	NP	1			x							1	1	3
Yénghebane					x	NP	2		NP	x							1	2	4
TOTAL COUPLES NC	1		35,573	2	87	1	21	0	2	60	502	41	70 - 90	1	0	0			

NC (nicheur certain), (NP) nicheur probable, (Np) nicheur possible et (NR) non reproducteur.
Les chiffres donnent le nombre de couples nicheurs inventoriés

La Sterne de Dougall (*Sterna dougalli bangsi*) a sur la zone une population estimée à 500 couples soit environ 10 % de la population néo-calédonienne connue ainsi que plus de 1 % de sa population biogéographique.

Le Puffin fouquet (*Puffinus pacificus chlororhynchus*) est l'espèce marine la plus abondante de la zone (> 36 000 couples) mais aussi de Nouvelle-Calédonie. La colonie de l'îlot Tiam'bouène compte, à elle seule, plus de 10 000 couples nicheurs.

D'autres espèces marines reproductrices constituent un enjeu local de conservation. La colonie de Fous bruns (*Sula leucogaster plotus*) de l'îlot Carrey (une centaine de couples) est la seule connue dans le lagon néo-calédonien, tout comme les deux couples de Fou masqué (*Sula dactylatra personata*). Les populations de *Sternidae* ont par leurs effectifs significatifs un véritable intérêt.

Oiseaux côtiers nicheurs

Trois espèces sont dites côtières car elles exploitent uniquement les littoraux de la Grande Terre et des îlots. Ces espèces ne sont pas strictement dépendantes des eaux marines pour leur alimentation puisqu'elles remontent fréquemment les cours inférieurs des fleuves et/ou utilisent les eaux saumâtres, en particulier dans les mangroves.

L'Édicnème des récifs (*Esacus magnirostris*), classé quasiment menacé (NT) par l'UICN est une espèce intéressante au niveau local voire régional. Elle n'a été confirmée nicheuse en Nouvelle-Calédonie que récemment (Baudat-Franceschi, 2006). Sur les six couples cantonnés connus, tous sont en province Nord, avec un à deux sur la zone d'étude (îlots Double et Nana).

La population de Balbuzard d'Australie (*Pandion haliaetus cristatus*), estimée à 21 couples minimum, est intéressante au niveau local puisqu'elle représente environ 8 % de la population néo-calédonienne, actuellement estimée à 250 couples (Bretagnolle et al. 2001).

Il faut ajouter une espèce abondante et commune en Nouvelle-Calédonie, l'Aigrette des récifs (*Egretta sacra albolineata*), quotidiennement observée et dont la reproduction est attestée sur la zone mais dont les effectifs nicheurs sont non quantifiés.

Oiseaux terrestres

Une seule espèce terrestre représentant un intérêt pour la conservation a été inventoriée sur la zone d'étude. Il s'agit d'une population relictuelle de la sous espèce endémique de Merle des îles (*Turdus poliocephalus xanthopus*), qui a été redécouverte (8 individus) sur l'île Yandé, après 25 années sans observation (Baudat-Franceschi 2006 ; Barré et al. 2007). Cette population a été initialement découverte par de Naurois (1982), qui l'estimait à 300 individus. L'observation à six reprises, sur la zone de Koumac, de la sous-espèce de Faucon pèlerin (*Flaco peregrinus nesiotes*) en activité de recherche alimentaire constitue une donnée intéressante au niveau local voire régional.

DISCUSSION

La zone d'étude comprend 25 îles et îlots sur les 179 que compte la province Nord. Plus largement, les trois communes de Bélep (71), Poum (42) et Koumac (13) totalisent 70 % des îles et îlots de la province Nord. La biodiversité de ces écosystèmes micro-insulaires s'ajoute à la biodiversité marine *stricto sensu* de la zone d'étude (voir autres chapitres), augmentant ainsi significativement la valeur patrimoniale globale de la zone d'étude. Ils constituent des enclaves terrestres écologiquement originales, variées et intéressantes à plus d'un titre :

- Présence de communautés végétales et animales terrestres en situation d'isolement ;
- Refuge potentiel pour des espèces animales et végétales menacées sur la Grande Terre ;
- Existence de formations coralliennes associées souvent très bien préservées (récifs frangeants des îles rocheuses, petits atolls ceinturant les îlots sableux).

Ces îlots, de par leurs superficies faibles à moyennes, la variété des milieux qu'ils abritent, leur isolement néanmoins associé à une accessibilité relativement aisée et enfin des implantations humaines restreintes, constituent des unités de gestion favorables à la mise en œuvre de programmes de conservation.

Ces systèmes écologiques jouent un rôle primordial pour les oiseaux marins et côtiers : les parties terrestres offrent encore des sites de nidification moins soumis à la prédation et aux dérangements du fait de leur relatif isolement. A ceci s'ajoute la proximité immédiate de zones d'alimentation marines de qualité (lagons, atolls, récifs frangeants et barrières).

A l'intérieur de la zone d'étude du RAP (*Rapid assessment program*) deux zones sont prioritaires pour la conservation des oiseaux (IBA ; Spaggiari et al. 2007ab ; figure 6.1).

La zone de Koumac

Quatorze des 19 îlots de l'IBA sont dans la zone d'étude du RAP. Les sites prioritaires quant à leur diversité spécifique, la présence d'espèces menacées et/ou l'existence d'effectifs importants sont Tiam'bouène, Carrey, Double, Pouh, Yan'dagouet, et Table (tableau 6.1). Les recommandations de gestion sont la mise en place de protocoles de suivi des populations d'oiseaux marins, la lutte contre les espèces envahissantes (prédateurs introduits en priorité), et la gestion de la fréquentation humaine (en particulier à proximité des colonies de *Sternidae*). Ces deux menaces sont reconnues comme étant majeures sur les sites de reproduction des oiseaux marins (Burger et Gochfeld, 1994).

La SCO et différents partenaires travaillent actuellement, avec le soutien de la Fondation Packard, à l'éradication des rongeurs sur les îlots de ces IBA. La réduction de l'impact de la fréquentation humaine pourrait être obtenue par la

mise en défens temporaire des colonies de reproduction de *Sternidae* en fonction de leur localisation d'une année à l'autre, la sensibilisation des visiteurs et la canalisation des flux de plaisanciers sur les sites à faible valeur patrimoniale. Si elle est acceptée par la majorité de la population locale, une interdiction saisonnière de débarquer sur les îlots à forte valeur patrimoniale, avec répression des infractions, pourrait être très efficace. Autant d'actions qui devraient permettre l'élaboration concertée avec les acteurs locaux d'un plan de gestion de la zone. Celui-ci pourrait inclure la création concertée d'un réseau de petites réserves naturelles sur les îlots, réserves qui pourraient selon les cas englober tout ou partie des sites considérés.

L'île de Yandé

Cette île d'environ 1300 ha et habitée par seulement quelques familles (environ 30 personnes) présente une diversité de paysages intéressante. Elle est par ailleurs ceinturée d'un récif en bon état présentant une richesse spécifique élevée et originale (voir les autres chapitres). L'île abrite l'unique population relictuelle connue d'une sous-espèce endémique à la Grande Terre du Merle des îles *Turdus poliocephalus*

xanthopus. Une quantification exhaustive des individus présents est à réaliser d'urgence, ainsi qu'un état des lieux de son habitat (caractérisation et cartographie), apparemment constitué par des reliques de forêt sèche (l'écosystème terrestre calédonien le plus menacé) plus ou moins dégradées et anthropisées, ainsi que par des forêts ripicoles isolées dans le maquis minier. L'éradication ou *a minima* le contrôle des prédateurs introduits serait à réaliser d'urgence, en particulier pour le Chat haret *Felis catus* et le Rat *Rattus sp.*, dont l'impact négatif n'est plus à démontrer et qui présentent des populations sur l'île. Bien que le Merle des îles ne soit pas menacé sur son aire de distribution (Birdlife, 2004), on peut considérer cette sous espèce endémique comme un taxon de l'avifaune calédonienne potentiellement très proche de l'extinction, l'unique population étant numériquement très faible et située dans une zone ne faisant l'objet d'aucune mesure de gestion. Son statut taxonomique serait à préciser à l'aide de méthodes modernes (génétique). De Naurois (1982) détermine trois sous espèces endémiques à la Nouvelle-Calédonie sur critères biométriques : deux sont considérées disparues et étaient propre aux îles Loyauté (Lifou et Maré) ; la dernière n'a plus été observée sur la Grande Terre

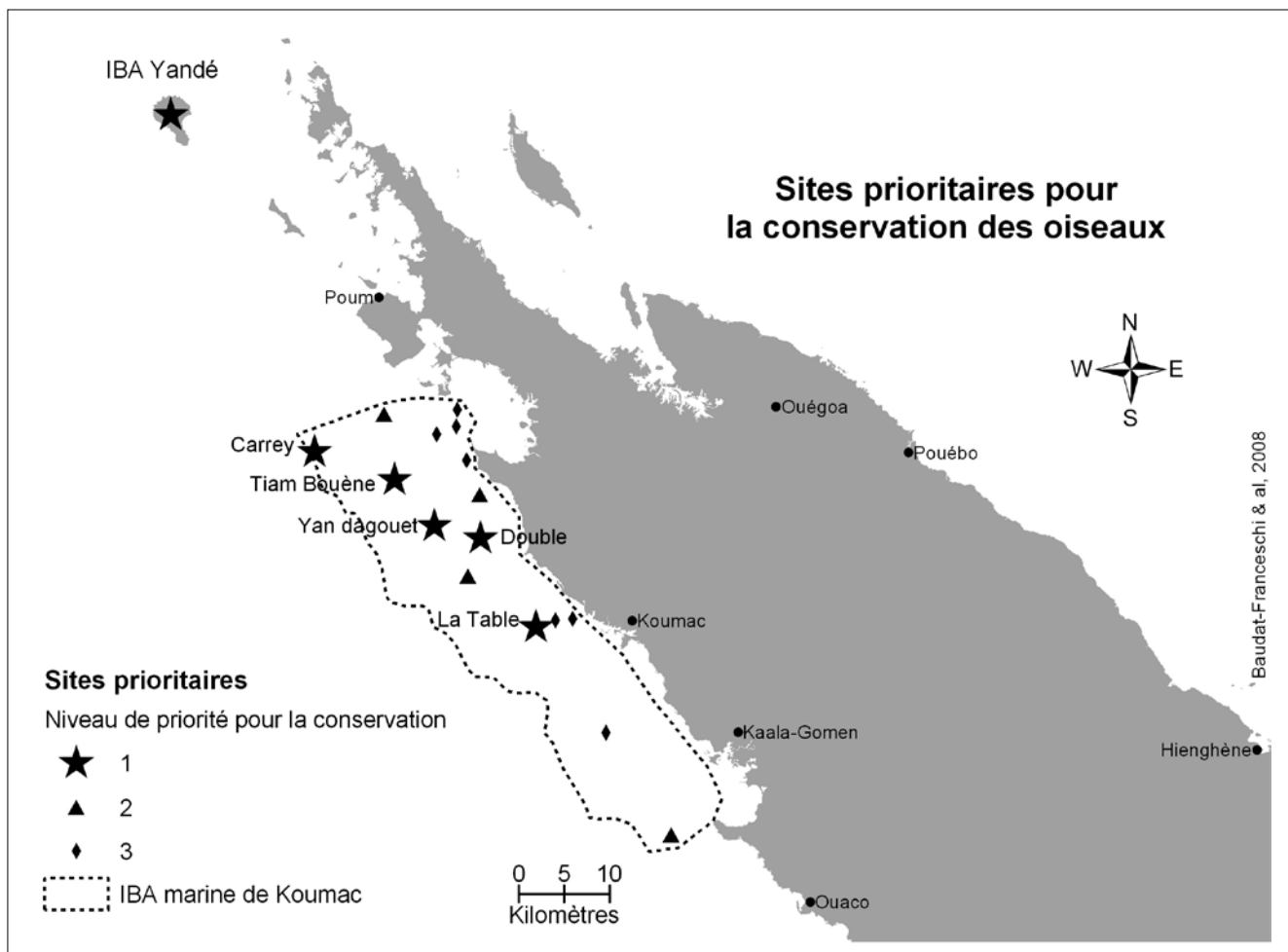


Figure 6.1.

depuis les années 1960 (Barré & Dutson, 2000, Barré et al., 2007) et ne subsistera donc plus que sur l'île Yandé.

La petite population de Pétrel de Tahiti, sous-espèce endémique quasiment menacée (NT), serait à quantifier précisément dans la mesure où l'île est recouverte d'un maquis minier, identifié sur la Grande Terre comme un biotope favorable à l'espèce (Spaggiari et Barré 2004 ; Delelis & al, 2007). Tester la réponse des populations de cette espèce à l'éradication ou au contrôle de prédateurs introduits présents sur l'île tels que le Chat haret (*Felis catus*), le Cochon (*Sus scrofa*) et le Rat (*Rattus sp*) pourrait permettre de mieux appréhender son statut de conservation à l'échelle de la Grande Terre. Ceci permettrait d'élaborer des mesures de protection des sites de nidification de l'espèce en Nouvelle-Calédonie, en complément du travail en cours pour réduire la surmortalité par collision avec les éclairages (Delelis & al, 2007). Rappelons que cet oiseau marin subit l'impact des prédateurs introduits sur la totalité de son aire de distribution, qui est constituée uniquement d'îles dans le Pacifique.

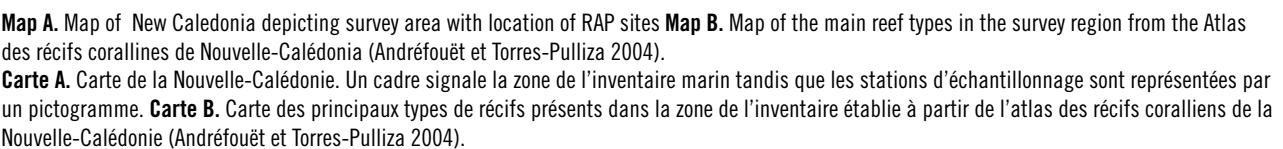
CONCLUSION

Deux zones sont d'importance internationale pour la conservation des oiseaux (IBA). L'île de Yandé est incluse dans le bien en série proposé à l'inscription au patrimoine mondial de l'humanité. Le secteur de Koumac, limitrophe de la zone proposée à l'UNESCO, devrait faire l'objet d'une gestion concertée de ses îlots, avec régulation de la fréquentation humaine et éradication des prédateurs introduits. La création concertée d'un réseau de petites réserves naturelles protégeant les îlots les plus riches serait appropriée. L'île de Yandé pourrait être l'objet d'un projet de conservation intégrée avec contrôle et/ou éradication des prédateurs introduits, suivi des populations de Merle des îles et de Pétrel de Tahiti, restauration de l'écosystème forêt sèche et développement d'un écotourisme local (plongée sous marine et randonnée pédestre avec accueil chez l'habitant). L'éradication et/ou le contrôle des espèces introduites est une urgence de gestion environnementale en Nouvelle-Calédonie (Beauvais & al, 2006). L'élaboration avec les acteurs locaux (province, mairies, autorités coutumières...) de plans de gestion participatifs, constitue l'étape préalable indispensable à la réussite à long terme d'éventuels programmes de conservation.

BIBLIOGRAPHIE

- Ballance, L.T. and R.L. Pitman. 1999. Feeding ecology of tropical seabirds. Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress, Durban. Adams, N. and R. Slotow (eds.). Johannesburg: BirdLife South Africa. Natural History Book Service
- Barré N. & G. Dutson. 2000. Liste commentée des oiseaux de Nouvelle Calédonie. Supplément à la revue *Alauda* (68). Fascicule 3. 49 p.
- Barré, N., J. Baudat-Franceschi, J. Spaggiari, V. Chartendault, P. Bachy, F. Desmoulins et J. Guhring. 2007. Second complément à la liste des oiseaux de Nouvelle-Calédonie. *Alauda* 75 (2) : 129–144.
- Baudat-Franceschi, J. 2006. Oiseaux marins et côtiers nicheurs en province Nord : évaluation des populations, enjeux de conservation. SCO/Province Nord.
- Beauvais, M.L., A. Coléno, & H. Jourdan. (eds). 2006. Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien : un risque environnemental et économique majeur. IRD éditions.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill et S.H. Mustoe. 2000. Bird census techniques. 2nd edition. Academic Press.
- Birdlife International. 2004. Threatened Birds of the World. CD-ROM. Cambridge UK.
- Bretagnolle, V. 2001. Le pétrel de la chaîne *Pterodroma (leucoptera) caledonica* : statut et menaces. Province Sud (Nouvelle Calédonie).
- Bretagnolle, V., M. Pandolfi, V. Lecoq, J. Broudisou. 2001. Le Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus* en Nouvelle Calédonie : effectif, répartition et menaces. *Alauda*. 69(4) : 491–501.
- Broodie-Good, 2007 in <http://www.wildwings.co.uk/wpotrippt.html>
- Burger, J. & M. Gochfeld. 1994. Predation and effects of humans on island-nesting seabirds. In : Seabirds on islands, threats, case studies and action plans. Birdlife Conservation Series n° 1. Pp. 39 – 67.
- Burger, A.E. & A.D. Lawrence. 2003. Seabird monitoring handbook for Seychelles. Suggested methods for census-ing seabirds and monitoring their breeding performance. 2nd edition. Nature Seychelles.
- Delelis, N., N. Barré, & V. Chartendault. 2007. Oiseaux menacés du massif de Koniambo. IAC.
- Gibbons, D.W., D. Hill, W.J. Sutherland. 2002. Birds. In : Sutherland, W.J. ed. 2002. Ecological census techniques, a handbook. Cambridge University Press. Pp. 227–259.
- Naurois, de R. 1982. Sur le statut présent et passé des Merles (*Turdus poliocephalus*) de Nouvelle-Calédonie. ORFO. 52 : 153–170.
- Pandolfi-Benoît, M. 1997. Compte rendu des missions en province Nord du 8 juillet et du 2 septembre 1997. DRN Province Sud.
- Pandolfi-Benoît, M. & V. Bretagnolle. 2002. Seabirds of the southern lagoon of New Caledonia : distribution, abundance, breeding biology and threats. *Waterbirds*. 25 : 202–213.
- Spaggiari, J. & N. Barré. 2004. Inventaire complémentaire des sites de reproduction du Pétrel de Tahiti *Pseudobulweria rostrata trouessarti* sur le massif du Koniambo. SCO/IAC/Falconbridge.
- Spaggiari J., N. Barré, J. Baudat-Franceschi, et P. Borsa. 2007a. New Caledonian seabirds. In : Payri, C.E. et B. Richer de Forges. (Eds). *Compendium of marine species of New Caledonia*, Doc. Sci. Tech. II7. Seconde édition. IRD Nouméa. Pp. 415–428.

- Spaggiari, J., V. Chartendrault & N. Barré. 2007b. Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de Nouvelle-Calédonie. SCO/Birdlife International.
- Taylor G., K. Hansen, S. Ferreira. 2004. Technical review of the New Zealand Fairy Tern recovery programme. Department of conservation.
- Thibault, J.C., V. Bretagnolle & J.M. Dominici. 2001. Le Balbuzard pêcheur en Corse : du martyr au symbole de protection de la Nature. Editions Alain Piazzola.
- Thibault, J.-C. & V. Bretagnolle. 2007. Atlas des oiseaux marins de Polynésie française et du Groupe Pitcairn. 2 volumes (texte + planches). Société d'Ornithologie de Polynésie et Direction de l'Environnement de la Polynésie française.
- Yeatman-Berthelot, D. & G. Jarry. 1995. Codification des indices de reproduction. *In* : Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France 1985–1989. Société Ornithologique de France. P. 16.





Roger Grace

Lizard fish on a colony of hard coral
Poisson-Lizard sur une colonie de corail dur



Roger Grace

White-tip reef shark, *Triaenodon obesus*
Requin à aileron blanc de lagon, *Triaenodon obesus*



Roger Grace

Hard corals
Coraux durs



Roger Grace

Golden banded goatfish, *Mulloidichthys vanicolensis*
Capucin de vanicolo, *Mulloidichthys vanicolensis*



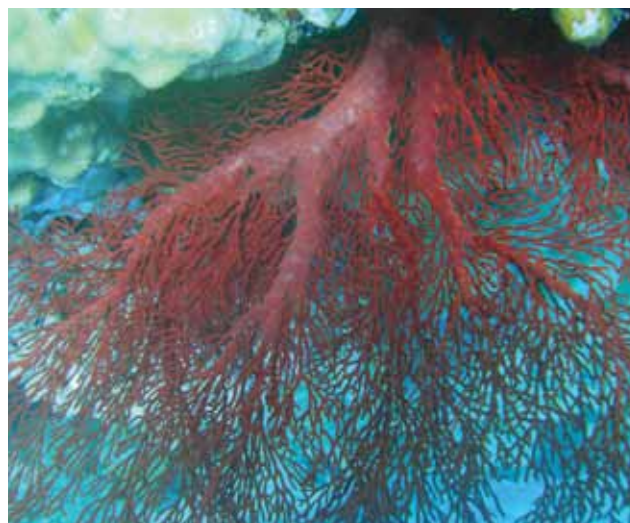
Roger Grace

Koumac marina
Marina de Koumac



Roger Grace

Sea cucumber, *Stichopus hermanni*
Concombre de mer, *Stichopus hermanni*



Sheila A. McKenna

Red sea fan
Gorgone rouge



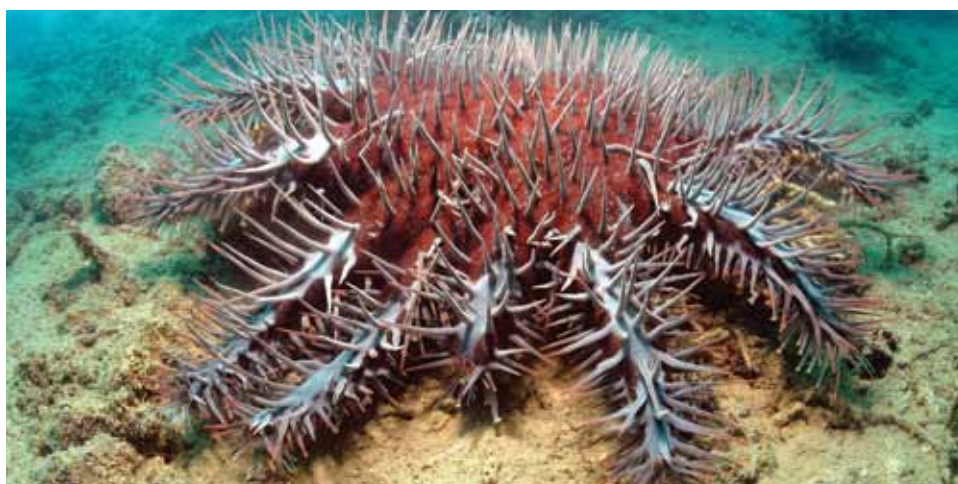
Roger Grace

Chevron barracudas
Barracudas à bandes noires



Roger Grace

Giant moray, *Gymnothorax javanicus*
Murène javanaise, *Gymnothorax javanicus*



Roger Grace

Crown-of-thorns starfish
Coussin de belle-mère



Roger Grace

Oriental flying gurnard, *Dactyloptena orientalis*
Grondin volant oriental, *Dactyloptena orientalis*



Roger Grace

Scalefin anthias, *Pseudanthias squamipinnis*
Barbier à queue de lyre, *Pseudanthias squamipinnis*



Roger Grace

Giant clam with hard coral
Bénitier avec coraux

Appendix 1/Annexe 1

Species of reef corals observed in
northwestern lagoon of Grande Terre,
New Caledonia

Espèces de coraux des récifs observées
au lagon du nord-ouest de Grande Terre en
Nouvelle Calédonie

Doug Fenner and Paul Muir

Coral species and their abundance data were recorded on an underwater slate or printed form. Site number where species were observed are reported with a letter noting their relative abundance scale : “R” for rare, “U” for uncommon, “C” for common, “A” for abundant, and “D” for dominant. When the species abundance was not noted, a “MS” for missing species abundance follows the site number.

Les espèces de coraux et les données relatives à leur abondance ont été répertoriées sur une ardoise immergeable ou un formulaire imprimé. Le numéro du site où l'espèce a été observée est annotée d'une lettre représentant l'échelle d'abondance relative : “R” pour rare, “U” pour non commun (uncommon), “C” pour commun, “A” pour abondant et “D” pour dominant. Lorsque le niveau d'abondance de l'espèce n'a pas été relevé, le numéro du site est suivi de “MS” (missing species abundance).

	Sites Present
Family Astrocoeniidae	
<i>Stylocoenieleri</i> Bassett-Smith, 1890	3U, 14R, 26R, 56U, 85U
Family Pocilloporidae	
<i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus, 1758)	1U, 2U, 3U, 4U, 6U, 7U, 11U, 12U, 13U, 14U, 16U, 17U, 18U, 20U, 22U, 24U, 26U, 28U, 31U, 32U, 33C, 34U, 35U, 36U, 37C, 38U, 40U, 41U, 42C, 43U, 45U, 47U, 48R, 49U, 51U, 52U, 56U, 57R, 58C, 59U, 60U, 62U, 64C, 69U, 72C, 74C, 83R, 85C, 86U, 87U
<i>Pocillopora eydouxi</i> Milne Edwards and Haime, 1860	1R, 7U, 10U, 11U, 16U, 17U, 26R, 40U, 58U, 59U, 62U, 64C, 65R, 80R, 83R
<i>Pocillopora meandrina</i> Dana, 1846	1C, 2R, 3U, 6U, 7U, 10U, 16U, 17U, 40U, 41U, 58R, 59U, 60R, 62U, 63U, 65U, 69R, 74R, 79U, 80U, 83U, 84R
<i>Pocillopora verrucosa</i> (Ellis and Solander, 1786)	1C, 2U, 3U, 4R, 6U, 7U, 10U, 11U, 14U, 16U, 17C, 18U, 37U, 38U, 41R, 58U, 59U, 60U, 62R, 64U, 65R, 69U, 74R, 79R, 80R, 83U, 84R
<i>Pocillopora woodjonesi</i> Vaughan, 1918	2R, 7R, 10R, 11R, 17U, 41U, 59R, 65R
<i>Seriatopora aculeata</i> Quelch, 1886	6R, 26R, 36R
<i>Seriatopora caliendrum</i> Ehrenberg, 1834	6R, 12U, 13U, 14U, 17R, 26U, 36U, 37U, 58R, 59R, 74U
<i>Seriatopora hystrix</i> Dana, 1846	3U, 6U, 7U, 9R, 11U, 12U, 13U, 14U, 17U, 18U, 24U, 26U, 33U, 36U, 37C, 42R, 43R, 45U, 48U, 58U, 59U, 69U, 79U, 80U
<i>Stylophora pistillata</i> Esper, 1797	1U, 3U, 13R, 17U, 24U, 32U, 35U, 38R, 41R, 64C, 69C, 79C, 80C, 83A
<i>Stylophora subseriata</i> (Ehrenberg, 1834)	1C, 2U, 3U, 4U, 6R, 7U, 9R, 11U, 12C, 13U, 14U, 16U, 17C, 18U, 19U, 22U, 24U, 33R, 36U, 37C, 38U, 40U, 41U, 42U, 43U, 45U, 48R, 49R, 59U, 60U, 61U, 62U, 69U, 72C, 84R, 85R, 86R, 87R

	Sites Present
Family Acroporidae	
<i>Montipora aequituberculata</i> Bernard, 1897	1C, 2U, 3U, 6U, 7U, 9U, 13U, 16U, 17U, 18U, 22U, 24U, 28U, 32C, 34R, 35C, 37C, 38U, 43R, 48R, 56C, 57C
<i>Montipora caliculata</i> (Dana, 1846)	17U, 58U, 59U, 60U, 61C, 63R, 64R, 79R
<i>Montipora capitata</i> Dana, 1846	33R, 34R, 42MS, 43U, 63U, 64U, 73R, 74R, 80R, 83R, 84U, 85R
<i>Montipora crassituberculata</i> Bernard, 1897	1C, 2U, 3U, 6U, 17U, 18U, 19U, 24U, 58U, 59U
<i>Montipora danae</i> (Milne Edwards and Haime, 1851)	1C, 2U, 3U, 6U, 9R, 10U, 11U, 13U, 16U, 17R, 19U, 24U, 26U, 36U, 38U, 61U, 65U, 84R
<i>Montipora digitata</i> (Dana, 1846)	4C, 18U, 19U, 28U, 32C, 33U, 34A, 35C, 38U, 47R, 49R, 51U, 52U, 56C, 57C, 86A
<i>Montipora efflorescens</i> Bernard, 1897	1C, 2U, 3U, 6U, 11U, 16U, 18U, 20U, 22U, 24U, 26C, 28R, 36U, 37C, 38U, 40U, 45U, 60U
<i>Montipora floweri</i> Wells, 1954	1C, 16U
<i>Montipora foliosa</i> (Pallas, 1766)	24U, 58U
<i>Montipora foveolata</i> (Dana, 1846)	1U, 14U, 16U, 41U, 59U, 60U, 63R, 64U, 72R
<i>Montipora grisea</i> Bernard, 1897	11U, 16R, 17U
<i>Montipora hispida</i> (Dana, 1846)	1U, 3R, 18U, 19U, 20U, 26U, 36U, 37C, 40R, 43R, 47U, 49MS, 51R, 60R
<i>Montipora informis</i> Bernard, 1897	56C
<i>Montipora malampaya</i> Nemenzo, 1967	29C, 34C, 35R, 43U, 47U, 56U, 69MS, 86U
<i>Montipora millepora</i> Crossland, 1952	10R
<i>Montipora monasteriata</i> (Forskäl, 1775)	26R, 37C
<i>Montipora samarensis</i> Nemenzo, 1967	51MS
<i>Montipora stellata</i> Bernard, 1897	18R, 19U, 24U, 26U, 28U, 32U, 33C, 34U, 35U, 36U, 37U, 38U, 45U, 51U, 56U, 57U
<i>Montipora tuberculosa</i> (Lamarck, 1816)	2U, 7U, 9U, 11U, 16U, 19R, 28U, 32MS, 33R, 34R, 35R, 36U, 37C, 45U, 47R, 49R, 63R, 65U, 69R, 80U, 83R, 84R, 85R, 86R, 87R
<i>Montipora turgescens</i> Bernard, 1897	1C, 2U, 3U, 4U, 9U, 18R, 19U, 20R, 24R, 33U, 34R, 36U, 42R, 43U, 45U, 48U, 49U, 60U, 69U, 73U, 74C, 79U, 80U, 84C, 85R, 87R
<i>Montipora undata</i> Bernard, 1897	9U, 61U
<i>Montipora venosa</i> (Ehrenberg, 1834)	3U, 7U, 9U, 12R, 13R, 16U, 19U, 20U, 24U, 40U, 41U, 52R, 73U, 74U, 84U
<i>Montipora verrucosa</i> (Lamarck, 1816)	10U, 49R, 73R, 83R, 85R
<i>Montipora verruculosus</i> Veron, 2000	86R
<i>Anacropora puertogalerae</i> Nemenzo, 1964	6R, 14R, 26R
<i>Acropora abrotanoides</i> (Lamarck, 1816)	3R, 7U, 9U, 16U, 17U, 38R, 58U, 59U, 62R
<i>Acropora aculeus</i> (Dana, 1846)	1U, 2U, 6R, 7U, 9U, 11R, 17U, 37C, 57R, 58R, 59R
<i>Acropora acuminata</i> (Verrill, 1864)	1U, 2U, 4R, 9U, 12U, 16U, 17U, 19U, 20R, 22U, 26U, 33R, 37U, 38U, 40R, 41R, 49R, 80R, 86R
<i>Acropora akajimensis</i> Veron, 1990	43R, 47R
<i>Acropora anthocercis</i> (Brook, 1893)	1U, 2C, 7U, 13R, 16U, 19U, 22U, 24U, 26U, 36U, 45U, 62R, 72R
<i>Acropora aspera</i> (Dana, 1846)	2U, 11U, 16U, 18U, 20U, 22C, 24C, 26C, 36U, 41R, 45U, 61U
<i>Acropora austera</i> (Dana, 1846)	1U, 3U, 7U, 9U, 13R, 14U, 16U, 17C, 26C, 28U, 33R, 36C, 37C, 38C, 45C, 58U, 59U, 60U, 61U, 79R
<i>Acropora carduus</i> cf. (Dana, 1846)	17U, 22U, 24U, 36U, 38C
<i>Acropora caroliniana</i> Nemenzo, 1976	24R, 43R, 83R
<i>Acropora cerealis</i> (Dana, 1846)	2U, 7U, 16U, 18U, 36U, 42R, 47U, 48U, 49U, 58C, 59C, 61U, 63R, 69R, 74R, 79R, 80U, 83R, 84R, 85R

	Sites Present
<i>Acropora chesterfieldensis</i> Veron and Wallace, 1984	14U,60R
<i>Acropora clathrata</i> (Brook, 1891)	7R,9U,17R,58U,59U,80U
<i>Acropora copiosa</i> Nemenzo, 1967	43R?
<i>Acropora cytherea</i> (Dana, 1846)	1U,7U,16R,31U,32R,35U,42R,43C,56R,79R,80R,84R
<i>Acropora dendrum</i> (Bassett-Smith, 1890)	1U,9R,36U
<i>Acropora digitifera</i> (Dana, 1846)	1U,2U,7U,9U,11U,12R,13R,14U,16U,17C,18U,20R,22U,24U,26U,32U,33C,35C,37C,38U,41U,42U,45U,57R,58C,59C,61U,62U,63U,64U,79R,80U
<i>Acropora divaricata</i> (Dana, 1846)	1U,2U,10U,16U,19U,20U,24U,32C,33C,35C,36U,37U,40U,45U,47U,48U,49U,51U,63C,79C,80A,84C,86C,87R
<i>Acropora donei</i> Veron and Wallace, 1984	2R,7U,9U,16U,17U,36R,38R,87MS
<i>Acropora echinata</i> (Dana, 1846)	2U,6U,13R,14U,22U,24C,26C,36U,37C,38C,45U,48R,69R
<i>Acropora elseyi</i> (Brook, 1892)	14U,19U,22C,24C,36C,37C,38U,45U,69C
<i>Acropora florida</i> (Dana, 1846)	1U,2U,7R,9U,11U,12U,13R,14U,17R,18U,19U,20U,22C,24U,26C,31R,32U,33U,34R,35U,36C,37C,38C,40U,41U,42U,43C,45U,47U,49U,51R,52U,56U,57R,58R,61U,63U,69U,79R,84R,85U,86R,87U
<i>Acropora gemmifera</i> (Brook, 1892)	1U,2U,3U,7U,9C,12U,16C,17U,20R,26U,28U,35U,37U,38R,40U,41U,42U,43U,48R,57R,58C,59U,60U,61U,62U,64U,69C,73C,79R,80U
<i>Acropora glauca</i> (Brook, 1893)	36U,37R,38U
<i>Acropora globiceps</i> (Dana, 1846)	1U,11U,17R,24U,26U,36U,37U
<i>Acropora grandis</i> (Brook, 1892)	1U,11R,12R,13U,14U,42R,43C,47U,49U,61U,62R,69C,72MS,73U,74U,85R
<i>Acropora granulosa</i> (Milne Edwards and Haime, 1860)	1U,3U,9R,11R,13U,16U,24U,36U,38U,45U,57MS,58U,61U,62R,80U
<i>Acropora horrida</i> (Dana, 1846)	1C,2U,4U,18U,19C,20U,22U,26C,36C,37C,38C,45C
<i>Acropora humilis</i> (Dana, 1846)	1U,2U,7U,10U,11U,12U,13U,14U,16U,17C,18U,20U,22U,24U,28U,32R,34U,36U,37U,40C,41C,42U,43R,47R,48R,49R,51R,56U,57U,58U,59C,60U,61U,62U,63C,64U,65U,69C,72C,73MS,80U,83R,84U,85U,86U,87R
<i>Acropora hyacinthus</i> (Dana, 1846)	2C,7U,9U,11U,12U,16U,17U,18U,20U,22U,26C,28U,29U,31U,32R,33C,34U,35U,36U,37C,38U,40U,41U,42U,43U,45U,47C,49C,51C,52C,56U,57R,58C,59C,60U,61U,62C,63C,64U,69U,72R,73U,74U,79C,84U,85A,86C
<i>Acropora insignis</i> Nemenzo, 1967	29R,48R,49R,56R,69MS,79R,80R,85R,87U
<i>Acropora intermedia</i> (Brook, 1891)	1R,2U,3R,9U,13R,14U,17U,18U,19U,20U,22U,24U,26U,28U,29R,31R,33U,34U,35C,36U,37C,38U,42U,43R,47R,49R,51R,57R,58C,59U,60U,61U,69R,72R,79R,85U,86U
<i>Acropora kirstyae</i> Veron and Wallace, 1984	33U,45U,60R,85U
<i>Acropora latistella</i> (Brook, 1891)	3U,7U,9U,10U,17C,22U,37C,47U,58U,59C,60U,74R?,79R,80U
<i>Acropora listeri</i> (Brook, 1893)	1R,2R,79R
<i>Acropora longicyathus</i> (Milne Edwards and Haime, 1860)	2U,11U,13R,14C,20R,22U,24C,26C,36C,37C,38U,45R
<i>Acropora loripes</i> (Brook, 1892)	1U,6U,7U,9U,11U,12R,13U,17U,33R,36C,38U,40R,41R,45U,49R,58U,60U,61U,62R,63R,83R,84U,85R,87R
<i>Acropora lutkeni</i> Crossland, 1952	1U,2U,3U,7U,9U,10U,16U,17C,18U,24U,41U,42U,58U,59U,60U,61U,79U,80U,83R
<i>Acropora microclados</i> (Ehrenberg, 1834)	1U,2U,9U,10U,11R,16U,19U,24U,59U,61U,62R
<i>Acropora microphthalma</i> (Verrill, 1859)	1U,4U,11U,12R,14U,16U,18U,19U,20U,24C,29U,32U,33C,34R,35R,36U,37U,38U,43U,45U,47C,48C,49C,51U,56U,57U,60R,61U,62R,69U,85C,86U
<i>Acropora millepora</i> (Ehrenberg, 1834)	2U,3U,7U,9U,11U,12U,13R,14U,16U,17C,18U,19U,20U,24C,26C,28U,29R,33R,35R,36C,37U,38C,42R,45U,49U,51R,57R,60U,61U,62U,86R
<i>Acropora monticulosa</i> (Brüggemann, 1879)	3U,7R,9U,12R,17C,58U,59R,60R,61R,62R,64U,73U,79R,80U,83U

	Sites Present
<i>Acropora muricata</i> (Dana, 1846)	1R,2R,3U,11U,12R,16U,18U,19U,24U,26U,28U,29U,30U,32U,33C,34C,35C,36U,37U,41U,42U,43U,45U,48U,49U,51U,56D,57C,61U,69U,79R,83R,84R,85C,86C
<i>Acropora nana</i> (Studer, 1878)	1U,3U,22U,26R,38U,43C,47R,48MS,49C,58R,59R,60R,62R,63R,79R,80U,83U
<i>Acropora nasuta</i> (Dana, 1846)	1C,2U,3U,4R,7U,9C,12U,16C,17C,18U,19U,20U,22U,26U,28U,29U,33C,34U,35U,37U,38U,41U,42U,43U,45U,47R,49U,56U,57U,58C,59U,61U,62U,72R,84R,86U,87U
<i>Acropora paniculata</i> Verrill, 1902	1C,2U,13R,18R,38U,62R,79R,84U
<i>Acropora parilis</i> (Quelch, 1886)	30R?,32R,35MS,57R
<i>Acropora pharaonis</i> (Milne Edwards and Haime, 1860)	47U,48U,49U,52U,85R,86U
<i>Acropora polystoma</i> (Brook, 1891)	7R,13R,17C,33R,40R,59U,60U,79R,80R
<i>Acropora pulchra</i> (Brook, 1891)	4U,18U,19U,20U,22C,24C,26C,28U,36C,37C,38C,42R,61U
<i>Acropora retusa</i> (Dana, 1846)	29MS,69MS,72R,80U
<i>Acropora robusta</i> (Dana, 1846)	1U,3R,7U,9U,11U,13R,16U,17U,18U,22U,26C,28U,33R,38U,41U,58U,59U,61U,62U,64U,80R,83U
<i>Acropora rosaria</i> (Dana, 1846)	33MS,35U,43U,49MS,51U,56U,69C,73C,74R,79R
<i>Acropora samoensis</i> (Brook, 1891)	2U,3U,7U,9U,10U,14U,17C,18U,19U,24C,26U,33U,35R,36R,37U,38U,58C,59U,60U,61U,62C,85R
<i>Acropora sarmentosa</i> (Brook, 1892)	1U,2C,3C,6U,7U,9U,10C,11U,12U,13U,16U,17U,18U,19U,20U,24U,26C,32R,33R,36C,37U,38U,40C,41U,42U,45U,47U,48U,49U,58U,59R,60U,61U,62U,63U,64R,69R,79R,84R,86R
<i>Acropora secale</i> (Studer, 1878)	1U,2U,3U,7U,9U,11U,17C,24U,26U,37U,38U,40R,41U,45U,49U,58U,59C,62U,63R,64U,69R,79C,80U,83U,86MS,87R
<i>Acropora selago</i> (Studer, 1878)	3U,9U,18U,19U,20U,22U,24U,26U,28R,36U,37U,38U,41U,45U,60U,63R,65U
<i>Acropora solitaryensis</i> Veron and Wallace, 1984	2R,3R,19R,22U,24U,36U,38U,40U,45U,79MS
<i>Acropora spathulata</i> (Brook, 1891)	1U,2U,16U,26U,32R,33R,34R,36U,37U,38U,41U,43C,45U,48U,49U,51U,56R,57R,59R,60U,61U,62U,63U,64U,69U,72C,73U,79R,83U,84R,85R,86R
<i>Acropora speciosa</i> (Quelch, 1886)	3R,7R,24U,26U,56C,80U,85U
<i>Acropora spicifera</i> (Dana, 1846)	1U,7U,16U,17U,22U,26U,45U,60R
<i>Acropora striata</i> (Verrill, 1866)	6U,7R,9U,11R,17R,22U,24U,26U,36U,37C,38U,59R,61R
<i>Acropora subulata</i> (Dana, 1846)	7U,9U,11U,14U,16U,17U,18U,20U,24U,26U,36C,37U,38U,40R,45U,58U,59U,61U,62U
<i>Acropora tenuis</i> (Dana, 1846)	1U,2U,6U,7U,9U,11U,12U,14U,16U,17U,18U,19U,24C,26C,28U,33U,34R,35U,36C,37C,38C,43U,45R,47U,49U,51U,52U,56C,58U,59U,62U,63U,69R,79R,84R,85U,86C,87R
<i>Acropora torresiana</i> Veron, 2000	33R
<i>Acropora tortuosa</i> cf (Dana, 1846)	16R
<i>Acropora valenciennesi</i> (Milne Edwards and Haime, 1860)	1U,2U,7R,9U,16R,17U,26U,28R,36U,40R,41R,48R,49R,59R,80R,86R
<i>Acropora valida</i> (Dana, 1846)	1U,3C,7U,9U,10U,11U,17C,18U,20R,22U,26U,28U,32U,33R,34R,35R,37U,38C,40U,41U,43R,48R,56R,57R,59U,60U,62U,63U,64C,65U,69R,74R,79R,80R,83R
<i>Acropora vauhani</i> Wells, 1954	14U,22U,26C,33U,35U,36C,37U,38C,43U,52R,69R,85R
<i>Acropora verweyi</i> Veron and Wallace, 1984	2R,7U,9U,11U,17U,18R,22U,26U,37C,38U,42R,58U,59U,61U,62R,63MS
<i>Acropora willisae</i> Veron and Wallace, 1984	79R,80R
<i>Acropora yongei</i> Veron and Wallace, 1984	1U,4U,9R,12R,16U,17U,20R,24U,26C,32C,33C,34U,35U,36C,37C,38C,40R,45U,47R,48R,49R,62R,69U,72R,74R,79R
<i>Acropora</i> sp. (s49)	31U,33C,34C,35C,42U,43A,47C,48U,51U,56C,57U,85C,86C

	Sites Present
<i>Acropora</i> sp. "shrubby"	22R
<i>Astreopora gracilis</i> Bernard, 1896	1C,2R,3C,6U,9U,10U,14U,17U,20U,28U,36U,38U,40U,43R,56U,58U,59R,85R
<i>Isopora crateriformis</i> (Gardiner, 1898)	9U,10R,17U,37U,43R,59U,60U,69R,80MS
<i>Isopora cuneata</i> (Dana, 1846)	3U,7R,13R,18R,19U,24U,26C,36U,37U,38C,60R,61R,62U,72R,73U,80R,84R
<i>Isopora palifera</i> (Lamarck, 1816)	7U,10U,11U,12U,13U,14U,17U,19U,20U,26C,28U,29U,30R,33U,35U,36C,37C,38R,42R,43U,47R,48U,49U,51U,52U,56U,57C,58U,59U,60U,62U,63U,69U,73U,79U,80U,84U,86U
<i>Astreopora listeri</i> Bernard, 1896	1C,2U,6R,10U,11U,13R,16U,17R,19U,20U,24U,28U,36U,37U,38U,49R,61U,65U,73R,79R,84R
<i>Astreopora macrostoma</i> Veron and Wallace, 1984	38R
<i>Astreopora myriophthalma</i> (Lamarck, 1816)	2U,3C,6U,9U,10U,11U,12U,13U,14U,17U,18U,19U,20U,29R,32U,33R,34R,36U,40U,41U,42U,43U,48R,49R,51R,52R,56U,58U,59U,60U,61U,62R,63U,65U,69U,72U,73R,80R,84U,85R,86R
<i>Astreopora ocellata</i> Bernard, 1896	2R,3R,20U,28R,37U,40U,65R
<i>Astreopora randalli</i> Lamberts, 1980	84MS
Family Euphyllidae	
<i>Euphyllia ancora</i> Veron and Pichon, 1979	13R
<i>Euphyllia cristata</i> Chevalier, 1971	11U,20R,37R,45B,58R,59R
<i>Euphyllia glabrescens</i> (Chamisso and Eysenhardt, 1821)	48R,59B
<i>Euphyllia paraancora</i> Veron, 1990	85R
<i>Plerogyra sinuosa</i> (Dana, 1846)	43R,48R,73U
Family Oculinidae	
<i>Galaxea astreata</i> (Lamarck, 1816)	1U,2U,3U,4U,6U,11U,18U,20U,24U,26U,29U,31U,32C,33C,34R,35U,37U,38U,41U,42R,43U,47U,48U,51C,56R,57R,63R,69R,84R,85R,86U,87U
<i>Galaxea fascicularis</i> (Linnaeus, 1767)	1U,2U,3U,6U,7U,9U,11U,12U,14U,16U,17C,18R,19U,20U,22U,24U,26U,31R,32R,33U,34R,35R,36U,37C,38U,40R,41U,42R,43R,47R,48R,49R,56R,58U,59U,60U,61U,62U,69R,73R,74R,79R,80R,83U,84R,85R,86U,87U
<i>Galaxea horrescens</i> (Dana, 1846)	6R,7R,12R,36R,48R,85R
<i>Galaxea longisepta</i> Fenner & Veron, 2000	2R,3U,6U,7R,9U,12R,13R,16R,17R,18R,19U,20U,22U,37R,38R,58R,59R,61R
<i>Galaxea paucisepta</i> Claereboudt, 1990	62R,86R
Family Siderastreaeidae	
<i>Pseudosiderastrea tayami</i> Yabe and Sugiyama, 1935	56R,85R,86U
<i>Psammocora contigua</i> (Esper, 1797)	1C,4R,9R,13U,20U,24U,26U,29C,30C,31C,32C,33C,34U,35U,36U,37C,38U,41R,42C,43U,45U,47U,48U,49R,51R,52R,57C,85R,86A,87C
<i>Psammocora digitata</i> Milne Edwards and Haime, 1851	32R,42R,47R,49R,51R,52R,57R,63R,69R,73R,74R,80R,85R,86R,87R
<i>Psammocora explanulata</i> Horst, 1922	14R,28U,38U
<i>Psammocora haimeana</i> Milne Edwards and Haime, 1851	2C,3U,6U,7U,12U,51R,63R,74R
<i>Psammocora nierstraszi</i> Horst, 1921	3U,7U,12R,33R,41R,45R,49R,52R,60R,63R,69U,74R,79R,80R,83R,84R
<i>Psammocora profundacella</i> Gardiner, 1898	2U,3U,12R,42R,51R,52R,58U,59U,69U,72R,74MS,79U,80R
<i>Psammocora superficialis</i> Gardiner, 1898	3U,26R,33R,36U,40R,56R,57U,63U,73MS,84R,85R,87R
<i>Coscinaraea columna</i> (Dana, 1846)	1U,3U,6R,7U,9U,10U,11U,12U,13U,14U,16U,26U,28U,32U,33R,34R,35R,36U,37U,40U,41R,42U,45U,48R,49R,51R,56R,57R,58U,59U,61U,62U,63R,64U,65U,69U,72R,73R,74R,79U,83R,84R,86R
<i>Coscinaraea exesa</i> (Dana, 1846)	2U,3U,4R,9U,14U,16U,17U,18U,19U,20R,36U,37U,38U,41R,58U,59U,62U
<i>Coscinaraea monile</i> (Foskål, 1775)	2R,3R,6R,7R,9R,17R,37U,59R
<i>Coscinaraea wellsi</i> Veron and Pichon, 1980	9R

	Sites Present
Family Agariciidae	
<i>Pavona bipartita</i> Nemenzo, 1980	35R,69R,74R,84C
<i>Pavona cactus</i> (Forskål, 1775)	19U,20R,26R,29R,35R,36R,37U,38U,43R,45U,47U,48C,49U,51D,52C,56A,57U,85U,86U,87C
<i>Pavona chiriquensis</i> Glynn, Mate & Stemann, 2001	52MS,69R
<i>Pavona clavus</i> (Dana, 1846)	1C,3R,38U,41U,45R,58R,62R
<i>Pavona decussata</i> (Dana, 1846)	2R,14U,18R,19U,24U,32U,33R,34R,35R,36U,38U,43U,45R,47R,48R,49R,51U,52R,72R,74R,80R,84R,85U,86U,87R
<i>Pavona duerdeni</i> Vaughan, 1907	7R,26R,52R,58U,62R,64R,69MS
<i>Pavona explanulata</i> (Lamarck, 1816)	1U,57R
<i>Pavona maldivensis</i> (Gardiner, 1905)	3R,63R,69R,74R,79U,80R
<i>Pavona minuta</i> Wells, 1954	1R,3R,9R,14U,79R,80MS
<i>Pavona varians</i> Verrill, 1864	1R,2U,3U,6R,7U,14U,17U,37U,42R,43R,45U,47R,49U,51R,52R,58R,60U,62U,63R,65U,69U,74U,79C,80U,83R,84C,85R,87R
<i>Pavona venosa</i> (Ehrenberg, 1834)	1U,2U,3R,7U,9C,12U,14R,17R,36U,58U,59U,60U,62R
<i>Leptoseris explanata</i> Yabe and Sugiyama, 1941	6R,83R
<i>Leptoseris hawaiiensis</i> Vaughan, 1907	28R,60R,79U
<i>Leptoseris incrustans</i> (Quelch, 1886)	69U
<i>Leptoseris mycetoseroides</i> Wells, 1954	6R,7U,14U,58R,69U,73U,74U
<i>Coelosseris mayeri</i> Vaughan, 1918	2U,4U,6U,11U,13R,32C,41U,42R,58U,59U,60U,61R,62U,65U,72R,74U,80U,83R,84U
<i>Gardineroseris planulata</i> Dana, 1846	1C,7U,9R,17U,49R,59R,60R,63R,69R,74R,79R,80R,84R
<i>Pachyseris gemmae</i> Nemenzo, 1955	1C,20U,26U,36C,37U,85U
<i>Pachyseris rugosa</i> (Lamarck, 1801)	1C,3U,6U,16U,26R,29R,30R,31R,33R,35R,36U,37U,43R,45R,47R,48R,49R,51R,52R,56U,57R,84U,85R,86R,87U
<i>Pachyseris speciosa</i> (Dana, 1846)	1C,3U,6R,7U,9R,19U,24R,26U,28U,30U,31U,32U,33U,35R,36C,38U,43R,45R,47R,48U,49U,52R,56U,57U,60U,61R,69R,73R,74U,79R,80R,83U,85U,86U,87U
Family Fungiidae	
<i>Cycloseris cyclolites</i> Lamarck, 1801	34U,37U,47MS
<i>Cantharellus noumeae</i> Hoeksema & Best, 1984	31R,32C,33R,35U,56C,85U,86U,87R
<i>Heliofungia actiniformis</i> Quoy and Gaimard, 1833	4R,13R,69R,86R
<i>Fungia concinna</i> Verrill, 1864	20U,29U,30R,31U,33U,43R,47U,48U,49U,51U,52U,56U,57R,69U,74U,86R,87U
<i>Fungia danai</i> Milne Edwards and Haime, 1851	18R
<i>Fungia fungites</i> (Linnaeus, 1758)	19R,20U,22U,24U,28U,30R,33R,37U,45U,49U,61R,69U,74U,83U
<i>Fungia granulosa</i> Klunzinger, 1879	35R,47R,49R,80U
<i>Fungia horrida</i> Dana, 1846	1R,4U,19U,24U,36U,37C,38U,45U,84R
<i>Fungia paumotensis</i> Stutchbury, 1833	19R,47R,74U,80R,84R
<i>Fungia scutaria</i> Lamarck, 1801	1U,42U,61R,63R,73R,74U,79R,80R,83R
<i>Ctenactis crassa</i> (Dana, 1846)	52R
<i>Ctenactis echinata</i> (Pallas, 1766)	4R,18U,19R,30R,31U,33R,34R,35R,36U,37C,38R,42R,43R,45U,47U,48U,51R,52U,56R,69U,83U,84R,85R,86U,87U
<i>Herpolitha limax</i> (Houttuyn, 1772)	1U,3R,4C,6R,11R,69R,74R
<i>Herpolitha weberi</i> Horst, 1921	6R,36R,37U,45R,79R
<i>Polyphyllia novaehiberniae</i> (Lesson, 1831)	32U
<i>Polyphyllia talpina</i> (Lamarck, 1801)	12R,13U,37R,49R

	Sites Present
<i>Sandalolitha robusta</i> Quelch, 1886	33R,42R,47R,49R,51R,52R,57R,64R,69R,84R,85R,87U
<i>Halomitra pileus</i> (Linnaeus, 1758)	1R,2R,3R,36R,37U,45R,65R
<i>Lithophyllon undulatum</i> Rehberg, 1892	29R,30R,31U,32MS,33U,57R,69MS,86U
<i>Podabacia crustacea</i> (Pallas, 1766)	7U,20R,32U,33U,36R,45R,49R,56U,60R,85R,86R
<i>Podabacia motuporensis</i> Veron, 1990	79U
Family Pectiniidae	
<i>Echinophyllia aspera</i> (Ellis and Solander, 1788)	17R,31R,37U,58R,59U,83R
<i>Echinophyllia echinata</i> (Saville-Kent, 1871)	3R,6R
<i>Echinophyllia orpheensis</i> Veron and Pichon, 1980	4R,6R,9R,13R,19U,28R,32R,34R,35C,38U,42R,56C,57R,85U,86U
<i>Echinomorpha nishibirai</i> (Veron, 1990)	35R
<i>Oxypora glabra</i> Nemenzo, 1959	3R,17R,37R,45R
<i>Oxypora lacera</i> Verrill, 1864	6R,7U,14U,30R,32U,37U,57R,79R,80R,85R
<i>Mycidium elephantotus</i> (Pallas, 1766)	1U,4R,7R,9R,13R,58R,59U,60U,61R,79R,80R,83R,85R,86R
<i>Pectinia lactuca</i> (Pallas, 1766)	1U,2U,4U,6U,17R,19R,20U,24U,38U,58U,59R
<i>Pectinia paeonia</i> (Dana, 1846)	24R,30R,31C,33R,34R,42R,47R,49R,56U,57U
Family Merulinidae	
<i>Hydnophora exesa</i> (Pallas, 1766)	6U,7U,17U,29R,31R,32R,41R,48MS,56U,58U,59R,60R,79U,80R,85R
<i>Hydnophora grandis</i> Gardiner, 1904	2R,18U,19U,20U,28U,30R,32R,33C,35R,36R,37U,42R,43U,47R,48R,49R,51R,56R,57R,74U,86R
<i>Hydnophora microconos</i> (Lamarck, 1816)	6R,7R,9U,13R,17R,33R,37U,38U,42U,43R,52R,63R,65R,72R,79R,80U,83U
<i>Hydnophora pilosa</i> Veron, 1985	3U,6U,7U,9R,17R,59R
<i>Hydnophora rigida</i> (Dana, 1846)	1U,3U,4U,6U,7R,9R,17U,26R,31R,33R,34R,35R,42R,45U,47R,48R,49R,52R,58U,59U,61R,69R,73R,74R,79R
<i>Paraclavaria triangularis</i> (Veron & Pichon, 1980)	17R
<i>Merulina ampliata</i> (Ellis and Solander, 1786)	1U,2U,3R,6U,7U,9U,11U,17U,19C,20U,22U,24U,28U,31R,32R,33R,35R,36U,37C,38U,43R,45U,47R,48R,49R,51R,56R,57R,58U,59U,61U,62U,69R,74R,79U,80R,85R,87R
<i>Merulina scabricula</i> Dana, 1846	3U,4R,6U,7U,9R,14R,16R,17U,19R,30R,31C,32U,33R,34R,35R,37U,40R,41R,43R,45R,47R,49R,51U,56C,58U,59U,60U,62U,69U,74R,79U,80R,85R,87R
<i>Scapophyllia cylindrica</i> Milne Edwards and Haime, 1848	3R,22R,28R,32R,42R,80R
Family Dendrophylliidae	
<i>Tubastraea coccinea</i> Lesson, 1829	10R,26U,33R,57U,80MS,83R
<i>Tubastraea micranthus</i> Ehrenberg, 1834	3R,13R,14R,26U,33U,83C,84R
<i>Turbinaria bifrons</i> Brüggemann, 1877	18U,32U,35U,43U,51R,52U,56U,57U,61R,85MS,86R
<i>Turbinaria frondens</i> (Dana, 1846)	4R,6U,28U,60U
<i>Turbinaria heronensis</i> Wells, 1958	57R,62U
<i>Turbinaria irregularis</i> Bernard, 1896	64R,74MS,87R
<i>Turbinaria mesenterina</i> (Lamarck, 1816)	30R,32U,33R,34R,42MS,52R,56U,57R,58U,59R,85U,86U
<i>Turbinaria patula</i> (Dana, 1846)	10R
<i>Turbinaria peltata</i> (Esper, 1794)	10R,83R
<i>Turbinaria reniformis</i> Bernard, 1896	2U,3R,6U,9R,10U,16U,24R,26U,28U,29R,31U,32U,34R,35R,36U,37C,38U,42R,48R,49R,51R,52R,56R,57R,58U,59U,60U,62U,79R,80R,84R,85U,86R,87R
<i>Turbinaria stellulata</i> (Lamarck, 1816)	12R,16U,19U,26R,32R,42R,57R,60U,83R
<i>Heteropsammia cochlea</i> (Spengler, 1781)	34D,47D

	Sites Present
Family Caryophylliidae	
<i>Heterocyathus aequicostatus</i> Milne Edwards & Haime, 1848	34R,47R
Family Mussidae	
<i>Blastomussa wellsi</i> Wijsmann-Best, 1973	1R,6R
<i>Acanthastrea bowerbanki</i> Milne Edwards and Haime, 1851	10R,14R,17R
<i>Acanthastrea echinata</i> (Dana, 1846)	1U,4U,6U,7U,9U,10U,13R,17U,32R,38U,41U,58U,60U,65R,72R,80R
<i>Acanthastrea hemprichii</i> (Ehrenberg, 1834)	1U,3U,6U,7U,9U,17U,18U,26U,30R,35U,41R,42R,57R,58U,59U,60U,63R,64R,65U,79R,80R,83R,84R
<i>Acanthastrea lordhowensis</i> Veron & Pichon, 1982	3R,59R
<i>Lobophyllia corymbosa</i> (Forskål, 1775)	1U,4R,6U,9R,11U,13R,14U,16U,19U,26R,28U,29R,31U,34R,36R,37U,38U,42R,51R,52R,57R,59R,61U,73R,83R,85R
<i>Lobophyllia diminuta</i> Veron, 1985	6R,11R
<i>Lobophyllia flabelliformis</i> Veron, 2000	13R,16R,24R,36R,60R
<i>Lobophyllia hataii</i> Yabe and Sugiyama, 1936	6R,7R,9R,24R
<i>Lobophyllia hemprichii</i> (Ehrenberg, 1834)	2U,4R,7U,11U,14U,22R,24U,28U,29R,30U,31U,32U,33R,34R,35U,36U,37U,38U,42R,43R,47R,48R,49R,51R,52R,56U,57U,60R,63R,79R,83R,84R,85U,86R,87R
<i>Lobophyllia pachysepta</i> Chevalier, 1975	6R,19U,20U,85R
<i>Lobophyllia robusta</i> Yabe and Sugiyama, 1936	51MS,83MS
<i>Symphyllia agaricia</i> Milne Edwards and Haime, 1849	1R,7U,11U,14R,17U,36R,37U,38R,41U,58R,59R,61R,83R,84R
<i>Symphyllia hassi</i> Pillai and Scheer, 1976	33MS,35R,43R,48MS,49R,52MS,57R,85MS
<i>Symphyllia radians</i> Milne Edwards and Haime, 1849	6R,9U,16R,17U,28R,32R,36R,58R,59R,60U,63R,83R
<i>Symphyllia recta</i> (Dana, 1846)	1U,2U,4R,6U,7U,9U,12R,13R,16U,17U,19U,20U,24U,26U,36U,38U,41R,43R,57R,58U,60U,64R,80R,83R
<i>Symphyllia valenciennesii</i> Milne Edwards and Haime, 1849	1R,7R,9R,17R,58R,59R
<i>Scolymia australis</i> (Milne Edwards and Haime, 1849)	17R,62R
<i>Scolymia vitiensis</i> Brüggemann, 1878	3R,17R,32U,35R,58R,87R
<i>Cynarina lacrymalis</i> (Milne Edwards and Haime, 1848)	17R,33R,60R
Family Faviidae	
<i>Caulastrea curvata</i> Wijsmann-Best, 1972	32R
<i>Favia fava</i> (Forskål, 1775)	2U,6R,10R,11R,13R,14U,17U,18R,19U,22U,26U,36U,37U,38U,58U,59U,60U,65R
<i>Favia helianthoides</i> Wells, 1954	1U,6U,18R,19U,22U,26U,28R,36U,37U
<i>Favia lacuna</i> Veron, Turak and DeVantier, 2000	3R,6U
<i>Favia laxa</i> (Klunzinger, 1879)	3U,6U,9U,11U,14U,16U,17R,26R,28U,36U,37U
<i>Favia lizardensis</i> Veron and Pichon, 1977	4R,6U,9U,10U,11U,13U,17R,18R,19U,20U,22U,26U,28R,36C,37U,58U
<i>Favia maritima</i> (Nemenzo, 1971)	2U,3U,4R,7U,9U,10U,13R,17U,18U,19U,28U,36U,38U,40R,58U,60U,62U
<i>Favia matthaii</i> Vaughan, 1918	1C,3C,4R,6U,7U,9R,10U,11U,12U,13U,16U,18U,19U,20U,22U,24U,26U,36U,37U,38U,41R,59C,62R,65U,79R,83R
<i>Favia maxima</i> Veron, Pichon & Wijsman-Best, 1972	3U,7R,9R,10R,13R,37U,41R,58R,59U,65R
<i>Favia pallida</i> (Dana, 1846)	1R,3U,11R,13R,16U,18U,20U,28U,31R,35R,43R,49R,51R,57R,60U,72R,74R,79R,80R,83R,84R,85R
<i>Favia rotumana</i> (Gardiner, 1899)	1U,2U,4R,6U,7U,9U,11U,12U,14U,16U,17U,18R,19U,20U,22U,26U,28U,36U,37U,38U,41U,45U,58U,59U,60U,62C,65U

	Sites Present
<i>Favia rotundata</i> Veron, Pichon & Wijsman-Best, 1972	6U,7R,9U,13U,14U,17R,18U,19U,26U,38R,41R,65U,73R
<i>Favia speciosa</i> Dana, 1846	11R,12U,13U,26U,33U,38U,41U,56U,58U,86U
<i>Favia stelligera</i> (Dana, 1846)	1U,2U,3U,6U,7U,9U,11U,12U,14U,16U,17U,26R,37U,42U,43U,58U,59U,60U,63U,64U,65U,69R,72R,74R,79U,80U,83U,84R
<i>Favia truncatus</i> Veron, 2000	1U,2U,3R,4R,10R,12R,16U,18R,22R,36U,37U,38R,41U,51MS,65R,72MS
<i>Favia veroni</i> Moll and Borel-Best, 1984	2R,10R,17R,59U
<i>Barabattoia amicornum</i> (Milne Edwards and Haime, 1850)	14R,26R,29R,32C,52C,85U
<i>Favites abdita</i> (Ellis and Solander, 1786)	1U,2U,3U,6U,7U,9U,11U,12U,16U,17U,19U,20R,24U,26U,28U,29R,32R,35R,36U,37U,38U,41R,42R,43R,49R,51R,52R,56R,57R,59R,60R,62U,63R,69R,79U,80U,83R,85R
<i>Favites chinensis</i> (Verrill, 1866)	7U,9U,16U,18U,36R,37U
<i>Favites complanata</i> (Ehrenberg, 1834)	26U,37U,65U
<i>Favites flexuosa</i> (Dana, 1846)	6R,7U,9R,18U,19R,26U,41R
<i>Favites halicora</i> (Ehrenberg, 1834)	1C,2U,3U,6U,7U,9U,10U,11U,12U,16U,17U,18U,19U,20U,22U,26U,28U,36U,37C,38R,41U,51R,57R,59U,60U,62U,65R,69R,84R
<i>Favites russelli</i> (Wells, 1954)	1U,6R,7R,11R,12R,13R,14U,17R,24R,36U,37U,41R,45R
<i>Goniastrea aspera</i> Verrill, 1905	3U,7U,9U,10U,11U,16U,18U,19U,20R,26R,31R,32MS,35MS,51R,56C,57C,59R
<i>Goniastrea australensis</i> (Milne Edwards and Haime, 1857)	6U,10C,11R
<i>Goniastrea edwardsi</i> Chevalier, 1971	14U,41U,43U,47R,48R,49U,51R,52R,57R,58U,59U,63U,64U,72R,73R,74U,79R,84R,85R,86R
<i>Goniastrea favulus</i> (Dana, 1846)	2R,10U,11R,12R,14U
<i>Goniastrea minuta</i> Veron, 2000	35R,42U,49U,56C,57C,64U,69R,80R
<i>Goniastrea palauensis</i> (Yabe and Sugiyama, 1936)	13R,28R,45R
<i>Goniastrea pectinata</i> (Ehrenberg, 1834)	1U,2U,3U,4U,6U,9U,11R,12R,18R,19U,20U,24U,28U,30U,31U,32U,33R,35U,36U,37U,45U,52R,56R,57R,58U,59R,60R,63R,69R,74R,79R,80R,83R,85U,86R
<i>Goniastrea retiformis</i> (Lamarck, 1816)	1C,4U,6U,7U,9R,11U,12R,16U,18U,26R,29U,37U,41U,42R,59U,60U,69R
<i>Platygyra acuta</i> Veron, 2000	9R,17R,28R
<i>Platygyra contorta</i> Veron, 1990	57R
<i>Platygyra daedalea</i> (Ellis and Solander, 1786)	2U,3U,6U,7U,9U,10U,12U,13U,14U,17U,18R,26U,32R,33R,34R,35U,37C,41U,42R,43R,51R,58U,59U,61R,64R,65R,72R,79R,80R,83R
<i>Platygyra lamellina</i> (Ehrenberg, 1834)	1U,6U,7R,9R,10U,11R,12R,13R,17U,38U,41R,58U,59U,61R,65R
<i>Platygyra pini</i> Chevalier, 1975	1U,7R,11U,12R,13R,17U,18U,24U,26U,36U,37U,51R,58U,59U,60U,61U,62U,64R,65U,79R,80R
<i>Platygyra ryukyuensis</i> Yabe and Sugiyama, 1936	1U,2U,3U,6R,7U,9U,11U,12R,17R,19U,22R,32R,37U,42R,58R,59U,60U,62U,65U
<i>Platygyra sinensis</i> (Milne Edwards and Haime, 1849)	2U,3U,4U,6U,7U,9U,10U,11R,14U,17U,18U,19U,20R,22U,31C,34R,36U,37C,41U,51R,57C,58U,59U,60U
<i>Platygyra verweyi</i> Wijsman-Best, 1976	10R
<i>Oulophyllia bennettiae</i> (Veron & Pichon, 1977)	6R,7R,10R
<i>Oulophyllia crispa</i> (Lamarck, 1816)	1R,7U,9R,10R,17R,58R,59R
<i>Leptoria phrygia</i> (Ellis and Solander, 1786)	2U,3U,6U,7U,9U,11U,12U,14U,16U,17C,18U,22R,26U,32U,33R,35U,37C,38U,42R,49R,58U,59U,60U,61R,62U,63R,64R,65U,72R,79U,80U,83R,84R
<i>Montastrea annuligera</i> (Milne Edwards and Haime, 1849)	37R,52R,64R,72R,73R,79R,80R,83R

	Sites Present
<i>Montastrea curta</i> (Dana, 1846)	1U,2U,3U,6U,7U,9U,10U,11U,12U,13U,16U,17U,19U,24R,36U,37C,38U,41R,42R,43R,45U,48R,58U,59U,60U,61U,62U,63R,64R,65U,72R,79R,80R,83R,84R
<i>Montastrea magnistellata</i> Chevalier, 1971	1R,2R,7R,9R,11R,12U,13R,16R,17U,29R,30R,31U,33R,35R,37U,41R,47R,49U,57R,58U,61U,62R,65R,69R,83R,86R
<i>Montastrea salebrosa</i> (Nemenzo, 1959)	2R,3U,6U,11R,18U,37U,65R
<i>Montastrea valenciennesi</i> (Milne Edwards and Haime, 1848)	13R,38R,62R
<i>Plesiastrea versipora</i> (Lamarck, 1816)	1R,2R,3R,17U,33R,40R,52R,56R,57R,58U,59U,62R,63R,85R
<i>Diploastrea heliopora</i> (Lamarck, 1816)	1U,3U,6U,7U,9U,10U,11U,14U,16U,17U,19R,26R,40U,41R,59R,60U,61R,62U,63C,73U,79C,80U,83U,84U,85R
<i>Leptastrea bottae</i> (Milne Edwards and Haime, 1849)	1R,2R,3R,31MS,34R,51R,52R,56U,57R,72R
<i>Leptastrea inaequalis</i> Klunzinger, 1879	7U,10U,11U,12U,17U,58U,63U,64R,65R,83U
<i>Leptastrea pruinosa</i> Crossland, 1952	1C,2U,3U,6U,9U,11U,12U,13U,14U,16U,17U,18U,19U,26U,36U,37U,38U,41R,52R,58U,59U,60U,61U,62U,69R,79U,83R
<i>Leptastrea purpurea</i> (Dana, 1846)	1U,6R,11U,14U,16U,17U,24U,26U,35R,36U,37U,45U,47R,48R,52R,56U,57R,59U,60U,69R,73R,74R,79R,83R,85R,86R
<i>Leptastrea transversa</i> Klunzinger, 1879	1U,2U,3R,6U,7U,9U,11R,12U,14U,16U,17U,22R,36R,37U,38U,58R,59U,60U,61U,65U,69U,74R,79U,80R,83R
<i>Cyphastrea chalcidum</i> (Forskål, 1775)	1R,2U,3U,7U,11U,12R,14C,16U,18U,20R,22U,26C,37U,58U,59U,60U,61U
<i>Cyphastrea decadia</i> Moll and Best, 1984	32R,33R,35R,43R,52R,56C,79R,85R,87R
<i>Cyphastrea japonica</i> Yabe and Sugiyama, 1932	28U
<i>Cyphastrea microphthalma</i> (Lamarck, 1816)	1U,2U,3U,4U,11U,12U,13U,14U,16U,24U,36U,37U,45U,58U,60U,61U,62R
<i>Cyphastrea serailia</i> (Forskål, 1775)	1U,11U,20U,24U,37U,40R,61U
<i>Echinopora gemmacea</i> Lamarck, 1816	1U,6R,7U,9U,14U,17U,18U,20U,24R,30R,31U,33R,35R,36C,37C,38U,45U,48C,52U,56U,59U,69R,85U,86U
<i>Echinopora hirsutissima</i> Milne Edwards and Haime, 1849	42R,79R,80U,83R
<i>Echinopora horrida</i> Dana, 1846	30R,31R,32R,34R,42R,43U,48U,49C,51U,52U,56R,57U,69R,74U,85U,86R,87R
<i>Echinopora lamellosa</i> (Esper, 1795)	1U,3U,4U,6R,7U,9U,11U,13R,14U,17U,26U,29R,32R,33R,34R,36C,37C,38U,43A,45U,49A,51C,52U,57R,58R,59U,62R,69R,84U,87R
<i>Echinopora mammiformis</i> (Nemenzo, 1959)	2U,12U,13U,14C,19U,20U,26U,28U,36U,37U,38U,45R
<i>Echinopora pacificus</i> Veron, 1990	43MS,47MS
Family Trachyphyllidae	
<i>Trachyphyllia geoffroyi</i> (Audouin, 1826)	47R,57C,85R
Family Poritidae	
<i>Porites annae</i> Crossland, 1952	19U,34U
<i>Porites australiensis</i> Vaughan, 1918	4U,61U
<i>Porites cylindrica</i> Dana, 1846	4C,6U,7U,19U,24U,26U,29A,30R,31A,32U,33U,34C,35U,36U,38U,43C,45C,47U,48A,49A,51C,52C,56C,57U,61U,69A,74A,85C,86A,87D
<i>Porites lichen</i> Dana, 1846	4U,6U,7U,13U,14U,31R,40R,48U,49C,51U,57R,60U,61U,74R,80R,86U,87C
<i>Porites lobata</i> Dana, 1846	1C,2U,3U,4U,6U,7U,10U,12U,13R,14U,16U,18U,19U,20U,22U,36U,37C,38U,40C,41U,58U,60U,61C,62C,65U
<i>Porites lutea</i> Milne Edwards & Haime, 1851	1C,2U,3U,4U,6U,7U,9U,10U,11U,12U,13U,14U,16U,17U,18U,20U,22U,24U,36U,37C,38U,40R,41U,42MS,45U,56R,58U,60U,61C,62C,63R,65U,87R
<i>Porites murrayensis</i> Vaughan, 1918	24U
<i>Porites nigrescens</i> Dana, 1846	4U,6R,17U,19U,20R,24U,26U,36U,45C,65R
<i>Porites rus</i> (Forskål, 1775)	26U,36U,45U,47U,48C,49R,52R,56R,80R,85C,86C,87C

	Sites Present
<i>Porites vaughani</i> Crossland, 1952	33U,35U,49U,69A,73C,74C
<i>Porites</i> sp. 1 cf. <i>arnaudi</i> Reyes-Bonilla and Carricart-Ganivet, 2000	80R
<i>Porites</i> cf. <i>evermanni</i> Vaughan, 1907, sensu Veron, 2000	48R,85MS
<i>Goniopora djiboutiensis</i> Vaughan, 1907	3U,26U
<i>Goniopora tenuidens</i> (Quelch, 1886)	24U,37U,45U
<i>Goniopora fruticosa</i> Saville-Kent, 1893	83R
<i>Alveopora spongiosa</i> Dana, 1846	3R,19R,61R
Subclas Octocorallia, Order Alcyonacea	
<i>Tubipora musica</i>	28R
Class Hydrozoa, Family Milleporidae	
<i>Stylaster</i> sp. 1 orange or pink	63U
<i>Distichopora violacea</i> (Pallas, 1766)	83C
<i>Millepora dichotoma</i> Forskål, 1775	33R,42R,73R,80R,83R,84R
<i>Millepora exaesa</i> Forskål, 1775	33R,48R,49R,52R,72R,73R,74U,87R
<i>Millepora intricata</i> Milne-Edwards & Haime, 1857	42R,86R,87C
<i>Millepora murrayi</i> Quelch, 1884	32R,49R
<i>Millepora platyphylla</i> Hemprich & Ehrenberg, 1834	43R,64R,79U,80U,83R,84R
<i>Millepora</i> sp.	1R,13R,28C

Appendix 2/Annexe 2

Reef Fish Species Recorded Over All Sites

Liste des espèces de poissons récifaux identifiés sur tous les sites

Vince C. Kerr

This list includes all species of shallow (to 30 m depth) coral reef fishes observed in our survey of the Northwestern lagoon of New Caledonia in December 2007. The family classification used here is mainly based on Eschmeyer's Catalog of Fishes (1998).

A value for mean relative abundance is indicated for each species calculated across all sites where the species was observed. The scale of abundance used is described as follows. If a species was only seen once at a site it was given an abundance score of 1 representing rare. If a range of approximately 2–10 individuals of a species were observed at a site it was given an abundance score of 3 representing occasionally seen. If approximately 11–50 individuals of a species were seen it was given a score of 3 representing common. Where approximately 50 plus individuals were observed at a single site the species was given an abundance score of 4 representing abundant.

La liste inclut toutes les espèces de poissons de récifs coralliens présentes jusqu'à une profondeur de 30 m et observées lors de notre inventaire du lagon Nord-ouest de la Nouvelle Calédonie, en décembre 2007. La classification des familles utilisée ici est principalement basée sur Eschmeyer's Catalog of Fishes (1998).

Une valeur d'abondance relative moyenne est indiquée pour chaque espèce, prenant en compte tous les sites où l'espèce a été observée. L'échelle d'abondance est la suivante : si une espèce n'est observée qu'une fois sur un site, sa note d'abondance est de 1 (rare). Une note de 2 (occasionnelle) est attribuée lorsque 2 à 10 individus d'une espèce sont observés ; une note de 3 (commune) pour 11 à 50 individus, et une note de 4 (abondante) pour plus de 50 individus.

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
CARCHARHINIDAE			
<i>Carcharhinus albimarginatus</i> (Rüppell, 1837)	Information not available		
<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i> (Bleeker, 1856)	Information not available		
<i>Carcharhinus melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Information not available		
<i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1835)	Information not available		
DASYATIDAE			
<i>Dasyatis kuhlii</i> (Müller & Henle, 1841)	14, 13, 12, 24, 37, 36, 87, 49	8	1
<i>Himantura fai</i> (Jordan & Seale, 1906)	11	1	1
<i>Pastinachus sephen</i> (Forsskal, 1775)	62, 58, 79	3	1
<i>Urogymnus asperimus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Information not available	3	1
MURAENIDAE			
<i>Gymnothorax javanicus</i> (Bleeker, 1859)	40, 58, 59, 60, 14, 9, 11, 2, 1, 22, 65, 29, 80, 84, 83	15	1.1
<i>Gymnothorax meleagris</i> (Shaw, 1795)	16	1	1
CONGRIDAE			
<i>Heteroconger hassi</i> (Klausewitz & Eibl-Eibsfeldt, 1959)	63, 42	2	2

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
CHANIDAE			
<i>Chanos chanos</i> (Forsskal, 1775)	58, 61, 9, 7, 64	5	1
ENGRAULIDAE			
<i>Encrasicholina punctifer</i> (Fowler 1938)	87	1	4
PLOTOSIDAE			
<i>Plotosus lineatus</i> (Thunberg, 1787)	59, 14, 80, 83	4	3
SYNODONTIDAE			
<i>Saurida nebulosa</i> (Valenciennes, 1850)	41, 40, 3, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 63, 42, 69, 33, 86, 87, 72, 73, 79, 84, 83, 48	25	1.6
<i>Saurida gracilis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	72	1	2
<i>Synodus binotatus</i> (Schultz, 1953)	14	1	1
<i>Synodus dermatogenys</i> (Fowler, 1912)	16, 1	2	1
<i>Synodus variegatus</i> (Lacepède, 1803)	42	1	1
BELONIDAE			
<i>Tylosurus crocodilus</i> (Peron & Lesueur, 1821)	40, 38, 37, 26, 85	5	2.4
HOLOCENTRIDAE			
<i>Myripristis berndti</i> (Jordan & Evermann, 1903)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 13, 12, 9, 7, 11, 3, 38, 45, 79, 80, 84, 83	20	2.2
<i>Myripristis kuntee</i> (Cuvier, 1831)	41, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 12, 9, 7, 10, 2, 3, 37, 45, 63, 79, 80, 84, 83	22	2
<i>Myripristis pralinia</i> (Cuvier, 1829)	41, 40, 60, 16	4	2
<i>Myrpristis adusta</i> (Bleeker, 1853)	69	1	4
<i>Neoniphon opercularis</i> (Valenciennes, 1831)	41, 16, 2, 1, 22, 28, 43, 69, 32, 72, 73, 74, 79, 84, 49, 48, 51, 52	18	2.7
<i>Neoniphon sammara</i> (Forsskal, 1775)	58, 59, 11, 2, 85, 87, 73, 74, 79, 48, 52	11	2.5
<i>Sargocentron caudimaculatum</i> (Rüppell, 1838)	40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 10, 3, 1, 19, 24, 38, 37, 45, 43, 42, 69, 29	22	2.2
<i>Sargocentron diadema</i> (Lacepède, 1801)	40, 62, 60, 61, 7, 11, 2, 1, 63, 32, 84, 83, 48	13	2.1
<i>Sargocentron praslin</i> (Lacepede, 1802)	2	1	2
<i>Sargocentron spiniferum</i> (Forsskal, 1775)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 17, 14, 13, 12, 9, 7, 11, 2, 3, 1, 18, 19, 24, 38, 37, 36, 28, 45, 43, 69, 85, 86, 80, 83, 52	31	2
AULOSTOMIDAE			
<i>Aulostomus chinensis</i> (Linnaeus, 1758)	61, 9, 43, 63, 69, 33, 87, 84, 83	9	1.3
FISTULARIIDAE			
<i>Fistularia commersonii</i> (Rüppell, 1838)	60, 61, 10, 6, 1, 65, 63, 85, 83	9	1.3
CENTRISCIDAE			
<i>Aeoliscus strigatus</i> (Günther, 1860)	4, 1, 24	3	2.3
SYNGNATHIDAE			
<i>Corythoichthys amplexis</i> (Dawson & Randall, 1975)	43, 48	2	1
<i>Corythoichthys nigripictus</i> (Herald in Schultz et al., 1953)	73	1	2
<i>Corythoichthys flavofasciatus</i> (Rüppell, 1838)	13, 20, 37, 63, 29, 72, 84, 51	8	1.1
<i>Corythoichthys intestinalis</i> (Ramsay, 1881)	73, 83, 19	3	1

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
SCORPAENIDAE			
<i>Dendrochirus zebra</i> (Cuvier in C & V, 1829)	22	1	1
<i>Pterois antennata</i> (Bloch, 1787)	36	1	1
<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	6	1	1
PLATYCEPHALIDAE			
<i>Cymbacephalus beauforti</i> (Knapp, 1973)	38	1	1
DACTYLOPTERIDAE			
<i>Dactyloptera orientalis</i> (Cuvier in C & V, 1829)	24	1	1
SERRANIDAE			
<i>Anyperodon leucogrammicus</i> (Valenciennes, 1828)	60, 7, 11, 6, 3, 1, 84, 83	8	1.5
<i>Cephalopholis argus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	41, 62, 58, 59, 60, 61, 16, 9, 7, 6, 3, 1, 45, 43, 63, 79, 80, 83	18	1.7
<i>Cephalopholis boenak</i> (Bloch, 1790)	40, 24, 37, 36, 43, 32, 86, 73, 79, 80, 49, 48	12	1.8
<i>Cephalopholis miniata</i> (Forsskal, 1775)	11, 2	2	1
<i>Cephalopholis urodeta</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Information not available		
<i>Cromileptes altivelis</i> (Valenciennes, 1828)	Information not available		
<i>Diploprion bifasciatum</i> (Cuvier, 1828)	Information not available		
<i>Epinephelus areolatus</i> (Forsskal, 1775)	Information not available		
<i>Epinephelus caeruleopunctatus</i> (Bloch, 1790)	Information not available		
<i>Epinephelus coioides</i> (Hamilton, 1822)	Information not available		
<i>Epinephelus corallicola</i> (Valenciennes, 1828)	Information not available		
<i>Epinephelus cyanopodus</i> (Richardson, 1846)	Information not available		
<i>Epinephelus fasciatus</i> (Forsskal, 1775)	Information not available		
<i>Epinephelus howlandi</i> (Günther, 1873)	Information not available		
<i>Epinephelus laceolatus</i> (Bloch, 1790)	Information not available		
<i>Epinephelus maculatus</i> (Bloch, 1790)	Information not available		
<i>Epinephelus malabaricus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Information not available		
<i>Epinephelus merra</i> (Bloch, 1793)	Information not available		
<i>Epinephelus ongus</i> (Bloch, 1790)	Information not available		
<i>Epinephelus polyphekadion</i> (Bleeker, 1856)	Information not available		
<i>Plectropomus laevis</i> (Lacepède, 1802)	Information not available		
<i>Plectropomus leopardus</i> (Lacepède, 1802)	Information not available		
<i>Pseudanthias hypselosoma</i> (Bleeker, 1878)	41, 40, 17, 9, 7, 10, 6, 3, 37, 63, 64, 79, 80, 84, 83	15	3.3
<i>Pseudanthias pascalus</i> (Jordan & Tanaka, 1927)	41, 40, 58, 59, 60, 17, 9, 7, 6, 3, 65, 64, 79, 80	14	2.9
<i>Pseudanthias squamipinnis</i> (Peters, 1855)	40, 58, 17, 9, 7, 10, 6, 63, 64, 79, 80, 83	12	3.2
<i>Pseudoanthias pictilis</i> (Randall & Allan, 1978)	79, 84	2	2.5
<i>Serranocirrhitus latus</i> (Watanabe, 1949)	59, 7, 6, 80	4	2.8
<i>Variola louti</i> (Forsskal in Niebuhr, 1775)	58, 59, 17, 9, 7, 11, 10, 6, 64, 83	10	1.4
PRIACANTHIDAE			
<i>Priacanthus blochii</i> (Bleeker 1853)	6	1	2
<i>Priacanthus hamrur</i> (Fosskall, 1775)	6, 24, 37, 43, 87, 79, 49	7	1.6
PSEUDOCROMIDAE			
<i>Assessor macneili</i> (Whitley, 1935)	40, 12, 2, 1, 38, 45, 43, 69, 29, 73, 74, 80, 83, 49, 48	15	2.1
<i>Pseudochromis paccagnellae</i> (Axelrod, 1973)	59, 61, 17, 6, 2, 79, 84, 48	8	1.4

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
CIRRHITIDAE			
<i>Cirrhitichthys falco</i> (Randall, 1963)	40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 16, 7, 11, 10, 2, 38, 36, 65, 43, 63, 64, 42, 69, 33, 87, 79, 80, 84, 83, 52	27	2.3
<i>Paracirrhites arcatus</i> (Cuvier, 1829)	58, 59, 61, 17, 16, 12, 9, 7, 11, 10, 2, 3, 1, 37, 63, 64, 79, 80, 84, 83	20	2
<i>Paracirrhites bicolor</i>	64	1	1
<i>Paracirrhites forsteri</i> (Schneider, 1801)	40, 62, 58, 61, 9, 11, 10, 2, 45, 87, 83, 49, 52	13	1.6
<i>Paracirrhites hemistictus</i> (Günther, 1874)	41, 59, 9, 2, 1, 80, 83, 49	8	1.6
APOGONIDAE			
<i>Apogon aureus</i> (Lacepède, 1802)	2	1	4
<i>Apogon compressus</i> (Smith & Radcliffe, 1911)	40, 62, 14, 13, 19, 28, 69, 29, 85, 86, 87, 74, 49, 48	14	2.1
<i>Apogon cyanosoma</i> (Bleeker, 1853)	41, 40, 12, 11, 6, 2, 3, 1, 20, 24, 36, 26, 28, 43, 42, 69, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 49, 48, 51, 52	26	2.3
<i>Archamia fucata</i> (Cantor, 1850)	58, 85, 87, 73	4	2.5
<i>Archamia macroptea</i> (Cuvier in Cuvier & Valenciennes, 1828)	69, 29	2	2.5
<i>Archamia zosterophora</i> (Bleeker, 1856)	48	1	4
<i>Cheilodipterus artus</i> (Smith, 1961)	41, 40, 62, 58, 60, 61, 14, 16, 10, 2, 3, 1, 38, 65, 45, 43, 69, 29, 86, 87, 72, 73, 74	23	2.2
<i>Cheilodipterus isostigmus</i> (Schultz, 1940)	41, 40, 14, 12, 87, 56, 72, 73, 74, 84, 49, 48, 51, 52	14	2.4
<i>Cheilodipterus macrodon</i> (Lacepède, 1802)	41, 40, 62, 58, 60, 17, 16, 13, 12, 6, 2, 3, 24, 38, 26, 65, 43, 42, 32, 85, 87, 72, 73, 74, 49, 48	26	2
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i> (Cuvier, 1828)	41, 40, 62, 58, 60, 16, 13, 12, 7, 11, 10, 6, 2, 19, 20, 24, 38, 28, 45, 43, 42, 69, 29, 32, 85, 86, 87, 72, 73, 48, 51, 52	32	2.3
<i>Ostorhinchus doederleini</i> (Jordan & Snyder, 1901)	72	1	3
<i>Ostorhinchus flavus</i> (Allen & Randall, 1993)	41, 72	2	1.5
<i>Ostorhinchus nigrofasciatus</i> (Lachner, 1953)	40, 13, 1, 72, 80, 49, 48	7	1.4
<i>Pristiapogon fraenatus</i> (Valenciennes, 1832)	40, 85, 72	3	2.7
<i>Pristiapogon kallopterus</i> (Bleeker, 1856)	72	1	2
<i>Pristicon trimaculatus</i> (Cuvier, in C. & V. 1828)	48	1	1
<i>Siphamia versicolor</i> (Smith and Radcliffe, 1911)	32, 48	2	2
<i>Sphaeamia nematoptera</i> (Bleeker, 1856)	29	1	2
<i>Zoramia leptacantha</i> (Bleeker, 1856)	13, 4, 20, 28, 69, 74	6	2.2
MALACANTHIDAE			
<i>Malacanthus brevirostris</i> (Guichenot, 1848)	1, 65	2	1.5
<i>Malacanthus latovittatus</i> (Lacepède, 1801)	63	1	1
ECHENEIDAE			
<i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus, 1758)	61, 10, 2, 3, 1, 63, 69, 85, 49	9	1.2
CARANGIDAE			
<i>Alectis ciliaris</i> (Bloch, 1788)	6	1	1
<i>Atule mate</i> (Cuvier in C&V 1833)	32, 85, 56	3	2.7
<i>Carangoides ferdau</i> (Forsskål, 1775)	2, 24, 38, 37, 36, 26, 85, 83, 48	9	1.7
<i>Carangoides oblongus</i> (Cuvier in C&V 1833)	85, 83	2	2
<i>Carangoides orthogrammus</i> (Jordon & Gilbert 1882)	45, 43, 73	3	2.7
<i>Caranx ignobilis</i> (Forsskål, 1775)	7, 10, 1, 22, 24, 26, 43, 29, 48	9	1.3

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Caranx melampygus</i> (Cuvier, 1833)	9, 7, 6, 4, 20, 36, 26, 28, 69, 86, 87, 56, 83, 49	14	1.9
<i>Caranx papuensis</i> (Alleyne & Macleay, 1877)	10, 37, 36	3	1.7
<i>Caranx sexfasciatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	63, 79, 80, 48	4	2.8
<i>Elagatis bipinnulatus</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	65	1	3
<i>Gnathanodon speciosus</i> (Forsskål, 1775)	12, 1, 22, 38, 72	5	1.2
<i>Pseudocaranx denter</i> (Bloch & Schneider, 1801)	56, 57	2	3
<i>Scomberoides commersonnianus</i> (Lacepede, 1801)	40, 45, 63, 32, 33, 85, 87	7	3.4
<i>Scomberoides lysan</i> (Forsskål, 1775)	41, 3, 37, 28, 63, 86, 73, 79, 49	9	2.1
<i>Seriola lalandi</i> (Valenciennes in C&V, 1833)	17	1	1
<i>Trachinotus bailloni</i> (Lacepede 1801)	56	1	2
<i>Trachinotus blochii</i> (Lacepède, 1801)	7, 10, 64	3	2.3
LUTJANIDAE			
<i>Aphareus furca</i> (Lacepède, 1802)	59, 17, 9, 7, 6, 80, 83	7	1.3
<i>Aprion virescens</i> (Valenciennes, 1830)	60, 61, 9, 65, 64, 42, 84, 52	8	1.1
<i>Lutjanus argentimaculatus</i> (Forsskål, 1775)	20, 24, 38, 29	4	1.5
<i>Lutjanus bohar</i> (Forsskål, 1775)	41, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 12, 9, 7, 11, 6, 2, 3, 1, 22, 37, 36, 43, 63, 42, 69, 33, 73, 79, 80, 83, 48, 52	29	2.2
<i>Lutjanus fulviflamma</i> (Forsskål, 1775)	41, 40, 58, 17, 12, 9, 7, 11, 3, 1, 19, 22, 38, 28, 84, 83, 49	17	2.7
<i>Lutjanus fulvus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	41, 62, 60, 61, 17, 12, 9, 7, 2, 3, 63, 29, 73, 83	14	1.8
<i>Lutjanus gibbus</i> (Forsskål, 1775)	41, 40, 62, 59, 61, 17, 9, 2, 3, 1, 38, 36, 43, 63, 85, 87, 84, 83, 48, 52	20	2.4
<i>Lutjanus kasmira</i> (Forsskål, 1775)	40, 16, 36, 28, 45, 84, 49	7	2.4
<i>Lutjanus lutjanus</i> (Bloch, 1790)	59, 61, 7, 38, 43	5	2.2
<i>Lutjanus monostigma</i> (Cuvier, 1828)	41, 40, 6, 2, 38, 37, 63, 79	8	2.0
<i>Lutjanus quinquelineatus</i> (Bloch, 1790)	41, 40, 62, 59, 61, 13, 12, 9, 7, 11, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 63, 69, 29, 85, 87, 56, 57, 73, 74, 80, 84, 83, 49, 48	38	2.8
<i>Lutjanus rivulatus</i> (Cuvier, 1828)	19, 28, 43, 69, 29, 33, 85, 86, 48, 52	10	2.7
<i>Lutjanus russelli</i> (Bleeker, 1849)	28, 45, 43, 87, 56, 83, 49	7	1.9
<i>Lutjanus sebae</i> (Cuvier, 1816)	19	1	1.0
<i>Lutjanus vitta</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	37, 79	2	3.0
<i>Macolor macularis</i> (Fowler, 1931)	59, 60, 61, 17, 14, 9, 7, 6, 1, 38, 37, 36, 65, 63, 69, 79, 80, 84, 83, 48, 52	21	2.3
<i>Macolor niger</i> (Forsskål, 1775)	40, 17, 14, 9, 7, 11, 6, 3, 1, 37, 28, 63, 80, 84, 83, 49	16	2.3
<i>Symphoricthys spilurus</i> (Gunther, 1874)	69, 32	2	1.0
CAESIONIDAE			
<i>Caesio caerulea</i> (Lacepède, 1802)	41, 40, 62, 58, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 6, 3, 1, 19, 24, 38, 37, 36, 28, 45, 43, 63, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48	44	3.7
<i>Caesio cuning</i> (Bloch, 1791)	40, 2, 28, 45, 32	5	3.2
<i>Caesio lunaris</i> (Cuvier, 1830)	2	1	2.0
<i>Caesio teres</i> (Seale, 1906)	40, 9, 2, 3, 1, 20, 24, 38, 37, 36, 63, 33, 85, 86, 87, 56, 49, 48, 52	19	3.3

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Pterocaesio diagramma</i> (Bleeker, 1865)	41, 40, 62, 58, 60, 61, 17, 14, 13, 2, 37, 36, 65, 43, 63, 42, 32, 33, 87, 73, 74	21	3.2
<i>Pterocaesio pisang</i> (Bleeker, 1853)	41, 40, 58, 60, 17, 14, 16, 13, 12, 7, 3, 36, 85, 86, 87, 79, 80, 84, 83, 49	20	3.2
<i>Pterocaesio tile</i> (Cuvier, 1830)	58, 60, 9, 65, 83	5	3.2
<i>Pterocaesio trilineata</i> (Carpenter, 1987)	41, 40, 16, 13, 12, 6, 3, 43, 63, 69, 73, 79, 80, 84, 83, 49	16	3.0
HAEMULIDAE			
<i>Diagramma pictum</i> (Thunberg, 1792)	24, 36, 45, 42, 29, 32, 33, 85	8	1.8
<i>Plectorhinchus albobittatus</i> (Rüppell, 1838)	7, 63, 69, 73, 74, 79, 83	7	1.1
<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i> (Lacepède, 1800)	40, 58, 60, 14, 12, 9, 7, 2, 3, 1, 37, 28, 45, 63, 69, 32, 33, 86, 79, 80, 83, 48, 52	23	1.7
<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i> (Cuvier, 1830)	51	1	2
<i>Plectorhinchus gibbosus</i> (Lacepède, 1802)	60, 61, 17, 7, 63, 64, 69, 72, 74, 83	10	1.9
<i>Plectorhinchus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	62, 58, 61, 17, 14, 13, 12, 9, 7, 2, 3, 1, 37, 36, 28, 45, 43, 63, 69, 29, 32, 73, 74, 80, 84, 83, 51, 52	28	2.3
<i>Plectorhinchus picus</i> (Cuvier, 1830)	62	1	2
<i>Plectorhinchus vittatus</i> (Linnaeus, 1758)	17, 14	2	1
LETHRINIDAE			
<i>Gnathodentex aurolineatus</i> (Lacepède, 1802)	59, 60, 61, 7, 3, 37, 65, 63, 69, 87, 84, 49, 48	13	3.2
<i>Gymnocranius euanus</i> (Günther, 1879)	22, 24, 36, 69, 85, 86, 84	7	2.1
<i>Gymnocranius grandoculis</i> (Valenciennes, 1830)	59, 60, 20, 42, 69, 85	6	2.2
<i>Gymnocranius</i> sp. (refer Allen 2005, blacknape large eyed bream)	6, 2, 28, 42, 83, 49	6	2.5
<i>Lethrinus atkinsoni</i> (Seale, 1909)	41, 61, 16, 9, 6, 3, 1, 37, 43, 63, 29, 87, 80, 52	14	1.8
<i>Lethrinus harak</i> (Forsskal, 1775)	4, 18, 29, 32, 33, 35, 87, 56, 48, 51, 52	11	2.5
<i>Lethrinus lentjan</i> (Lacepede 1802)	59, 74	2	2
<i>Lethrinus nebulosus</i> (Forsskal, 1775)	41, 16, 9, 36	4	2
<i>Lethrinus obsoletus</i> (Forsskal, 1775)	40, 62, 61, 17, 16, 3, 1, 36, 42, 29, 85, 79, 80, 84, 83, 48, 51, 52	18	2.7
<i>Lethrinus olivaceus</i> (Valenciennes, 1830)	62, 58, 61, 9, 7, 2, 24, 63, 64, 42, 69	11	1.4
<i>Lethrinus rubrioperculatus</i> (Sato, 1978)	38, 45, 42, 69, 29, 85, 84, 83, 49	9	2.4
<i>Lethrinus variegatus</i> (Valenciennes, 1830)	61, 17, 9, 7, 37, 85, 83, 49	8	2.1
<i>Monotaxis grandoculis</i> (Forsskal, 1775)	9, 7, 6, 3, 1, 63, 80, 83	8	3.3
<i>Monotaxis heterodon</i> (Bleeker, 1854)	58, 59, 60, 61, 17, 16, 9, 7, 11, 6, 3, 1, 20, 43, 63, 42, 69, 87, 72, 79, 80, 84, 83, 52	24	3
GEREIDAE			
<i>Gerres oyena</i> (Forsskal in Neibuhr, 1775)	86, 87	2	2
NEMIPTERIDAE			
<i>Scolopsis affinis</i> (Peters, 1877)	2, 22, 32, 57, 72	5	2
<i>Scolopsis bilineatus</i> (Bloch, 1793)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 14, 16, 13, 12, 11, 10, 6, 2, 3, 4, 1, 18, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 56, 72, 73, 74, 84, 83, 49, 48, 51, 52	51	3.3
<i>Scolopsis ciliatus</i> (Lacepède, 1802)	32, 86, 56, 57	4	2
<i>Scolopsis lineatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	41, 40, 62, 14, 16, 12, 11, 6, 2, 4, 1, 18, 20, 22, 24, 38, 36, 28, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 34, 35, 87, 83	29	2.2
<i>Scolopsis trilineatus</i> (Kner, 1868)	60, 72, 73, 84	4	2

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
MULLIDAE			
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i> (Lacepède, 1801)	41, 40, 86, 87, 56, 73, 84, 49, 51, 52	10	2.3
<i>Mulloidichthys vanicolensis</i> (Valenciennes, 1831)	41, 40, 63, 69, 85, 84, 83, 49, 52	9	2.8
<i>Parupeneus barberinoides</i> (Bleeker, 1852)	40, 14, 12, 11, 10, 2, 4, 19, 22, 43, 42, 69, 84	13	2
<i>Parupeneus barberinus</i> (Lacepède, 1801)	41, 40, 62, 61, 14, 16, 12, 11, 6, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 45, 43, 63, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 84, 83, 49, 48, 51, 52	41	2.5
<i>Parupeneus bifasciatus</i> (Lacepède, 1801)	58, 61, 9, 10, 3, 80	6	2
<i>Parupeneus ciliatus</i> (Lacepède, 1801)	41, 60, 13, 11, 2, 3, 1, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 69, 32, 34, 73, 83, 49	25	2.2
<i>Parupeneus cyclostomus</i> (Lacepède, 1801)	40, 62, 58, 59, 60, 14, 16, 9, 7, 2, 3, 1, 18, 36, 26, 65, 43, 63, 42, 69, 85, 73, 79, 83, 49, 48	26	2.3
<i>Parupeneus indicus</i> (Shaw, 1803)	22, 24, 29, 32, 51	5	2.4
<i>Parupeneus multifasciatus</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 48, 51, 52	50	2.9
<i>Parupeneus pleurostigma</i> (Bennett, 1830)	40, 62, 61, 16, 12, 11, 2, 38, 43, 63, 72, 84	12	2.4
<i>Upeneus tragula</i> (Richardson, 1846)	22, 45, 43, 33, 34, 85, 86, 87, 56, 49, 51, 52	12	2.3
PEMPHERIDAE			
<i>Pempheris oualensis</i> (Cuvier, 1831)	7, 6, 79, 80	4	2.5
KYPHOSIDAE			
<i>Kyphosus bigibbus</i> (Lacepède, 1801)	2, 69	2	1.5
<i>Kyphosus sydneyanus</i> (Günther, 1886)	6, 2, 63, 32	4	1.3
CHAETODONTIDAE			
<i>Chaetodon baronessa</i> (Cuvier, 1831)	2, 3, 1, 19, 24, 38, 37, 36, 26, 45, 43, 42, 29, 33, 34	15	2.4
<i>Chaetodon bennetti</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 4, 1, 24, 38, 37, 36, 26, 45, 43, 69, 29, 33, 85, 86, 49, 52	18	2.7
<i>Chaetodon citrinellus</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 17, 16, 13, 9, 11, 10, 2, 3, 1, 18, 19, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 63, 64, 42, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 84, 83, 49, 48, 51, 52	43	2.5
<i>Chaetodon ephippium</i> (Cuvier, 1831)	58, 59, 60, 61, 17, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 65, 45, 43, 64, 42, 69, 29, 32, 33, 56, 73, 74, 79, 80, 83, 49, 48	36	2.3
<i>Chaetodon flavirostris</i> (Günther, 1873)	41, 40, 62, 58, 59, 61, 14, 13, 9, 7, 11, 6, 1, 18, 19, 24, 38, 36, 26, 28, 65, 43, 64, 42, 69, 29, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 73, 74, 79, 80, 49, 48, 51, 52	43	2.6
<i>Chaetodon kleinii</i> (Bloch, 1790)	40, 3, 22, 37, 65, 63, 64, 42, 34, 84, 83, 51, 52	13	2.8
<i>Chaetodon lineolatus</i> (Cuvier, 1831)	22, 38, 37, 36, 63, 69, 29, 33, 35, 85, 86, 56, 57, 74	14	1.8
<i>Chaetodon lunula</i> (Lacepède, 1802)	9, 2, 34	3	1.3
<i>Chaetodon lunulatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 7, 11, 6, 2, 3, 4, 1, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 29, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 73, 74, 79, 80, 83, 49, 48, 51, 52	53	3
<i>Chaetodon melannotus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	58, 59, 9, 7, 11, 6, 4, 1, 18, 20, 24, 38, 26, 28, 45, 43, 42, 69, 33, 85, 86, 56, 57, 79, 83	25	2.2

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Chaetodon mertensii</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 59, 60, 61, 17, 16, 12, 11, 10, 6, 3, 1, 20, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 63, 64, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 72, 73, 79, 84, 83, 49, 48, 52	40	2.8
<i>Chaetodon ou natissimus</i> (Cuvier, 1831)	9, 6	2	1.5
<i>Chaetodon pelewensis</i> (Kner, 1868)	58, 59, 60, 61, 17, 14, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 38, 65, 63, 33, 73, 79, 80, 84, 83, 49	25	2.5
<i>Chaetodon plebeius</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 17, 16, 13, 12, 7, 11, 6, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 43, 63, 64, 42, 29, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 74, 84, 49, 48, 51, 52	49	2.8
<i>Chaetodon rafflesi</i> (Bennett, 1830)	59, 17, 80	3	2.3
<i>Chaetodon reticulatus</i> (Cuvier, 1831)	58, 59, 60, 17, 9, 7, 6, 79, 80	9	2.1
<i>Chaetodon speculum</i> (Cuvier, 1831)	9, 7, 6, 3, 19, 24, 38, 37, 26, 69, 29, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 56, 80	19	2.5
<i>Chaetodon trifascialis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	58, 59, 61, 17, 9, 7, 6, 2, 3, 1, 19, 20, 22, 24, 37, 36, 26, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33	25	3
<i>Chaetodon ulietensis</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 62, 59, 61, 13, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 19, 24, 38, 37, 36, 26, 45, 43, 42, 69, 32, 33, 85, 86, 87, 56, 74, 80, 48, 52	33	2.6
<i>Chaetodon unimaculatus</i> (Bloch, 1787)	41, 40, 58, 59, 60, 61, 17, 16, 9, 7, 10, 6, 2, 3, 1, 37, 36, 63, 64, 42, 80, 83, 49	23	2.8
<i>Chaetodon vagabundus</i> (Linnaeus, 1758)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 3, 4, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 63, 64, 42, 69, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 51, 52	54	2.9
<i>Forcipiger flavissimus</i> (Jordan & McGregor, 1898)	40, 58, 59, 60, 61, 17, 7, 11, 6, 3, 63, 69, 79, 80, 84	15	2.3
<i>Forcipiger longirostris</i> (Broussonet, 1782)	58, 59, 60, 61, 17, 16, 9, 6, 3, 1, 63, 69, 73, 74, 79, 80, 84, 83	18	2.2
<i>Hemitaenichthys polylepis</i> (Bleaker 1857)	59, 9, 6, 43, 79, 80	6	3.2
<i>Heniochus acuminatus</i> (Linnaeus, 1758)	41, 40, 58, 59, 60, 16, 11, 6, 3, 20, 24, 38, 37, 36, 65, 29, 33, 35, 86, 56, 79, 80, 84, 83, 48, 51, 52	27	2.4
<i>Heniochus chrysostomus</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 62, 58, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 7, 11, 6, 2, 3, 4, 1, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 28, 43, 63, 42, 32, 33, 86, 87, 73, 84, 83, 49, 48, 51	38	2.7
<i>Heniochus monoceros</i> (Cuvier, 1831)	62, 59, 60, 61, 17, 9, 7, 6, 1, 24, 38, 37, 65, 43, 63, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 52	30	2.2
<i>Heniochus singularis</i> (Smith & Radcliffe, 1911)	58, 9, 6, 2, 3, 24, 37, 33, 79, 80, 84, 83	12	1.8
POMACANTHIDAE			
<i>Centropyge bicolor</i> (Bloch, 1787)	41, 14, 16, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 19, 38, 37, 36, 26, 63, 42, 85, 86, 87, 84, 83, 49, 51, 52	24	2.6
<i>Centropyge bispinosus</i> (Günther, 1860)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 24, 38, 37, 36, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 33, 86, 87, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 51, 52	43	2.8
<i>Centropyge flavissimus</i> (Cuvier, 1831)	62, 58, 59, 60, 17, 14, 16, 12, 9, 7, 11, 10, 2, 37, 36, 65, 63, 64, 69, 87, 73, 74, 80, 84, 83	25	2.4
<i>Centropyge tibicen</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 60, 9, 7, 11, 10, 2, 1, 38, 37, 36, 26, 45, 43, 63, 42, 69, 32, 33, 87, 73, 74, 84, 83, 48, 52	27	2.7
<i>Genicanthus melanospilos</i> (Bleeker, 1857)	43	1	2

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Genicanthus watanabei</i> (Yasuda & Tominaga 1970)	79, 80, 83	3	2
<i>Paracentropyge multifasciata</i> (Smith & Radcliffe, 1911)	58, 7, 32	3	2
<i>Pomacanthus imperator</i> (Bloch, 1787)	62, 58, 59, 60, 17, 14, 16, 13, 12, 7, 10, 6, 2, 3, 38, 65, 63, 80	18	1.6
<i>Pomacanthus semicirculatus</i> (Cuvier, 1831)	17, 7, 6, 38, 86, 72	6	1.3
<i>Pomacanthus sextriatus</i> (Cuvier, 1831)	41, 40, 58, 59, 60, 2, 1, 19, 24, 38, 37, 36, 43, 64, 29, 85, 86, 87, 56, 74	20	2.1
<i>Pygoplites diacanthus</i> (Boddaert, 1772)	3, 1, 36, 43, 63, 69, 74, 79, 80, 83	10	1.9
POMACENTRIDAE			
<i>Abudefduf septemfasciatus</i> (Cuvier in Cuvier and Valenciennes, 1830)	61, 2	2	3.0
<i>Abudefduf sexfasciatus</i> (Lacepède, 1802)	40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 9, 11, 2, 3, 4, 18, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 73, 74, 79, 84, 83, 49, 52	46	3.6
<i>Abudefduf vaigiensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	40, 58, 59, 60, 16, 9, 2, 1, 28, 32, 48	11	2.9
<i>Abudefduf whitleyi</i> (Allen & Robertson, 1974)	58, 59, 61, 17, 9, 2, 1, 38, 37, 26, 43, 32, 33, 35, 85, 48	16	3.1
<i>Amblyglyphidodon aureus</i> (Cuvier, 1830)	40, 58, 59, 61, 7, 11, 10, 2, 3, 56, 79, 83	12	2.5
<i>Amblyglyphidodon curacao</i> (Bloch, 1787)	41, 40, 62, 61, 14, 13, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 73, 74, 83, 49, 48, 51, 52	39	3.5
<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i> (Bleeker, 1847)	62, 58, 59, 60, 61, 14, 9, 7, 10, 6, 2, 3, 4, 1, 19, 20, 45, 43, 69, 29, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 73, 74, 79, 83, 49, 48, 51, 52	35	2.6
<i>Amphiprion akindynos</i> (Allen, 1972)	40, 58, 61	3	2.3
<i>Amphiprion clarkii</i> (Bennett, 1830)	58, 59, 60, 61, 17, 16, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 18, 37, 36, 65, 45, 43, 63, 69, 87, 72, 79, 84	24	1.8
<i>Amphiprion melanopus</i> (Bleeker, 1852)	59, 16, 9, 7, 11, 3, 1, 18, 22, 24, 37, 36, 63, 42, 69, 34, 85, 86, 87, 72, 74, 80, 49, 51	24	2.2
<i>Amphiprion perideraion</i> (Bleeker, 1855)	60, 14, 37	3	1.0
<i>Chromis agilis</i> (Smith, 1960)	58, 59, 60, 17, 16, 9, 7, 11, 6, 2	10	3.1
<i>Chromis amboinensis</i> (Bleeker, 1873)	2, 69	2	3.5
<i>Chromis analis</i>	61, 12	2	2.0
<i>Chromis atripes</i> (Fowler & Bean, 1928)	9, 7, 11, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 45, 63, 74, 79, 84, 83	15	2.9
<i>Chromis chrysura</i> (Bliss, 1883)	58, 59, 60, 61, 2, 3, 65, 42, 69, 87, 79, 80, 83, 49, 48	15	2.9
<i>Chromis flavomaculata</i> (Kamohara, 1960)	58, 59, 16, 12, 7, 64	6	2.7
<i>Chromis fumea</i> (Tanaka, 1917)	62, 58, 59, 60, 61, 17, 16, 9, 7, 11, 6, 2, 3, 1, 24, 38, 37, 43, 63, 64, 74, 79, 80, 84, 83	25	3.2
<i>Chromis iomelas</i> (Jordan & Seale, 1906)	62, 59, 60, 61, 17, 16, 12, 9, 7, 10, 6, 3, 38, 37, 65, 43, 63, 69, 79, 80, 84, 83	22	3.4
<i>Chromis leucura</i> (Gilbert, 1905)	9, 7	2	3.0
<i>Chromis margaritifer</i> (Fowler, 1946)	62, 58, 60, 61, 17, 14, 16, 9, 7, 10, 6, 3, 38, 37, 65, 63, 64, 80, 84, 83	20	3.5
<i>Chromis nitida</i> (Whitley 1928)	85	1	3.0
<i>Chromis retrofasciata</i> (Weber, 19130)	7, 3, 38, 43, 69, 72, 73, 79, 80, 84, 49, 52	12	2.3

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Chromis ternatensis</i> (Bleeker, 1856)	61, 37, 43, 69, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48	11	3.2
<i>Chromis vanderbilti</i> (Fowler, 1941)	58, 59, 60, 17, 16, 9, 7, 6, 63, 64, 29, 80, 83	13	3.5
<i>Chromis viridis</i> (Cuvier, 1830)	41, 40, 58, 16, 13, 12, 7, 11, 2, 3, 4, 1, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 56, 72, 73, 74, 49, 48, 51, 52	40	3.7
<i>Chromis xanthura</i> (Bleeker, 1854)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 16, 12, 9, 7, 10, 6, 2, 1, 37, 36, 63, 64, 80, 83	20	3.2
<i>Chrysiptera biocellata</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	58, 59, 86	3	2.3
<i>Chrysiptera cyanea</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	61, 85, 86	3	2.3
<i>Chrysiptera glauca</i> (Cuvier in C&V, 1830)	74	1	2.0
<i>Chrysiptera rex</i> (Snyder, 1909)	41, 58, 59, 60, 61, 17, 16, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33, 85, 86, 87, 56, 74, 79, 80, 83, 52	32	2.6
<i>Chrysiptera rollandi</i> (Whitley, 1961)	41, 14, 13, 6, 2, 3, 1, 19, 20, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 42, 86, 87, 74, 79, 84, 83, 49, 48, 51, 52	27	3.0
<i>Chrysiptera starcki</i> (Allen, 1973)	17, 9, 7, 6, 2	5	2.8
<i>Chrysiptera taupou</i> (Jordan & Seale, 1906)	40, 62, 58, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 11, 6, 2, 3, 4, 1, 18, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 51, 52	49	3.1
<i>Chrysiptera unimaculata</i> (Cuvier in C&V 1830)	62, 13, 12	3	2.7
<i>Dascyllus aruanus</i> (Linnaeus, 1758)	41, 40, 62, 60, 61, 14, 13, 12, 11, 2, 4, 1, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 45, 43, 42, 69, 32, 33, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 84, 49, 48, 51, 52	37	3.4
<i>Dascyllus flavicaudus</i> (Randall & Allen 1977)	41, 40, 61, 13, 7, 3, 1, 38, 37, 36, 43, 63, 42, 79	14	3.1
<i>Dascyllus reticulatus</i> (Richardson, 1846)	58, 60, 61, 2, 3, 1, 37, 65, 45, 63, 64, 42, 69, 33, 72, 80	16	3.1
<i>Dascyllus trimaculatus</i> (Rüppell, 1828)	60, 61, 17, 16, 11, 2, 3, 1, 36, 65, 63, 64, 42, 72, 74, 79, 52	17	2.5
<i>Dischistodus fasciatus</i>	16, 13, 12, 11, 2, 4, 29, 72, 74, 48	10	2.8
<i>Lepidozygus tapeinosoma</i> (Bleeker, 1856)	80, 84	2	4.0
<i>Neoglyphidodon nigroris</i> (Cuvier, 1830)	40, 7, 11, 10, 2, 19, 24, 37, 28, 42, 69, 29, 32, 34, 35, 85, 86, 87, 57, 73, 74, 80, 84, 83, 49, 48, 51	27	2.8
<i>Neoglyphidodon melas</i>	17, 26, 28, 43, 42, 69, 29, 32, 34, 86, 74	11	2.0
<i>Neopomacentrus azysron</i> (Bleeker, 1877)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 4, 1, 19, 20, 22, 24, 37, 36, 28, 63, 42, 29, 32, 33, 87, 56, 57, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 51, 52	44	3.3
<i>Neopomacentrus bankieri</i> (Richardson, 1846)	28, 85, 86, 56, 48, 52	6	2.3
<i>Neopomacentrus nemurus</i> (Bleeker, 1857)	14	1	2.0
<i>Plectroglyphidodon flaviventris</i> (Allan & Randall 1974)	61	1	3.0
<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i> (Fowler & Ball, 1924)	62, 58, 59, 61, 17, 9, 7, 6, 37, 36, 63, 42, 69, 87, 79, 80	16	2.5
<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	40, 62, 58, 59, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 7, 11, 10, 6, 3, 19, 20, 38, 37, 63, 42, 69, 33, 73, 74, 79, 80, 83, 49	29	3.3
<i>Plectroglyphidodon leucozonus</i> (Bleeker, 1859)	14, 20	2	2.5
<i>Plectroglyphidodon phoenixensis</i>	58, 61	2	1.0

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Plectropglyphidodon dicki</i> (Liènard, 1839)	62, 58, 59, 61, 17, 9, 7, 10, 6, 3, 37, 26, 63, 64, 42, 33, 87, 80, 84, 49	20	3.1
<i>Pomacentrus amboinensis</i> (Bleeker, 1868)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 7, 11, 10, 1, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 33, 85, 86, 87, 56, 72, 73, 74, 84, 49, 48, 51, 52	46	3.1
<i>Pomacentrus aurifrons</i> (Allen, 2004)	41, 40, 4, 1, 20, 22, 24, 38, 37, 26, 28, 43, 42, 29, 32, 33, 35, 86, 87, 56, 49, 48, 51, 52	24	3.4
<i>Pomacentrus bankanensis</i> (Bleeker, 1853)	60, 61, 13, 9, 7, 6, 2, 3, 20, 22, 37, 36, 26, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 79, 84, 83, 49, 48, 51, 52	31	3.5
<i>Pomacentrus brachialis</i> (Cuvier, 1830)	61, 19, 37, 28, 83	5	2.0
<i>Pomacentrus chrysurus</i> (Cuvier, 1830)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 13, 6, 2, 3, 1, 18, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 63, 64, 42, 29, 33, 34, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 48, 51, 52	43	3.3
<i>Pomacentrus coelestis</i> (Jordan & Starks, 1901)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 16, 13, 12, 11, 10, 6, 2, 20, 24, 38, 37, 36, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 85, 87, 79, 83	29	2.7
<i>Pomacentrus grammorhynchus</i> (Fowler, 1918)	16, 12, 10, 36, 26, 28, 35	7	2.6
<i>Pomacentrus imitator</i> (Whitley, 1964)	62, 61, 17, 12	4	2.3
<i>Pomacentrus lepidogenys</i> (Fowler & Ball, 1928)	40, 62, 45, 73	4	2.8
<i>Pomacentrus molluccensis</i> (Bleeker, 1853)	41, 40, 17, 16, 13, 12, 9, 2, 4, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 33, 34, 35, 86, 87, 56, 57, 73, 74, 79, 84, 49, 48, 51, 52	43	3.1
<i>Pomacentrus pavo</i> (Bloch, 1787)	41, 40, 12, 11, 4, 37, 36, 28, 65, 42, 86, 87, 73, 74, 84, 49, 51, 52	18	2.9
<i>Pomacentrus philippinus</i> (Evermann & Seale, 1907)	19, 22, 24, 37, 26, 45	6	2.3
<i>Pomacentrus spilotoceps</i> (Randall, 2002)	59, 60, 16, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 3, 19, 20, 38, 28, 35, 86, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 48, 52	24	3.0
<i>Pomacentrus vaiuli</i> (Jordan & Seale, 1906)	41, 62, 60, 61, 17, 14, 16, 12, 9, 7, 10, 6, 2, 20, 38, 37, 36, 65, 69, 32, 33, 34, 85, 72, 73, 74, 84, 83, 49, 52	30	2.6
<i>Stegastes albifasciatus</i> (Schlegel & Müller, 1839)	3, 79	2	2.0
<i>Stegastes fasciolatus</i> (Ogilby, 1889)	40, 62, 58, 59, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 7, 11, 4, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 42, 69, 29, 33, 34, 35, 87, 57, 74, 49	33	3.8
<i>Stegastes gascoynei</i> (Whitley, 1964)	13	1	3.0
<i>Stegastes lividus</i> (Forster in Bloch & Schneider, 1801)	62, 61, 17, 14, 37, 74, 83	7	2.9
<i>Stegastes nigricans</i> (Lacepède, 1802)	40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 7, 11, 2, 45, 43, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 87, 56, 57, 72, 73, 74, 80, 49, 48, 51, 52	33	3.5
SPHYRAENIDAE			
<i>Sphyraena barracuda</i> (Walbaum, 1792)	58, 59, 9, 63, 56	5	1
<i>Sphyraena flavicauda</i> (Ruppell, 1838)	1, 79	2	2
<i>Sphyraena genie</i> (Klunzinger, 1870)	87	1	4

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
LABRIDAE			
<i>Anampses caeruleopunctatus</i> (Rüppell, 1829)	61, 9, 7, 1, 18, 37, 42, 29, 32, 79, 83	11	1.7
<i>Anampses femininus</i> (Randall, 1972)	16, 11, 10, 6, 63, 72	6	1.7
<i>Anampses geographicus</i> (Valenciennes, 1840)	6, 2, 1, 19, 38, 28, 45, 32, 74, 79, 83	11	1.6
<i>Anampses meleagrides</i> (Valenciennes, 1840)	11	1	2.0
<i>Anampses neoguinaicus</i> (Bleeker, 1878)	41, 40, 58, 59, 60, 61, 17, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 3, 1, 37, 65, 45, 63, 64, 42, 87, 73, 79, 80, 84, 83, 49	30	3.1
<i>Anampses twistii</i> (Bleeker, 1856)	59, 60, 6, 1, 38, 63, 79, 83	8	2.1
<i>Belonaperca chabanaudi</i> (Fowler & Bean, 1930)	1, 24, 69, 33	4	1.5
<i>Bodianus anthioides</i> (Bennett, 1831)	79	1	1.0
<i>Bodianus axillaris</i> (Bennett, 1831)	62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 12, 9, 11, 10, 3, 1, 37, 45, 43, 63, 69, 79, 80, 83	21	2.2
<i>Bodianus diana</i> (Lacepède, 1801)	11, 2, 24	3	1.7
<i>Bodianus loxozonus</i> (Snyder, 1908)	58, 59, 60, 17, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 3, 38, 65, 79, 80	15	2.3
<i>Bodianus perditio</i> (Quoy & Gaimard, 1834)	61, 6, 19, 24, 42, 32, 85, 86, 87, 73	10	1.7
<i>Cheilinus chlorourus</i> (Bloch, 1791)	41, 40, 7, 2, 4, 18, 22, 38, 36, 45, 43, 63, 42, 69, 33, 35, 85, 86, 72, 74, 80, 48, 51, 52	24	1.9
<i>Cheilinus fasciatus</i> (Bloch, 1791)	60, 3, 1, 24, 38, 37, 45, 69, 29, 32, 85, 86, 87, 49, 48, 52	16	1.9
<i>Cheilinus trilobatus</i> (Lacepède, 1801)	40, 58, 59, 60, 61, 17, 16, 13, 12, 9, 7, 10, 2, 18, 38, 37, 26, 45, 43, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 79, 80, 83, 49, 48, 52	36	2.3
<i>Cheilinus undulatus</i> (Rüppell, 1835)	Information not available		
<i>Cheilio inermis</i> (Forsskal, 1775)	72	1	2.0
<i>Choerodon fasciatus</i> (Gunther 1867)	38, 37, 36, 26	4	1.0
<i>Choerodon fasciatus</i> (Günther, 1867)	3	1	2.0
<i>Choerodon graphicus</i> (De Vis, 1885)	18, 19, 22, 24, 37, 45, 43, 42, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 56, 49, 51, 52	18	2.1
<i>Cirrhilabrus laboutei</i> (Randall & Lubbock, 1982)	72, 52	2	3.0
<i>Cirrhilabrus punctatus</i> (Randall & Kuiter, 1989)	59, 45, 63, 64	4	1.5
<i>Coris aygula</i> (Lacepède, 1801)	40, 61, 16, 10, 3, 1, 18, 24, 38, 63, 42, 69, 33, 72, 74, 83, 49, 48, 52	19	1.7
<i>Coris batuensis</i> (Bleeker, 1857)	41, 40, 62, 60, 61, 14, 16, 12, 11, 10, 4, 18, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 42, 69, 29, 34, 85, 86, 87, 56, 72, 73, 74, 84, 49, 48, 51, 52	38	3.0
<i>Coris dorsomacula</i> (Fowler, 1908)	72	1	2.0
<i>Coris gaimard</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	59, 17, 16, 12, 9, 11, 10, 6, 2, 3, 36, 63, 72, 80, 84, 83, 49, 52	18	2.2
<i>Coris pictoides</i> (Randall & Kuiter, 1982)	22, 65, 56, 74, 83, 48, 51, 52	8	2.1
<i>Cymolutes praetextatus</i> (Quoy & Gaimard, 1834)	14, 73	2	1.5
<i>Epibulus insidiator</i> (Pallas, 1770)	40, 59, 60, 61, 17, 9, 7, 11, 6, 3, 1, 38, 37, 36, 45, 63, 42, 87, 72, 73, 79, 80, 84, 83	24	2.3
<i>Gomphosus varius</i> (Lacepède, 1801)	62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 6, 3, 1, 18, 20, 22, 38, 37, 36, 45, 43, 42, 69, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 56, 57, 72, 74, 79, 80, 83, 49, 48, 51, 52	43	2.7
<i>Halichoeres argus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	45, 43, 63, 64, 32, 34, 35, 56, 57, 72, 83, 51	12	2.7
<i>Halichoeres biocellatus</i> (Schultz, 1960)	43	1	1.0

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Halichoeres chrysus</i> (Randall, 1981)	17, 12, 7, 10, 38, 64	6	2.2
<i>Halichoeres hortulanus</i> (Lacepède, 1801)	41, 40, 58, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 38, 37, 65, 43, 63, 64, 42, 69, 33, 85, 87, 56, 72, 73, 74, 79, 80, 83, 49, 48, 52	38	2.4
<i>Halichoeres margaritaceus</i> (Valenciennes, 1839)	61, 16, 13, 34, 73	5	2.6
<i>Halichoeres marginatus</i> (Rüppell, 1835)	41, 40, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 11, 37, 36, 26, 43, 63, 64, 42, 29, 32, 34, 73, 74, 52	22	2.6
<i>Halichoeres melanurus</i> (Bleeker, 1851)	85, 86, 87, 56, 57, 51	6	2.7
<i>Halichoeres ou natissimus</i> (Garrett, 1863)	41, 40, 58, 59, 60, 61, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 1, 20, 22, 38, 36, 65, 45, 63, 64, 29, 33, 34, 35, 85, 72, 73, 80, 83, 49, 51, 52	33	2.7
<i>Halichoeres prosopion</i> (Bleeker, 1853)	62, 59, 60, 61, 14, 6, 2, 3, 1, 38, 36, 63, 69, 87	14	2.4
<i>Halichoeres trimaculatus</i> (Quoy & Gaimard, 1834)	41, 40, 62, 61, 14, 16, 12, 11, 10, 2, 4, 18, 20, 22, 36, 28, 63, 42, 86, 87, 57, 72, 73, 84, 49, 48, 51, 52	28	3.0
<i>Halichoeres zeylonicus</i> (Bennett, 1823)	11, 80	2	2.5
<i>Hemigymnus fasciatus</i> (Bloch, 1792)	62, 58, 59, 60, 61, 17, 16, 9, 7, 6, 2, 1, 38, 37, 28, 45, 43, 42, 69, 87, 72, 74, 79, 80, 83	25	3.0
<i>Hemigymnus melapterus</i> (Bloch, 1791)	41, 40, 62, 60, 14, 16, 13, 9, 7, 11, 6, 2, 4, 1, 18, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 45, 43, 63, 42, 69, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 72, 73, 74, 84, 83, 49, 48, 51	42	2.8
<i>Hologymnosus annulatus</i> (Lacepède, 1801)	7, 6, 42, 80	4	1.8
<i>Hologymnosus doliatus</i> (Lacepède, 1801)	41, 16, 2, 85	4	1.5
<i>Iniistius aneitensis</i> (Gunther, 1862)	11, 87, 72	3	2.7
<i>Iniistius auropuntatus</i> (Randall et al 2002)	4	1	2.0
<i>Labrichthys unilineatus</i> (Guichenot, 1847)	38, 45, 43, 69, 33, 85, 87, 74, 79, 49, 48	11	2.0
<i>Labroides bicolor</i> (Fowler & Bean, 1928)	40, 61, 17, 16, 13, 12, 9, 7, 6, 3, 24, 38, 63, 69, 79, 80, 83	17	2.3
<i>Labroides dimidiatus</i> (Valenciennes, 1839)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 87, 57, 72, 73, 74, 80, 83, 49, 48, 51, 52	50	3.1
<i>Labroides pectoralis</i> (Randall & Springer, 1975)	58, 17	2	2.5
<i>Labroides rubrolabians</i> (Randall, 1958)	58, 9, 37, 69, 74, 79, 83	7	1.9
<i>Labropsis australis</i> (Randall, 1981)	61, 45, 43, 63, 42, 69, 33, 85, 86, 87, 73, 74, 79, 84, 83, 49, 48, 51, 52	19	2.1
<i>Labropsis xanthonota</i> (Randall, 1981)	59, 7, 11, 10, 2, 1, 87	7	1.9
<i>Macropharyngodon meleagris</i> (Valenciennes, 1839)	41, 16, 10, 29, 83	5	2.2
<i>Macropharyngodon negrosensis</i> (Herre, 1932)	84	1	2.0
<i>Novaculichthys taeniourus</i> (Lacepède, 1801)	42, 72, 49	3	1.7
<i>Oxycheilinus diagrammus</i> (Lacepède, 1801)	7, 38, 37, 36, 26, 42, 32, 33, 86, 87, 74, 84, 48, 52	14	2.1
<i>Oxycheilinus unifasciatus</i> (Streets, 1877)	59, 17, 9, 11, 38, 37, 36, 45, 43, 86, 72, 84, 49, 51, 52	15	2.0
<i>Pseudocheilinus evanidus</i> (Jordan & Evermann, 1903)	26, 45, 43, 63, 42, 29, 33, 35, 48, 51, 52	11	2.7
<i>Pseudocheilinus hexataenia</i> (Bleeker, 1857)	58, 59, 60, 61, 17, 9, 7, 6, 3, 37, 36, 26, 43, 42, 69, 33, 87, 74, 80, 83, 49, 48, 51, 52	24	3.0
<i>Pseudocheilinus octotaenia</i> (Jenkins, 1900)	60, 61, 2, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 28, 45, 43, 42, 33, 35, 85, 86, 87, 49	20	2.5
<i>Pseudocheilinus tetrataenia</i> (Schultz, 1960)	37, 64	2	2.0

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Pseudodax molluccanus</i> (Valenciennes, 1839)	16, 13	2	1.0
<i>Pteragogus cryptus</i> (Randall, 1981)	26, 32, 35, 73, 49, 51, 52	7	1.6
<i>Stethojulis bandanensis</i> (Bleeker, 1851)	41, 61, 16, 12, 11, 10, 6, 2, 38, 36, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 72, 73, 74, 80, 49	21	2.6
<i>Stethojulis notalis</i> (Randall, 2000)	72, 73, 84, 48	4	2.8
<i>Thalassoma amblycephalum</i> (Bleeker, 1856)	41, 40, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 37, 36, 26, 28, 45, 63, 64, 29, 32, 33, 35, 86, 87, 73, 84, 83, 49, 51, 52	27	2.6
<i>Thalassoma hardwicke</i> (Bennett, 1828)	41, 40, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 6, 2, 3, 4, 18, 19, 24, 38, 37, 36, 26, 65, 42, 69, 34, 35, 85, 86, 87, 72, 74, 80, 83	36	2.8
<i>Thalassoma janseni</i> (Bleeker, 1856)	41, 40, 58, 59, 60, 17, 14, 13, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 4, 18, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 63, 64, 42, 86, 73	30	3.5
<i>Thalassoma lunare</i> (Linnaeus, 1758)	41, 59, 61, 16, 13, 12, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 37, 36, 26, 28, 43, 63, 64, 42, 69, 29, 33, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 73, 74, 84, 49, 48, 51, 52	44	3.6
<i>Thalassoma lutescens</i> (Lay & Bennett, 1839)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 13, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 36, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 74, 79, 80, 83, 49, 51	45	3.3
<i>Thalassoma purpureum</i> (Foskill, 1775)	14, 9, 7, 2, 37, 64, 80	7	2.6
<i>Thalassoma quinquevittatum</i> (Lay & Beennett, 1839)	59, 6, 37, 32, 85, 83	6	1.8
<i>Thalassoma trilobatum</i> (Lacepède, 1801)	42, 84	2	2.5
SCARIDAE			
<i>Bolbometopon muricatum</i> (Valenciennes, 1840)	Information not available		
<i>Cetoscarus ocellatus</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1840)	58, 17, 16, 12, 7, 2, 3, 63, 69, 74, 80, 83	12	1.9
<i>Chlorurus microrhinos</i> (Bleeker, 1854)	41, 40, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 6, 3, 19, 24, 38, 37, 26, 28, 65, 69, 29, 33, 85, 74, 79, 80, 84, 83, 48	33	2.2
<i>Chlorurus sordidus</i> (Forsskal, 1775)	40, 62, 58, 59, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 42, 69, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 79, 80, 84, 49, 48, 51, 52	51	2.9
<i>Chlorurus frontalis</i> (Valenciennes, 1840)	58, 9	2	3.0
<i>Hipposcarus longiceps</i> (Valenciennes, 1840)	41, 62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 12, 7, 10, 6, 3, 1, 18, 22, 24, 26, 63, 69, 85, 87, 74, 80, 83, 49, 48, 51, 52	30	2.4
<i>Scarus altipinnis</i> (Steindachner, 1879)	40, 62, 59, 60, 61, 14, 13, 12, 9, 7, 6, 24, 38, 37, 36, 26, 28, 63, 42, 69, 33, 85, 86, 74, 80, 83, 48, 51, 52	29	2.3
<i>Scarus chameleon</i> (Choat & Randall, 1986)	41, 62, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 12, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 38, 37, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 72, 73, 79, 80, 84, 83	30	2.3
<i>Scarus dimidiatus</i> (Bleeker, 1859)	9, 35, 85, 87, 79, 84, 83, 48, 51	9	2.0
<i>Scarus flavipectoralis</i> (Schultz, 1958)	37, 36, 43, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 86, 52	11	2.3
<i>Scarus frenatus</i> (Lacepède, 1802)	62, 58, 59, 17, 9, 7, 6, 3, 38, 37, 42, 69, 80, 84, 83, 52	16	2.4

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Scarus ghobban</i> (Forsskål, 1775)	41, 40, 60, 61, 13, 7, 10, 2, 1, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 37, 36, 28, 45, 43, 63, 42, 69, 29, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 73, 74, 84, 83, 48, 51, 52	39	2.5
<i>Scarus globiceps</i> (Valenciennes, 1840)	38, 37, 32, 35, 85, 86, 87, 72, 79, 80, 84, 83, 49, 52	14	2.0
<i>Scarus niger</i> (Forsskål, 1775)	84, 83, 49	3	2.0
<i>Scarus oviceps</i> (Valenciennes, 1840)	9, 7, 37, 79	4	2.0
<i>Scarus psittacus</i> (Forsskål, 1775)	9, 7, 10, 2, 72, 73, 79, 80, 83	9	2.3
<i>Scarus rivulatus</i> (Valenciennes, 1840)	11, 10	2	2.0
<i>Scarus rubroviolaceus</i> (Bleeker, 1847)	58, 61, 43, 63, 64, 42, 32	7	1.9
<i>Scarus schlegeli</i> (Bleeker, 1861)	40, 62, 59, 60, 61, 16, 13, 11, 10, 6, 3, 18, 24, 38, 37, 36, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 52	39	3.3
<i>Scarus spinus</i> (Kner, 1868)	59, 17, 9, 11, 6, 3	6	2.2
PINGUIPEDIDAE			
<i>Parapercis australis</i> (Randall, 2003)	41, 40, 62, 12, 32, 33, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 84, 48, 51, 52	16	1.9
<i>Parapercis clathrata</i> (Ogilby, 1911)	41, 40, 62, 61, 14, 16, 13, 11, 10, 2, 1, 20, 37, 36, 28, 63, 33, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 84, 83, 48, 51	27	2.3
<i>Parapercis hexophthalma</i> (Cuvier, 1829)	40, 62, 16, 37, 42, 32, 72, 74	8	2.1
<i>Parapercis miilipunctata</i> (Günther, 1860)	41, 40, 59, 61, 14, 16, 13, 11, 10, 2, 1, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 63, 64, 69, 33, 86, 87, 73, 84	25	1.9
<i>Parapercis xanthozona</i> (Bleeker, 1849)	86, 72	2	2.5
<i>Saurida gracilis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	49	1	1
BLENNIIDAE			
<i>Aspidontus dussumieri</i> (Valenciennes in C&V 1836)	33	1	2.0
<i>Atrosalarias fuscus</i> (Rüppell, 1835)	62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 6, 2, 20, 22, 38, 37, 36, 42, 33, 35, 86, 87, 74, 80, 83, 49, 48, 52	30	1.5
<i>Blenniella chrysospilos</i> (Bleeker, 1857)	73	1	1.0
<i>Cirripectes polyzona</i> (Bleeker, 1868)	80	1	2.0
<i>Cirripectes stigmaticus</i> (Strasburg & Schultz, 1953)	59, 60, 17, 14, 16, 26, 87, 73	8	1.5
<i>Ecsenius bicolor</i> (Day, 1888)	41, 61, 13, 9, 11, 10, 2, 3, 1, 37, 36, 43, 63, 69, 29, 32, 33, 34, 85, 86, 56, 73, 79, 84, 83, 49, 48, 51	28	2.0
<i>Ecsenius isos</i> (McKinney & Springer, 1976)	42	1	1.0
<i>Ecsenius fourmanoiri</i> (Springer, 1972)	63, 79	2	2.0
<i>Meiacanthus atrodorsalis</i> (Günther, 1877)	58, 61, 65	3	2.0
<i>Meiacanthus ditrema</i> (Smith-Vaniz, 1976)	69, 33	2	2.5
<i>Meiacanthus phaeus</i> (Smith-Vaniz, 1976)	73, 74, 83	3	1.0
<i>Plagiotremus laudandus</i> (Whitley, 1961)	36, 63, 87, 79, 52	5	2.0
<i>Plagiotremus rhinorhynchus</i> (Bleeker, 1852)	41, 16, 2, 1, 38, 45, 43, 42, 33, 85, 86, 87, 79, 80, 84, 83, 49, 51, 52	19	1.7
<i>Plagiotremus tapeinosoma</i> (Bleeker, 1857)	40, 58, 59, 17, 16, 9, 7, 6, 2, 22, 24, 36, 26, 43, 64, 42, 69, 32, 33, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 83, 49, 48, 51, 52	30	1.8
<i>Salarias fasciatus</i> (Bloch, 1786)	73, 74	2	1.0
GOBIESOCIDAE			
<i>Diademichthys lineatus</i> (Sauvage, 1883)	45, 86, 74, 48, 52	5	1.6

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
CALLIONYMIDAE			
<i>Diplogrammus goramensis</i> (Bleeker, 1858)	73, 74	2	1
<i>Synchiropus splendidus</i> (Herre, 1927)	28, 48	2	1
GOBIIDAE			
<i>Amblyeleotris fasciata</i> (Herre, 1953)	16, 85, 86, 87	4	1.3
<i>Amblyeleotris novacaledonia</i> (Goren, 1981)	62, 12, 11, 1, 19, 22, 28, 45, 63, 42, 85, 87, 56, 74, 84, 49	16	1.9
<i>Amblyeleotris periophthalma</i> (Bleeker, 1853)	3, 29, 52	3	1.7
<i>Amblyeleotris rubrimarginata</i> (Mohlmann & Randall, 2002)	40, 16, 12, 11, 85, 87, 74, 84, 49, 52	10	2.0
<i>Amblyeleotris stenotaeniata</i> (Randall 2004)	85, 86, 87	3	1.0
<i>Amblygobius decussatus</i> (Bleeker, 1855)	13, 86, 56, 51	4	1.8
<i>Amblygobius nocturnus</i> (Herre, 1945)	29, 56, 51	3	1.7
<i>Amblygobius phalaena</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1837)	40, 62, 14, 13, 12, 11, 6, 3, 1, 18, 20, 38, 36, 45, 43, 42, 85, 86, 87, 72, 73, 74, 84, 49, 48, 51	26	2.0
<i>Asterropteryx semipunctata</i> (Ruppel, 1830)	86, 48, 51	3	1.3
<i>Asterropteryx striatus</i> (Allen & Munday, 1995)	18, 28, 32, 85, 86, 87, 56, 73, 48, 52	10	2.2
<i>Bryanipops</i> sp.	87	1	1.0
<i>Cryptocentrus fasciatus</i> (Playfair in Playfair & Gunthur, 1867)	22	1	1.0
<i>Cryptocentrus strigiliceps</i> (Jordan & Seale, 1906)	28	1	2.0
<i>Ctenogobiops aurocingulus</i> (Herre, 1935)	12	1	2.0
<i>Ctenogobiops feroculus</i> (Lubbock & polunin, 1977)	61, 16, 12, 11, 1, 20, 36, 26, 43, 63, 69, 86	12	1.8
<i>Ctenogobiops pomastictus</i> (Lubbock & Polunin, 1977)	41, 40, 61, 1, 19, 36, 63, 84, 49, 51, 52	11	1.7
<i>Eviota prasites</i> (Jordan & Seale, 1906)	87, 73, 52	3	1.7
<i>Exyrias bellissimus</i> (Smith, 1959)	20, 38, 42, 85, 86, 87, 56, 57, 73, 84, 49, 51	12	1.7
<i>Gnatholepis anjerensis</i> (Bleeker, 1851)	73, 74, 84	3	1.7
<i>Gnatholepis cauerensis</i> (Bleeker, 1853)	84, 49, 51	3	1.7
<i>Gobiodon citrinus</i> (Rüppell, 1838)	51	1	2.0
<i>Istigobius decoratus</i> (Herre, 1927)	41, 40, 13, 42, 29, 32, 33, 34, 35, 86, 87, 57, 72, 73, 74, 84, 49, 52	18	1.9
<i>Istigobius rigilius</i> (Herre, 1953)	87, 84	2	1.0
<i>Koumansetta rainfordi</i> , (Whitley 1940)	87, 56, 73, 49, 48	5	1.4
<i>Oxyurichthys papuensis</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1837)	56, 72	2	1.5
<i>Stonogobiops yasha</i> (Yoshino & Shimada, 2001)	56	1	1.0
<i>Tomiyamichthys oni</i> (refer Allen 2005)	49	1	1.0
<i>Trimma okinawae</i> (Aoyagi, 1949)	84	1	2.0
<i>Valenciennesa longipinnis</i> (Lay & Bennett, 1839)	72, 49, 51	3	1.7
<i>Valenciennesa puellaris</i> (Tomiyama, 1956)	16	1	2.0
<i>Valenciennesa strigata</i> (Broussonet, 1782)	16, 11, 10, 2, 65, 63	6	2.0
MICRODESMIDAE			
<i>Gunnellichthys monostigma</i> (Smith, 1958)	69, 85, 72, 49	4	2.3
PTERELEOTRIDAE			
<i>Nemateleotris magnifica</i> (Fowler, 1938)	61, 7, 10, 6, 1, 37, 65, 64, 80	9	2.1

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Ptereleotris evides</i> (Jordan & Hubbs, 1925)	41, 40, 58, 59, 17, 14, 16, 11, 10, 37, 36, 63, 64, 42, 74, 79, 84	17	1.9
<i>Ptereleotris hanae</i> (Jordan & Snyder, 1901)	85	1	1
<i>Ptereleotris heteroptera</i> (Bleeker, 1855)	73	1	2
<i>Ptereleotris microlepis</i> (Bleeker, 1856)	41, 40, 14, 16, 1, 19, 20, 65, 42, 32, 85, 86, 87, 73, 49, 52	16	1.9
Acanthuridae			
<i>Acanthurus albipectoralis</i> (Allen & Ayling, 1987)	58, 59, 17, 14, 16, 7, 11, 63, 64, 42, 29, 32, 80, 83, 52	15	2.5
<i>Acanthurus blochii</i> (Valenciennes, 1835)	41, 40, 62, 58, 61, 17, 16, 13, 10, 2, 1, 18, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 73, 74, 84, 83, 49, 51, 52	41	2.7
<i>Acanthurus dussumieri</i> (Valenciennes, 1835)	62, 10, 2, 3, 18, 22, 38, 80	8	2.5
<i>Acanthurus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	59, 60, 61, 17, 9, 7, 10, 36, 26, 45, 42, 86, 87, 80	14	2.5
<i>Acanthurus mata</i> (Cuvier, 1829)	65, 80, 83	3	2.7
<i>Acanthurus nigroris</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1835)	58, 13, 7, 11, 10, 2, 18, 19, 38, 37, 63, 64, 33, 35, 85, 86	16	2.4
<i>Acanthurus nigricans</i> (Linnaeus, 1758)	9	1	3
<i>Acanthurus nigrocauda</i> (Duncker & Mohr, 1929)	6	1	3
<i>Acanthurus nigrofusus</i> (Forsskål, 1775)	41, 40, 62, 58, 59, 61, 17, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 2, 3, 1, 18, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 69, 32, 33, 34, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 72, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 51, 52	55	3.7
<i>Acanthurus olivaceus</i> (Forster, 1801)	60, 16, 10, 2, 65, 72, 80, 83	8	2.3
<i>Acanthurus pyroferus</i> (Kittlitz, 1834)	59, 60, 17, 12, 9, 7, 11, 6, 3, 65, 69, 79, 80, 84, 83	15	2.1
<i>Acanthurus thompsoni</i> (Fowler, 1923)	41, 40, 60, 61, 9, 6, 20, 37, 36, 63, 79, 80, 49, 48, 52	15	2.3
<i>Acanthurus triostegus</i> (Linnaeus, 1758)	2, 4, 18, 42, 85	5	2.2
<i>Acanthurus xanthopterus</i> (Valenciennes, 1835)	60, 65, 63, 85, 83, 48, 52	7	2.1
<i>Ctenochaetus binotatus</i> (Randall, 1955)	41, 6, 2, 19, 20, 37, 36, 26, 28, 63, 64, 32, 34, 79, 80, 84, 83, 51	18	2.6
<i>Ctenochaetus marginatus</i>	59	1	3
<i>Ctenochaetus striatus</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	62, 58, 59, 60, 61, 17, 13, 9, 7, 11, 6, 19, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 69, 32, 33, 35, 85, 56, 57, 74, 79, 84, 49, 51, 52	36	2.8
<i>Naso annulatus</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	60, 14, 74	3	2.3
<i>Naso brachycentron</i> (Valenciennes, 1835)	41, 58, 17, 14, 13, 12, 7, 11, 37, 63	10	2.3
<i>Naso brevirostris</i> (Valenciennes, 1835)	40, 58, 17, 9, 7, 6, 3, 1, 20, 37, 63, 64, 79, 80, 83, 49, 51	17	2.6
<i>Naso caesi</i> (Randall & Bell, 1992)	58, 9, 7, 80	4	2.8
<i>Naso lituratus</i> (Forster, 1801)	58, 61, 17, 9, 7, 10, 6, 3, 37, 28, 63, 64, 79, 80, 83	15	2.5
<i>Naso tonganus</i> (Valenciennes, 1835)	62, 58, 59, 16, 7, 6, 2, 3, 64, 69	10	2.5
<i>Naso unicornis</i> (Forsskål, 1775)	62, 58, 59, 60, 61, 17, 14, 16, 12, 9, 7, 11, 10, 6, 3, 1, 36, 26, 65, 43, 63, 64, 42, 69, 29, 32, 35, 85, 56, 72, 73, 74, 79, 84, 83, 49, 52	37	2.5
<i>Naso vlamingi</i> (Valenciennes, 1835)	60, 61, 16, 22	4	2.3
<i>Nasohexacanthus</i> (Bleeker, 1855)	60, 17, 9, 7, 6, 3, 38, 43, 86, 79, 80, 83	12	2.2
<i>Paracanthurus hepatus</i> (Linnaeus, 1766)	65, 64, 83	3	2.7

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Zebrasoma scopas</i> (Cuvier, 1829)	41, 40, 59, 60, 61, 14, 16, 13, 12, 7, 11, 6, 2, 3, 1, 18, 19, 38, 37, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 42, 69, 32, 33, 85, 86, 87, 73, 74, 79, 80, 84, 83, 49, 48, 51, 52	43	2.7
<i>Zebrasoma veliferum</i> (Bloch, 1797)	41, 40, 62, 59, 60, 14, 16, 13, 12, 9, 11, 6, 2, 4, 1, 18, 20, 22, 38, 37, 36, 26, 43, 42, 69, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 56, 57, 73, 74, 79, 80, 83, 49, 48, 51, 52	43	2.6
EPHIPPIDAE			
<i>Platex orbicularis</i>	17, 9, 6, 64, 85, 79, 80, 52	8	1.8
ZANCLIDAE			
<i>Zanclus cornutus</i> (Linnaeus, 1758)	40, 58, 59, 17, 12, 9, 10, 6, 2, 3, 1, 19, 24, 38, 37, 36, 26, 42, 69, 33, 85, 87, 74, 80, 84, 83, 49, 48, 52	29	2
SIGANIDAE			
<i>Siganus argenteus</i> Quoy & Gaimard, 1825)	35, 73	2	2
<i>Siganus corallinus</i> (Valenciennes, 1835)	59, 60, 17, 9, 65, 45, 43, 64, 42, 79, 80, 84	12	2
<i>Siganus doliatus</i> (Cuvier, 1830)	40, 62, 61, 13, 12, 7, 2, 3, 4, 1, 18, 19, 22, 24, 38, 37, 36, 28, 45, 43, 42, 69, 29, 32, 33, 35, 85, 86, 87, 56, 74, 83, 49, 48, 51, 52	36	2.7
<i>Siganus fuscescens</i> (Houttuyn, 1782)	41, 4, 29	3	2
<i>Siganus lineatus</i> (Valenciennes in C&V 1835)	29, 87, 57	3	3
<i>Siganus puellus</i> (Schlegel, 1852)	17, 2, 4, 19, 45, 43, 42, 29, 85, 83, 49, 48, 52	13	2.1
<i>Siganus punctatus</i>	40, 59, 60, 17, 13, 12, 7, 3, 19, 38, 36, 28, 43, 42, 29, 32, 33, 35, 56, 74, 80, 51	22	1.7
<i>Siganus spinus</i> (Linnaeus, 1758)	41, 4, 38, 37, 43, 63, 64, 42, 29, 72	10	2
<i>Siganus vulpinus</i>	4, 22, 24, 45, 87	5	1.6
SCOMBRIDAE			
<i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849)	7	1	1
<i>Gymnosarda unicolor</i> (Rüppell, 1838)	60, 65, 79, 80	4	1.3
<i>Grammatorynus bilineatus</i> (Rüppell, 1836)	42	1	2
<i>Rastrelliger kanagurta</i> (Cuvier, 1829)	32	1	4
<i>Scomberomorus commerson</i> (Lacepède, 1800)	40, 58, 17, 9, 11, 1, 28, 85, 87, 80, 84, 83, 51	13	1.4
BOTHIDAE			
<i>Bothus pantherinus</i> (Rüppell, 1830)	1	1	1
BALISTIDAE			
<i>Balistapus undulatus</i> (Park, 1797)	58, 17, 9, 10, 1	5	1.2
<i>Balistoides conspicillum</i> (Bloch & Schneider, 1801)	58, 59, 17, 16, 9, 7, 65, 63, 64	9	1.2
<i>Balistoides viridescens</i> (Bloch & Schneider, 1801)	10, 6, 1, 19, 22, 26, 64, 32, 85, 86, 80, 51	12	1
<i>Melichthys niger</i> (Bloch, 1786)	62, 16, 64	3	1
<i>Melichthys vidua</i> (Solander, 1844)	58, 9, 6, 1	4	2
<i>Odonus niger</i> (Rüppell, 1837)	10, 6, 65, 33, 85, 72	6	1.2
<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i> (Rüppell, 1829)	60, 61, 17, 7	4	1.8
<i>Pseudobalistes fuscus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2, 3, 65, 45, 43, 73, 52	7	2
<i>Rhinecanthus aculeatus</i> (Linnaeus, 1758)	41, 16, 13, 4, 18, 20, 22, 28, 86, 72, 73, 51, 52	13	1.7
<i>Rhinecanthus verrucosus</i> (Linnaeus, 1758)	65	1	2
<i>Sufflamen bursa</i> (Bloch & Schneider, 1801)	58, 59, 60, 17, 9, 10, 6, 36, 65, 64, 79, 80, 83, 52	14	1.8

Species / Espèces	List of Sites Species Present	No. Sites Present	Mean Abundance
<i>Sufflamen chrysopterus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	41, 40, 62, 61, 16, 9, 11, 10, 2, 1, 18, 20, 38, 36, 26, 28, 65, 45, 43, 63, 64, 42, 33, 87, 72, 74, 84, 51, 52	29	2.4
<i>Sufflamen fraenatum</i> (Latreille, 1804)	43	1	2
MONOCANTHIDAE			
<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	58, 9, 63, 74	4	1.3
<i>Amanses scopa</i> (Cuvier, 1829)	58, 7	2	1.5
<i>Cantherines dunerilii</i> (Hollard, 1854)	9, 7, 65, 63	4	2
<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	58, 16, 12, 7, 43, 64, 42, 69, 33, 87, 72, 79, 80	13	1.8
<i>Pervagor alternans</i> (Ogilby, 1899)	60	1	1
<i>Pervagor janthinossoma</i> (Bleeker, 1854)	9, 63	2	1.5
OSTRACIIDAE			
<i>Ostracion cubicus</i> (Linnaeus, 1758)	40, 62, 14, 13, 7, 3, 1, 37, 43, 42, 49, 48, 52	13	1.5
<i>Ostracion meleagris</i> (Shaw, 1796)	60, 11, 6, 20, 65, 42, 85, 79	8	1.4
TETRAODONTIDAE			
<i>Arothron nigropunctatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	59, 1, 79	3	1
<i>Arothron mappa</i> (Lesson, 1830)	36	1	1
<i>Canthigaster valentini</i> (Bleeker, 1853)	41, 62, 59, 60, 61, 14, 16, 13, 12, 9, 7, 11, 6, 2, 3, 1, 18, 19, 20, 22, 38, 28, 65, 45, 63, 69, 32, 85, 86, 87, 72, 79, 80, 84, 83, 48, 52	37	2.2
DIODONTIDAE			
<i>Diodon hystrix</i> (Linnaeus, 1758)	40, 59, 60, 17, 16, 10, 6, 38, 65, 87, 73, 84, 83, 52	14	1

Appendix 3/Annexe 3

List of invertebrate species

Liste des espèces d'invertébrées

Caroline Vieux

Where two transects were sampled on one site: s = shallow for depth of 2–3 m and d = deep for depth of 10 m.

Lorsque deux transects ont été échantillonnés sur un même site : s = peu profond pour une profondeur de 2–3 m et d = profond pour une profondeur de 10 m.

Annex 3.a. Sea cucumber and mollusks species observed by site number along transect.

Annexe 3.a. Espèces de concombres de mer et de mollusques observées par numéro de site le long d'un transect.

Species/Espèces	Sites
Sea Cucumbers / Concombres De Mer	
<i>Actinopyga mauritiana</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Actinopyga palauensis</i>	42, 69, 83d, 84
<i>Bobadschia argus</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Bobadschia vitiensis</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Holothuria atra</i>	33, 34, 45, 51s, 51d, 56, 73, 79
<i>Holothuria edulis</i>	34, 42, 43, 48d, 51d, 52d, 52s, 85d
<i>Holothuria coluber</i>	34, 43
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Holothuria nobilis</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Pearsonothuria graffeii</i>	79, 83d
<i>Stichopus chloronotus</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Stichopus hermanni</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Thelenota ananas</i>	Information not available / Information non disponible
Molluscs / Mollusques	
<i>Tridacna crocea</i>	29, 30, 31, 32, 33, 48s, 51s, 52s, 56, 57, 73, 86, 87s
<i>Tridacna maxima</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Tridacna squamosa</i>	Information not available / Information non disponible
<i>Trochus niloticus</i>	Information not available / Information non disponible

d = deep with depth of 10m

s = shallow with depth of 2–3m

Annex 3.b. Size of sea cucumbers required for collection according to Province Nord regulations.

Annexe 3.b. Taille minimale pour la collecte des concombres de mer selon la réglementation de la province Nord.

Species/Espèces	Live size (cm) / Taille de l'animal vivant (cm)
<i>Actinopyga mauritiana</i>	25
<i>Actinopyga miliaris</i>	25
<i>Holothuria fuscogilva</i>	35
<i>Holothuria nobilis</i>	30
<i>Holothuria scabra</i>	20
<i>Holothuria scabra versicolor</i>	30
<i>Stichopus hermanni</i>	35
<i>Thelenota ananas</i>	45

Annex 3.c. Other invertebrate species of interest observed by site number along transects.

Annexe 3.b. Autres espèces d'invertébrés intéressantes observées par numéro de site le long de transects.

Species/Espèces	SITES
<i>Lambis truncata</i> (Mollusk)	43, 73, 52s
<i>Turbo setosus</i> (Mollusk)	42, 80, 83s, 73
<i>Diadema</i> sp. (Urchin)	29, 85s, 86, 87s, 87d
<i>Pinctada margaritifera</i> (Mollusk)	86s, 74, 84
<i>Acanthaster planci</i> (Starfish)	79, 83s, 48d
<i>Cypraea tigris</i> (Mollusk)	49, 48s, 51d

Appendix 4/Annexe 4

Mean percent benthic cover for reef sites surveyed in the northwest lagoon (Yandé to Koumac)

Recouvrement benthique moyen (exprimé en pourcentage) des différents sites récifaux étudiées dans le lagon Nord-ouest (Yandé à Koumac)

The number of 20m transects surveyed (n) along each 100m transect at depth (shallow < 6m, medium 6–10m and deep 12m plus), biota/substrata were categorized as: Hard Coral (HC), Soft Coral (SC), Deal Coral (DC), Sponge (SP), Macro Algae (MA), Turf Algae (TA), Calcareous Algae (CA), Rubble (RB), Sand (SD). Other category represents invertebrates such as echinoderms, tunicates, etc. Percent mean is given with standard error below in parentheses.

Le nombre (n) de tronçons de 20m examinés sur chaque transect de 100 m d'une profondeur donnée (peu profond, < 6m ; moyen, entre 6 et 10m et profond > 12 m), biotes et substrats ont été classés selon les catégories suivantes : corail dur (HC), corail mou (SC), corail mort (DC) éponge (PS), macro algues (MA), algues gazonnantes (TA), algues calcaires (CA), fonds rocheux (RB), sable (SD). La catégorie autre représente des invertébrés tels que des échinodermes, des tuniciers etc. Le pourcentage moyen est donné avec son erreur type entre parenthèses.

site	n	depth	HC	SC	DC	SP	MA	TA	CA	RB	SD	Other	Silt
1	4	medium	56.3 (10.7)	20	0	0.6 (0.6)	0	3.7 (3.0)	0.6 (0.6)	8.7 (2.6)	10 (6.8)	0	0
2	4	medium	52.5 (3.7)	0	0	5.0	0	15.6 (1.2)	5 (2.9)	8.1 (1.9)	13.7 (3.9)	0	0
3	4	medium	55 (4.0)	18.1 (4.2)	0	0	0	12.5 (2.0)	11.9 (2.6)	2.5 (2.5)	0	0	0
3	4	deep	38.8 (2.6)	8 (3.6)	0	0.6 (0.6)	0	18.1 (0.6)	6.2 (3.3)	16.9 (1.6)	10 (1.8)	1.2 (0.7)	0
6	3	medium	35.8 (6.5)	5.8 (2.2)	0	0	0	32.5 (3.8)	23.3 (6.0)	0	0.8 (0.8)	1.7 (1.7)	0
6	3	deep	46.9 (4.3)	3.7 (0.7)	0	1.2 (0.7)	0	32.5 (3.2)	6.2 (2.2)	5.6 (1.2)	3.7 (0.7)	0	0
7	4	deep	55.6 (5.0)	16.2 (4.4)	0	0	1.9 (1.2)	8.1 (2.1)	18 (5.4)	0	0	0	0
7	4	medium	61.2 (0.7)	12.5 (1.0)	0	0	0	13 (2.6)	13 (1.9)	0	0	0	0
9	3	deep	46.9 (6.2)	26.9 (5.3)	0	0	1.9 (1.2)	8.1 (3.1)	16.2 (3.3)	0	0	0	0
9	4	medium	69.4 (3.6)	8.7 (3.0)	0	0	0	0.6 (0.6)	20.6 (4.0)	0	0	0.6 (0.6)	0
10	3	deep	14.2 (3.6)	35 (7.6)	0	5 (2.9)	0	24.2 (9.6)	1.7 (1.7)	0.8 (0.8)	19.2 (0.8)	0	0
11	4	shallow	15.6 (2.1)	3.1 (1.9)	0	4.4 (1.6)	2.5 (1.8)	30 (1.8)	16 (5.8)	1.2 (0.7)	25 (7.1)	1.9 (1.2)	0
12	3	shallow	34.2 (3.6)	0	0	0	0	22 (4.6)	20.8 (0.8)	9.2 (5.8)	14.2 (1.7)	0	0
13	4	medium	15.6 (2.8)	1.9 (1.2)	0	0	52 (9.7)	8.1 (3.6)	6.2 (2.4)	0.6 (0.6)	14.4 (5.3)	1.2 (1.2)	0

Mean percent benthic cover for reef sites surveyed in the northwest lagoon (Yandé to Koumac)
Recouvrement benthique moyen (exprimé en pourcentage) des différents sites récifaux étudiés dans le lagon Nord-ouest (Yandé à Koumac)

site	n	depth	HC	SC	DC	SP	MA	TA	CA	RB	SD	Other	Silt
14	3	medium	34.4 (2.8)	3.1 (2.4)	0	1.9 (1.9)	0	24.4 (4.1)	3.7 (1.2)	16.9 (5.9)	15 (2.9)	0.6 (0.6)	0
16	4	medium	15.6 (1.2)	2.5 (1.0)	0	1.9 (0.6)	0.6 (0.6)	36.9 (7.6)	11.9 (6.6)	17.5 (5.9)	12.5 (5.2)	0.6 (0.6)	0
17	4	deep	34.4 (3.6)	13.7 (3.3)	0	0	0.6 (0.6)	12.5 (1.0)	30 (4.4)	8.1 (0.6)	0.6 (0.6)	0	0
17	4	medium	63.1 (6.4)	6.9 (5.2)	0	0	0	4.4 (1.2)	25 (2.7)	0	0	0.6 (0.6)	0
18	4	shallow	53.8 (4.1)	0	0	0	10 (1.0)	3.7 (2.4)	5.6 (4.1)	18.7 (7.4)	8.1 (3.1)	0	0
19	4	medium	55 (5.1)	5.6 (3.3)	0	3.7 (3.0)	6.9 (2.1)	5.6 (1.2)	1.2 (1.2)	8.7 (1.6)	12.5 (2.7)	0.6 (0.6)	0
20	4	shallow	36.9 (7.7)	2.5 (1.8)	0	0.6 (0.6)	16.9 (7.4)	12.5 (5.1)	0	15 (2.3)	13.7 (5.5)	1.8 (1.2)	0
22	4	shallow	43.1 (8.9)	5.6 (4.8)	0	0.6 (0.6)	25 (3.1)	2.5 (2.5)	0	20.6 (6.6)	2.5 (1.4)	0	0
24	4	medium	85.6 (3.9)	0	0	0	0	6.9 (1.2)	0.6 (0.6)	5.6 (3.3)	1.2 (0.7)	0	0
26	4	medium	73.8 (4.8)	5 (2.7)	0	0.6 (0.6)	2.5 (1.4)	5.6 (3.3)	0.6 (0.6)	8.1 (2.8)	3.7 (0.7)	0	0
28	4	shallow	63.8 (10.5)	1.3 (0.7)	0	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	21.2 (7.4)	5 (2.7)	7.5 (4.8)	0	0	0
29	4	shallow	35.6 (5.0)	2.5 (2.5)	0	1.3 (1.3)	15 (5.4)	18.7 (4.8)	5.6 (3.6)	6.2 (3.9)	15 (3.7)	0	0
30	3	medium	47.5 (7.1)	0	0	1.9 (1.2)	11.2 (6.8)	17.5 (5.1)	3.7 (1.2)	10.6 (1.2)	5.6 (1.6)	1.9 (1.2)	0
31	4	shallow	46.9 (4.8)	0	0	1.9 (0.6)	0	22.5 (5.7)	1.2 (1.2)	15.6 (5.0)	0	0	11.9 (3.7)
32	4	shallow	20 (4.2)	15.6 (4.8)	0	1.9 (1.2)	1.9 (1.2)	15.6 (2.6)	3.7 (1.6)	19.4 (3.7)	0	0	21.9 (2.9)
33	4	medium	70 (8.7)	10.6 (4.1)	0	0	0	5.6 (1.2)	3.7 (2.2)	8.7 (2.2)	1.2 (1.2)	0	0
34	4	shallow	34.4 (11.3)	0.6 (0.6)	0	0	42.5 (7.6)	1.9 (0.6)	0	3.7 (0.7)	0	7.5 (5.9)	9.4 (3.3)
35	4	medium	34.4 (7.7)	17.5 (3.9)	0	1.9 (1.2)	0	17.5 (3.5)	0	10.6 (2.1)	17.5 (6.4)	0.6 (0.6)	0
36	4	medium	56.9 (4.1)	0	0	3.7 (1.2)	0	8.1 (3.3)	2.5 (1.0)	18 (2.1)	10.6 (5.7)	0	0
37	4	medium	75 (7.4)	4.4 (3.6)	0	0	0	5.0 (2.7)	0	10.6 (2.8)	5.0 (1.8)	0	0
38	4	medium	70.6 (3.3)	0	0	3.1 (1.9)	0	5.6 (2.8)	0	8.7 (2.4)	11.2 (0.7)	0.6 (0.6)	0
40	4	shallow	13.8 (3.1)	12.5 (2.7)	0	9.4 (2.4)	0	39.4 (7.2)	11.2 (5.2)	10 (5.8)	3.1 (1.6)	0.6 (0.6)	
41	4	medium	25.6 (2.8)	13.1 (2.9)	0	8.7 (2.6)	0	18.7 (6.9)	13.1 (8.4)	18.7 (4.6)	1.2 (0.7)	0.6 (0.6)	0
42	4	shallow	26.9 (2.4)	13.1 (5.7)	0	0	1.3 (0.7)	8.1 (4.1)	20 (3.7)	28 (2.8)	2.5 (1.4)	0	0
43	4	shallow	68.1 (8.6)	13.8 (3.6)	0	0	0	0.6 (0.6)	5.6 (1.2)	4.4 (3.6)	7.5 (7.5)	0	0
43	4	medium	81.9 (4.1)	0	0	0.6 (0.6)	0	7.5 (2.0)	1.2 (1.2)	5.6 (3.3)	2.5 (1.0)	0.6 (0.6)	0

site	n	depth	HC	SC	DC	SP	MA	TA	CA	RB	SD	Other	Silt
45	4	medium	68.1 (8.4)	0	0	0	0	8.1 (2.1)	0.6 (0.6)	16.2 (5.8)	6.9 (4.4)	0	0
47	4	shallow	51.9 (4.4)	0	1.2 (0.7)	1.3 (0.7)	0	7.5 (2.7)	4.4 (3.6)	30 (8.3)	3.7 (0.7)	0	0
48	4	shallow	47.5 (9.8)	0	0	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	15 (7.6)	3.1 (1.9)	28 (8.4)	5.0 (2.9)	0	0
48	4	medium	56.9 (6.4)	0	0.6 (0.6)	0	4.4 (0.6)	3.7 (2.2)	5.6 (2.1)	26.2 (7.4)	2.5 (1.8)	0	0
49	4	shallow	90.6 (3.9)	0	1.2 (0.7)	0	0	1.9 (1.2)	2.5 (1.0)	1.2 (0.7)	2.5 (1.8)	0	0
49	4	medium	67.5 (5.1)	0	0	1.2 (0.7)	0	5.6 (2.4)	1.9 (0.6)	10.6 (2.6)	12.5 (4.4)	0.6 (0.6)	0
51	4	medium	41.9 (6.8)	0	0	0	25 (7.9)	5.0 (3.4)	0.6 (0.6)	20.6 (5.3)	6.9 (2.8)	0	0
51	4	shallow	42.5 (9.6)	0	0	0	25.6 (3.7)	5.0 (1.8)	0.6 (0.6)	20.6 (6.2)	5.0 (2.3)	0.6 (0.6)	0
52	4	shallow	41.9 (3.1)	0	0.6 (0.6)	0	0	10.6 (2.4)	5.6 (2.4)	38.7 (5.3)	2.5 (1.8)	0	0
52	4	medium	16.9 (4.7)	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	1.2 (1.2)	0	7.5 (1.8)	3.1 (1.9)	58 (7.5)	11.9 (4.2)	0	0
56	8	shallow	43.4 (7.2)	0.9 (0.9)	1.6 (1.2)	3.4 (1.6)	0	22.2 (3.2)	3.4 (1.4)	6.2 (2.9)	0	0.6 (0.4)	18.1 (5.9)
57	4	shallow	56.9 (5.3)	0	1.9 (1.9)	1.2 (1.2)	1.2 (0.7)	14.4 (2.9)	1.2 (0.7)	2.5 (1.0)	0	0	20.6 (3.7)
58	4	medium	59.2 (5.5)	7.5 (3.8)	0	0	0	14.2 (3.0)	19.2 (2.2)	0	0	0	0
58	4	deep	54.4 (5.1)	13.7 (3.1)	0	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	11.2 (3.0)	18.7 (2.6)	0	0.6 (0.6)	0	0
59	4	medium	58.8 (9.8)	10 (4.3)	0	0	0	5.6 (2.1)	25.6 (7.7)	0	0	0	0
59	4	deep	48.8 (4.6)	6.2 (1.6)	0	0	0	15.6 (4.7)	28 (3.3)	0	0	1.2 (0.7)	0
60	3	medium	22.5 (5.0)	0.8 (0.8)	0	0.8 (0.8)	0	25 (8.0)	48.3 (4.6)	0	2.5 (1.4)	0	0
60	3	deep	35 (2.5)	0.8 (0.8)	0	5 (2.5)	0	38.3 (1.7)	15.8 (3.6)	0	5.0 (2.9)	0	0
61	4	shallow	53.1 (10.1)	0	0	0.6 (0.6)	0	15 (3.7)	16.9 (6.6)	0	14.4 (4.6)	0	0
62	3	shallow	25.8 (5.1)	2.5 (1.4)	0	0	0	14.2 (3.0)	32.5 (5.0)	9.2 (7.9)	15.8 (5.8)	0	0
63	4	shallow	30.6 (4.3)	18.1 (4.1)	0	5.0 (1.4)	0	6.9 (2.4)	8.1 (2.6)	10 (3.7)	21.2 (5.4)	0	0
63	4	medium	16.3 (2.4)	41.9 (9.4)	0	0.6 (0.6)	0	8.7 (3.3)	2.5 (1.4)	0.6 (0.6)	28 (5.7)	1.2 (0.7)	0
64	4	medium	16.9 (3.0)	13.1 (3.1)	0	8.1 (2.8)	0.6 (0.6)	33.7 (5.6)	22.5 (4.2)	1.2 (0.7)	0.6 (0.6)	3.1 (1.2)	0
65	4	deep	13.8 (3.3)	14.4 (1.6)	0	15.6 (2.6)	0	42.5 (9.0)	9.4 (3.6)	0	2.5 (1.0)	1.9 (1.9)	0
69	4	medium	25 (6.5)	0	0.6 (0.6)	0	0	22.5 (2.3)	2.5 (1.4)	28.1 (7.2)	21.2 (4.3)	0	0
72	4	shallow	5.6 (2.8)	0	0	0	0	2.5 (1.0)	7.5 (2.3)	0.6 (0.6)	10 (1.4)	1.9 (1.2)	0

site	n	depth	HC	SC	DC	SP	MA	TA	CA	RB	SD	Other	Silt
73	4	shallow	16.9 (3.1)	1.9 (1.9)	0	2.5 (1.8)	1.9 (1.2)	19.4 (2.8)	28.7 (3.1)	0.6 (0.6)	28.1 (3.6)	0	0
74	4	shallow	28.8 (5.5)	0	0.6 (0.6)	0	0.6 (0.6)	10.6 (3.3)	15 (2.7)	20.6 (4.8)	23.1 (3.1)	0.6 (0.6)	0
79	4	deep	33.8 (6.3)	0.6 (0.6)	0	0.6 (0.6)	2.5 (1.0)	33.1 (5.8)	23 (4.8)	5.6 (2.6)	0.6 (0.6)	0	0
79	4	medium	31.3 (4.1)	0.6 (0.6)	1.2 (1.2)	0	0	18.5 (5.8)	47.5 (8.3)	0.6 (0.6)	0	0	0
80	4	medium	62.5 (2.9)	4.4 (2.1)	0	0	0	4.4 (1.6)	28.7 (2.2)	0	0	0	0
80	4	deep	46.3 (2.2)	5.6 (1.6)	0	0	0	6.9 (1.9)	40 (1.8)	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	0	0
83	4	shallow	41.9 (3.4)	7.5 (4.5)	0	1.3 (0.7)	0	5.6 (1.2)	39.4 (6.5)	1.9 (1.2)	0.6 (0.6)	1.9 (0.6)	0
83	4	medium	21.9 (2.6)	6.2 (1.6)	0.6 (0.6)	3.7 (1.6)	0	20.6 (5.4)	36.2 (3.3)	3.1 (2.4)	3.7 (2.2)	3.7 (1.6)	0
84	4	shallow	47.5 (3.5)	0	0.6 (0.6)	16.2 (4.1)	0	2.5 (1.0)	23 (1.6)	8.1 (2.9)	1.9 (1.9)	0	0
84	4	medium	40 (2.7)	0	0	9.4 (1.9)	0	5.6	15 (3.9)	15 (1.8)	14.4 (3.6)	0.6 (0.6)	0
85	4	shallow	66.9 (3.7)	0	0	1.2 (0.7)	0	15 (2.0)	1.2 (0.7)	14.4 (2.6)	1.2 (1.2)	0	0
85	4	medium	56.3 (3.9)	0	0	3.1 (1.9)	0	13.7 (1.6)	1.9 (0.6)	17.5 (3.2)	7.5 (3.1)	0.6 (0.6)	0
86	4	shallow	66.9 (5.9)	2.5 (2.5)	0	2.5 (1.4)	0	10	0	15 (6.1)	0	0	3.1 (1.2)
86	4	medium	43.8 (6.5)	0	0	0	0	11.2 (3.0)	0	33.7 (9.3)	0	0	0
87	4	medium	62.5 (4.2)	0	0	1.2 (1.2)	0	4.4 (1.2)	13.1 (2.8)	13.7 (2.2)	4.4 (2.8)	0.6 (0.6)	11.2 (1.6)
87	4	deep	58.1 (5.7)	0	0	0	0	3.1 (1.6)	9.4 (2.1)	26.2 (4.8)	3.1 (1.2)	0	0

In memoriam



Henri Blaffart (22 juin 1965 – 21 mars 2008)

Henri Blaffart était ingénieur forestier, diplômé de la faculté des sciences agronomiques de Gembloux, en Belgique. Il y a plus de six ans, après plusieurs missions en Afrique, aux Samoa et en Papouasie Nouvelle-Guinée, il a posé ses bagages en Nouvelle-Calédonie pour diriger un projet de conservation de la réserve botanique du mont Panié. A son arrivée, il s'est installé à la tribu de Tiendanite afin d'être au plus près des gens avec lesquels il allait travailler.

Ce projet a pour objectif la conservation en cogestion de l'environnement naturel exceptionnel du massif du Panié. Durant six années Henri Blaffart a permis une meilleure connaissance de la biodiversité du site en commanditant et en participant, avec les meilleurs spécialistes mondiaux, à de nombreuses études scientifiques. Il a reconnu, ouvert, sécurisé et aménagé, avec l'aide précieuse de plusieurs habitants des tribus de Tiendanite, de Haut-Coulina et de Tao, un réseau complet de randonnées pédestres sur le mont Panié. Il a assuré la promotion de ces activités outdoor avec la conviction que l'écotourisme représentait une véritable solution aux questions de préservation du patrimoine naturel et de développement économique local. C'est pour cette raison qu'il a également organisé, la formation de plusieurs jeunes aux métiers de guide de randonnée naturaliste. Avec l'aide d'experts internationaux et des gens de la vallée, il a démontré que l'on pouvait contrôler, aux endroits stratégiques, les espèces introduites envahissantes comme les rats, les chats ou les cochons. Il a sans relâche démontré les effets dévastateurs des incendies de forêt sur les écosystèmes, jusqu'à offrir que l'équipe de foot locale porte ce message sur ses maillots. Précurseur, il avait, dès son arrivée, défendu la richesse du lagon néo-calédonien et l'importance d'intégrer sa protection dans le projet dont il s'occupait et avait ainsi organisé un inventaire du lagon du mont Panié, contribué à la mise en place d'aires marines protégées et lancé des projets de pépinières forestières capables, à terme, d'alimenter des projets de reboisement qui auraient limités l'érosion.

Mais au delà de ces résultats techniques exceptionnels, Henri Blaffart a surtout réussi à fédérer les énergies de la région du mont Panié. Il a ainsi créé une association regroupant les représentants coutumiers des différentes tribus du mont Panié et les individus motivés par la préservation de leur environnement naturel. Les membres fondateurs de cette association l'ont baptisée Dayu Biik, du nom local d'un Kaori de montagne, endémique au massif du Panié. Lui et l'association Dayu Biik ont, par leurs succès et leur ténacité, contribué au diagnostic de territoire de la commune de Hienghène et orienté les axes de développement de l'opération concertée de développement local qui a cours aujourd'hui et qui invitait Henri à rêver à la création d'un parc naturel du mont Panié.

Il s'était installé volontairement au plus proche des habitants de Hienghène et des tribus environnantes et avait tissé des liens forts avec nombre d'entre eux. La mobilisation de ceux-ci et toutes les autorités concernées lors des recherches qui ont suivi l'accident, ainsi que leurs témoignages de sympathie rappellent non seulement la qualité de son travail mais surtout son humanité et de sa générosité extraordinaires.

A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral Reefs of the Northwest Lagoon, between between Koumac and Yandé, Province Nord, New Caledonia

Evaluation rapide de la biodiversité marine des récifs coralliens du lagon Nord-ouest entre Koumac et Yandé, province Nord, Nouvelle-Calédonie

ENGLISH VERSION

Participants and Authors	5
Organizational Profiles	6
Acknowledgements	9
Executive Summary	10
Chapters	18
Map and Photos	145
Appendices	149

FRENCH VERSION

Coordonnées des auteurs	74
Présentation et coordonnées des organisations partenaires du projet	75
Remerciements	78
Résumé	79
Chapitres	88
Carte et photos	145
Annexes	149



Conservation International
2011 Crystal Dr., Suite 500
Arlington, VA 22202 USA

TELEPHONE: +1 703 341-2400

WEB: www.conservation.org

Conservation International –
Nouvelle-Calédonie
Bureau de Nouvelle-Calédonie
69, avenue Koenig - Rivière Salée
BP 3135
98846 Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie

TEL : 687 442322



ISBN 9781934151334



9 781934 151334

90000 >

