

L'industrie du tourisme : un incitatif à la préservation des écosystèmes coralliens

par

Anne-Sophie Bergeron

Essai présenté au Département de biologie
en vue de l'obtention du grade de maître en écologie internationale
(maîtrise en biologie incluant un cheminement de type cours en écologie internationale)

FACULTÉ DES SCIENCES
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, mai 2008

Sommaire

Depuis seulement quelques décennies, l'attention de la communauté internationale a été focalisée sur l'état de santé mondial des récifs de corail. Ces écosystèmes marins subissent en effet une dégradation continue et alarmante dans de nombreuses régions du monde. Ils sont devenus tellement fragilisés que leur survie à long terme en est préoccupante. Or, ces milieux constituent, avec les forêts tropicales, les écosystèmes les plus riches en termes de biodiversité et les plus productifs au monde. Outre cet intérêt écologique, les récifs coralliens jouent un rôle social, culturel et économique majeur pour de nombreux pays en développement et petites îles. Ces pays dépendent d'ailleurs presque entièrement de la survie de cette ressource. Par contre, depuis des siècles, les écosystèmes récifaux sont exposés à de nombreux stress anthropiques qui perturbent l'équilibre du milieu. Les récifs de corail sont négativement affectés par les mêmes activités économiques qu'ils soutiennent telles que les activités récréatives, l'aquariophilie et le tourisme.

Par conséquent, la pérennité des récifs de corail repose principalement sur l'établissement de stratégies de conservation. L'une des questions primordiales concerne surtout les moyens à mettre en œuvre pour préserver ces écosystèmes marins cruciaux pour des millions de personnes. Ainsi, le développement de divers outils, basée sur la sensibilisation environnementale, doit permettre une meilleure protection de la ressource et une gestion efficace de cet écosystème. L'équilibre entre l'exploitation raisonnée du milieu, la protection du patrimoine culturel et le développement économique durable doit alors être atteint. Pour ce faire, l'industrie du tourisme, secteur en pleine croissance, peut jouer un rôle incitatif dans la conservation de ce milieu fragile.

Malgré que les récifs de corail soient sans aucun doute une attraction majeure pour le tourisme, le développement de cette industrie est bien sûr paradoxal. En effet, l'industrie

touristique a la capacité de nuire à son propre développement à travers la détérioration des ressources dont elle dépend. Par contre, comme les touristes veulent profiter d'un milieu sain, cette industrie peut être abordée en tant qu'incitatif majeur à la conservation des ressources et à un meilleur encadrement de certaines activités. Étant un levier économique important, les gouvernements et les communautés locales sont également plus enclins à maintenir à long terme les activités touristiques et bien sûr les revenus engendrés par l'établissement de diverses mesures de protection. Ainsi, plusieurs alternatives au tourisme de masse prennent de l'ampleur telles que le tourisme équitable et durable. Cette industrie a d'ailleurs plusieurs influences positives telles que la valorisation d'un échange culturel des plus enrichissants et la possibilité d'atténuer l'exploitation abusive des ressources en offrant différents emplois alternatifs. Toutefois, pour que l'industrie du tourisme puisse susciter efficacement la conservation des écosystèmes récifaux, une coopération entre les communautés et les gouvernements locaux est indispensable. De cette manière, les initiatives établies permettront alors réellement aux générations futures de bénéficier des avantages uniques qu'offre ce patrimoine mondial naturel.

Remerciements

C'est avec un immense plaisir que je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cet essai. En premier lieu, je voudrais exprimer mes remerciements les plus sincères à ma superviseuse d'essai, Madame Julie Leduc, avec qui j'ai eu le plaisir de travailler. Ses judicieux conseils, sa disponibilité, son encouragement, son aide constante, ses suggestions pertinentes et ses relectures assidues m'ont énormément aidée à la réalisation de ce travail.

Je voudrais remercier Catherine, Julie, Magali, Marie-Michèle, Marie-Pier, Maya, Patricia et Véronique pour leur aide, leur encouragement et toute leur bonne humeur. Merci également à Anne et Julie L. qui m'ont permis de me changer les idées en dansant sur des rythmes latins et ainsi de redoubler d'ardeur dans la rédaction de cet essai. Eu quero dizer um imenso obrigado a minha amiga Gislaíny que esta sempre ao meu lado para me encorajar e que embeleza minha vida. A amizade não tem fronteiras nem distâncias; é um sentimento puro que conecta duas almas.

Je tiens également à remercier ma famille pour leur aide à tous les niveaux. Je remercie particulièrement Alain qui a toujours été une source d'inspiration pour moi ainsi que Céline de m'avoir permis d'écrire ce travail avec entrain dans une ambiance plus rythmée! Merci à mon père, Michel, pour m'avoir transmis sa passion.

Finalement, j'aimerais remercier ma mère, Nicole, et ma sœur, Marie-Soleil, qui m'ont toujours encouragée et soutenue dans la réalisation de tous mes projets. Merci d'avoir su répondre à mes questions, inquiétudes et doutes. Merci pour votre confiance perpétuelle et votre tendre soutien. Si, aujourd'hui, je suis rendue où je suis, c'est grâce à vous deux. Vous êtes des femmes exceptionnelles et des modèles de réussite.

Table des matières

SOMMAIRE.....	i
REMERCIEMENTS	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES SIGLES, DES SYMBOLES ET DES ACRONYMES.....	viii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 – L’IMPORTANCE DES RÉCIFS CORALLIENS.....	3
1.1 Les considérations environnementales	3
1.2 Les considérations sociales.....	4
1.3 Les considérations économiques	5
CHAPITRE 2 – LES SOURCES DE STRESS POUR LES RÉCIFS CORALLIENS.....	8
2.1 La plongée	9
2.1.1 La problématique.....	10
2.1.2 Pourquoi faut-il s’en préoccuper?.....	12
2.1.2.1 La perturbation des habitats des fonds marins	12
2.1.2.2 L’érosion du mucus	14
2.1.2.3 D’autres impacts	14
2.2 L’aquariophilie	15
2.2.1 La problématique.....	15
2.2.2 Pourquoi faut-il s’en préoccuper?.....	17
2.2.2.1 Le manque de contrôle	17

2.2.2.2	La surexploitation des espèces ornementales	18
2.2.2.3	La sélectivité des aquariophiles.....	19
2.2.2.4	Les méthodes de pêches destructives	20
2.2.2.5	La mortalité élevée lors du transport	22
2.3	L'exemple du poisson-clown (<i>Amphiprion ocellaris</i>).....	22
CHAPITRE 3 – LES STRATÉGIES DE CONSERVATION		25
3.1	La sensibilisation environnementale	25
3.1.1	Au niveau de la plongée	25
3.1.2	Au niveau des pratiques de pêche viables	27
3.2	Le contrôle de l'exploitation de la ressource.....	28
3.2.1	La capacité de support des sites de plongée	29
3.2.2	L'imposition de restrictions pour le commerce d'espèces ornementales	30
3.3	La certification environnementale	33
3.4	Les aires marines protégées.....	34
CHAPITRE 4 – LE RÔLE DE L'INDUSTRIE DU TOURISME.....		38
4.1	Les enjeux environnementaux	40
4.2	Les enjeux sociaux.....	42
4.3	Les enjeux économiques.....	44
4.4	Le cas du Brésil	47
CONCLUSION		52
LISTE DES RÉFÉRENCES.....		55

Liste des tableaux

2.1	Les principales causes de dégradation des récifs coralliens	9
-----	---	---

Liste des figures

3.1	La distribution géographique mondiale des coraux (points blancs) et des aires marines protégées incluant les récifs de corail (zones ombragées).....	35
4.1	Le nombre d'arrivées internationales de touristes entre 1950 et 2020.....	39
4.2	La carte géographique localisant l'archipel de Fernando de Noronha au Brésil.....	49

Liste des sigles, des symboles et des acronymes

AMP	Aires marines protégées
CELB	Center for Environmental Leadership in Business
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction
CORAL	The Coral Reef Alliance
TOI	Tour Operators' Initiative
CCIF	Conservation and Community Investment Forum
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICRI	International Coral Reef Initiative
IMA	International Marinelife Alliance
IYOR	International Year of the Reef
MAC	Marine aquarium council
MMA	Ministerio do Meio Ambiente
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMT	Organisation mondiale du tourisme
ONU	Organisation des Nations Unies
PADI	Professional Association of Diving Instructors
PAS	Pesquisa Anual de Serviços
PMB	Produit mondial brut
PNB	Produit national brut
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
TRAFFIC	The Wildlife Trade Monitoring Network
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
WWF	World Wide Fund for Nature

Introduction

Les formations coralliennes, occupant actuellement 0,17 % de la surface des océans, existent depuis au moins 500 millions d'années (Mojetta, 1995). Ces êtres vivants des plus ancestraux et primitifs se répartissent dans 101 pays principalement intertropicaux, et ce, en fonction de différents facteurs, tels la température de l'eau, la salinité et la lumière (MMA, 2007). Ces écosystèmes coralliens, caractérisés par une biodiversité et une productivité remarquables, procurent une multitude de biens et de services à l'ensemble des êtres humains (Moberg et Folke, 1999). Selon les estimations, ces avantages pour l'humanité sont d'ailleurs de l'ordre de 375 milliards de dollars et près de 500 millions de personnes en dépendent (Kunzmann, 2004).

Néanmoins, les récifs de corail sont en voie de dégradation sérieuse à l'échelle mondiale. Ce problème est clairement identifié dans le chapitre 17 de l'Agenda 21 des Nations Unies et dans d'autres conventions et accords internationaux tels la Convention sur la diversité biologique. Ces écosystèmes sont exposés aux pressions anthropiques autant directes qu'indirectes. En effet, il faut préciser que, malgré le fait que la zone côtière globale n'occupe qu'environ 8 % de la surface de la Terre, plus de 50 % de la population humaine mondiale vit à moins de cent kilomètres du littoral (Saila *et al.*, 1993). La majorité des mégalofoles du monde, avec une population de dix millions ou plus d'habitants, se situe d'ailleurs dans ces zones. Malheureusement, ce phénomène est loin de s'atténuer, car leur développement ne cesse de croître et la population côtière devrait même doubler d'ici 2050 (Spalding *et al.*, 2001).

Les récifs coralliens sont maintenant menacés de disparition dans plusieurs régions du globe et, avec une densité de population en constante augmentation, la régression des impacts anthropiques semble ardue (PNUE, 2002). Effectivement, à ce jour, des 600 000 km² de récifs de corail à travers le monde, 10 % ont déjà été dégradés au-delà de leur capacité de récupération et un autre 60 % est susceptible d'être en danger de disparition dans les vingt

prochaines années (Hinrichsen et Robey, 2000; Burke et Maidens, 2004). Les statistiques ne sont pas plus encourageantes pour le biote associé aux récifs de corail. Selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), à moins d'une prise de conscience et d'actions au niveau international, environ 70 % de la biomasse pourraient s'épuiser dramatiquement et des espèces encore méconnues de la communauté scientifique pourraient être perdues à jamais. À vrai dire, cette organisation non gouvernementale estime que la majorité des espèces marines reste encore à être découverte. À l'échelle planétaire, les multiples dommages sont déjà perceptibles, et ce, dans presque tous les pays bénéficiant de cet écosystème (93 % des pays) (UICN, 1993). Par exemple, la côte nordique du Brésil est considérée comme l'une des moins connues du monde, mais son développement côtier (principalement touristique) est en pleine expansion et les formations récifales présentent des signes de dégradation irréversible (Migotto et Marques, 2003). La communauté internationale commence d'ailleurs à se rendre compte de l'ampleur de la problématique et de l'urgence d'agir, puis du rôle majeur qu'elle doit assumer quant à la valorisation de la conservation des ressources naturelles.

Le présent essai vise à souligner l'importance des écosystèmes récifaux et à exposer l'état de leur dégradation à dessein de poser une réflexion sur le rôle que peut jouer l'industrie du tourisme dans la conservation de ces milieux fragiles. La première partie présentera l'importance des récifs coralliens dans le but de démontrer les enjeux vitaux de leur protection pour l'humanité. Elle inclura les considérations environnementales, sociales et économiques. Le chapitre suivant se développera autour de deux exemples concrets de sources de stress, soit la plongée récréative et l'aquariophilie. Considérant ces problématiques et les raisons pour lesquelles il est primordial de s'en préoccuper, diverses stratégies de conservation seront présentées. Finalement, après avoir abordé l'industrie du tourisme et ses enjeux, l'importance et l'impact de cette dernière dans la protection des récifs coralliens seront exposés. Pour rendre plus concret ce lien entre l'industrie touristique et la préservation du milieu, la présentation d'un cas de gestion d'une île brésilienne, Fernando de Noronha, complètera cet essai.

Chapitre 1

L'importance des récifs coralliens

1.1 Les considérations environnementales

L'écosystème corallien couvre moins de 1 % des fonds océaniques, mais soutient plus de 25 % de toute la vie marine (Wabnitz *et al.*, 2003). Ayant une impressionnante biodiversité interdépendante et une productivité élevée, il est ainsi souvent comparé aux forêts tropicales (Stone, 2007). Ces récifs sont d'ailleurs une importante zone de frai, d'élevage et d'alimentation pour plus de neuf millions d'espèces, sans compter les espèces microbiennes (Kunzmann, 2004). La faune ichthyologique contribue à cette grande biomasse et est essentielle au transport de la matière organique et inorganique entre les récifs (Montgomery, 1990). Les autres espèces marines jouent aussi un rôle significatif dans la résilience, la stabilité et le rétablissement accéléré de ce milieu à la suite de perturbations naturelles et anthropiques (Maragos *et al.*, 1996). Par contre, de nombreuses espèces vivantes associées aux récifs de corail sont encore scientifiquement peu connues ou complètement inconnues. De plus, vu que cet écosystème existe depuis plusieurs millions d'années, des espèces représentatives de toutes les lignées évolutives du monde animal y résident (Spalding *et al.*, 2001). En fait, c'est l'hétérogénéité ainsi que la complexité physique et topographique de l'habitat qui facilitent la diversification génétique et permettent l'évolution de nouvelles espèces (Birkeland, 1997; Paulay, 1997). Par conséquent, la dégradation de cet habitat peut entraîner une perte potentielle de connaissance de ce patrimoine naturel (Spalding *et al.*, 2001).

De plus, les squelettes des coraux sont utilisés pour suivre l'évolution des conditions environnementales des océans telle que la température et les variations de salinité (Gagan *et al.*, 1998). En effet, les coraux massifs ont une longue durée de vie durant laquelle des bandes

formant le squelette varient en largeur et en densité en fonction des conditions environnementales. Il est ainsi possible de déterminer les périodes de perturbation en analysant ces bandes (Moberg et Folke, 1999).

D'autre part, les récifs coralliens sont aussi des brise-lames naturels. Ils assurent la protection des littoraux fertiles et des côtes urbanisées de nombreux pays insulaires et continentaux (Spalding *et al.*, 2001; Wabnitz *et al.*, 2003) et permettent de créer des environnements physiques propices à la formation de mangroves très productives (Khaled, 2004). Cette protection contre l'érosion par les vagues, les courants et les tempêtes prévient de grandes pertes économiques (Rebufat, 2003). Leur capacité de dissiper les vagues permet également de créer des lagunes très sécuritaires pour les bateaux. À proximité, plusieurs ports et centres d'aquaculture y sont d'ailleurs construits (Khaled, 2004).

1.2 Les considérations sociales

La plupart des écosystèmes récifaux sont situés dans les pays en développement. Plusieurs millions de personnes en dépendent directement, car ils sont essentiels, autant comme ressource alimentaire que financière (UICN, 1993). Tout d'abord, les ressources récifales comptent pour environ 25 % de tous les approvisionnements alimentaires des pays côtiers, mais peuvent être la source de 80 % du régime alimentaire de certains pays tels que les Philippines (Maragos *et al.*, 1996). Elles sont également souvent la principale source de protéines animales consommées (entre 60 et 90 %) (Wabnitz *et al.*, 2003). D'ailleurs, les trente millions de personnes les plus pauvres du monde dépendent entièrement et uniquement de cet écosystème pour se procurer leur ressource alimentaire (UNESCO, 2008). Pour des dizaines de millions de personnes, cet écosystème est également une source de revenus et d'emploi indispensable (Spalding *et al.*, 2001). C'est le seul moyen de subsistance de nombreuses familles travaillant autour de cette ressource et peu de solutions de rechange d'emploi sont disponibles (Wabnitz *et al.*, 2003).

Les écosystèmes récifaux sont également une source d'émerveillement et de fascination. Par exemple, la Grande Barrière de corail, en Australie, est l'une des merveilles du monde et est inscrite sur la liste du patrimoine mondial de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). Elle est le plus grand écosystème de récifs de corail de la planète et est la seule structure vivante visible de l'espace (Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2007). Les écosystème récifaux ont aussi une valeur esthétique importante dont plusieurs s'inspirent : innombrables œuvres cinématographiques, littéraires et d'arts (artistes peintres, sculpteurs et photographes) (Moberg et Folke, 1999).

D'un point de vue socioculturel et spirituel, les récifs coralliens ont inspiré diverses histoires folkloriques, chansons et danses. Ces lieux sont devenus des sites sacrés dont les connaissances écologiques traditionnelles se transmettent de génération en génération grâce à la culture indigène (Duffy, 2007). De plus, l'héritage maritime est large et inclut plusieurs naufrages historiques. Ces lieux attirent d'ailleurs de nombreux plongeurs, et ce, internationalement (Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2007). L'aspect spirituel de ces sites est toutefois souvent négligé. Par exemple, dans le sud du Kenya, les rites religieux développés autour des récifs ont permis d'imposer, dans le but d'apaiser les esprits, une gestion des populations ichtyologiques salubre (McClanahan *et al.*, 1996). Ainsi, de nombreuses communautés locales semblent avoir développé une tradition culturelle en synergie avec les récifs (Gadgil *et al.*, 1993).

1.3 Les considérations économiques

Dans une perspective économique, les récifs de corail fournissent à des millions de personnes des avantages, directs et indirects, tels que des bénéfices croissants provenant des activités récréatives et du tourisme. Effectivement, grâce aux scaphandres autonomes, aux techniques de tournage sous-marin et aux nouvelles technologies, cet écosystème est de plus en plus accessible (Spalding *et al.*, 2001). D'ailleurs, dans beaucoup d'îles et de destinations côtières, les récifs sont une attraction touristique importante pouvant générer plus d'un milliard de

revenus annuellement (Maragos *et al.*, 1996). En Australie, le tourisme lié à la Grande Barrière de corail est le deuxième secteur économique en importance et est évalué à environ 1,5 milliard de dollars par an (Terence *et al.*, 1996). Dans les pays en développement, le tourisme est maintenant le principal secteur économique représentant souvent plus de 50 % du produit national brut (PNB) (Jameson *et al.*, 1995). Bien géré, le tourisme lié aux récifs de corail représente donc une source de revenus et d'emplois viables à long terme pour plusieurs régions reculées et situées dans les pays en développement (Spalding *et al.*, 2001).

Les récifs soutiennent également une importante pêche commerciale alimentaire. Ils abritent une variété d'organismes vendus sur le marché tels que des poissons, des moules, des crustacés, des concombres de mer et des algues (Birkeland, 1997). La pêche commerciale non alimentaire, telle que le commerce d'espèces ornementales, est tout aussi importante et lucrative. Cette dernière a été évaluée à 15 milliards de dollars et 60 % des exportations viennent des pays en développement (Moreau et Coomes, 2007; Whittington et Chong, 2007). Plusieurs organismes marins sont également vendus pour le commerce de souvenirs tel que des bijoux fabriqués à partir de corail rouge (*Corallium rubrum*) (Goh et Chou, 1994). Les échanges globaux de ces produits représentent annuellement des gains financiers de plus de 35 milliards de dollars et les exportateurs peuvent réaliser des bénéfices annuels nets allant jusqu'à 8 000 \$ par km² (CCIF, 2001; La Banque mondiale, 2006).

Les coraux durs, ayant un squelette calcaire, sont quant à eux utilisés comme élément de base dans les matériaux de construction pour en faire de la chaux, du mortier et du ciment (Dulvy *et al.*, 1995). Par exemple, aux Maldives, les blocs, les blocailles et les sables de corail sont les principales matières utilisées dans la construction et, pour ce faire, approximativement 20 000 m³ de corail sont extraits chaque année (Puglise et Kelty, 2007). La chaux est également employée comme régulateur de pH dans l'agriculture et les débris de corail sont utilisés comme engrais (Puglise et Kelty, 2007).

Dans le domaine en pleine évolution de la biotechnologie, les organismes marins sont également à la base d'avancées médicales et pharmaceutiques. Diverses substances extraites d'algues, d'éponges, de mollusques et de coraux ont des propriétés anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anticoagulantes (Sorokin, 1993; Birkeland, 1997). D'autres, tels que les éponges de mer, entrent dans la composition de médicaments destinés à limiter le développement du virus du SIDA (Rebufat, 2003). Quant aux moules, elles sont utilisées dans la fabrication de médicaments anticancéreux (Moberg et Folke, 1999). Les composés chimiques des éponges de mer et des tuniciers sont employés dans la fabrication d'antihistaminiques, d'antibiotiques et d'autres médicaments tels que pour l'asthme, la leucémie et les maladies du cœur (Terence *et al.*, 1996). Les squelettes de corail peuvent aussi être employés dans la fabrication de prothèses osseuses pour des greffes d'os lors de chirurgie maxillo-faciale et crânienne (Roux *et al.*, 1988).

En somme, dans le monde entier, les écosystèmes récifaux génèrent plusieurs milliards de dollars annuellement pour tous les biens et services incluant les ressources renouvelables et non renouvelables, les produits naturels marins, le tourisme et la valeur accrue des propriétés (Puglise et Kelty, 2007). Selon l'évaluation des Nations Unies, les récifs coralliens vaudraient, à eux seuls, entre 100 000 et 600 000 dollars par km² (IYOR, 2008). Toutefois, ces estimations ne reflètent probablement pas la réalité, car tout reste encore à découvrir de cet écosystème considérable et que, malgré son importance, diverses sources de stress asservissantes l'affectent continuellement.

Chapitre 2

Les sources de stress pour les récifs coralliens

À l'échelle mondiale, les récifs de corail sont en mauvaise condition et l'abondance de la biomasse récifale est fortement en déclin. Bryant *et al.* (1998) ont d'ailleurs estimé que plus de la moitié des récifs de corail du monde entier sont menacés. Les sources de stress affectant les récifs sont diverses et peuvent être d'origine naturelle ou anthropique (tableau 2.1). Les séismes, les raz de marée et les ouragans sont quelques-unes des causes naturelles de dégradation (Bryant *et al.*, 1998). Pour ce qui est des pressions anthropiques, l'expansion de la population mondiale et l'exploitation des ressources sont les deux sources les plus importantes de dégradation. Le développement côtier et la déforestation contribuent à renforcer la destruction de cet écosystème. Les récifs peuvent, en effet, être remblayés, dragués pour créer des voies navigables ou dynamités pour en extraire la matière calcaire (Jameson *et al.*, 1999). La pollution d'origine agricole, industrielle et domestique augmente également l'eutrophisation des eaux et les déversements hydrocarbures sont des plus préoccupantes (Spalding *et al.*, 2001). Quant au gaz carbonique dans l'atmosphère, son augmentation peut perturber le fonctionnement des écosystèmes coralliens. En effet, en réaction à ce réchauffement des eaux de surface, les polypes sont privés des zooxanthelles nécessaires à leur survie. Si cet état se prolonge, une mort précipitée des polypes s'en suit (Bryant *et al.*, 1998). Au cours de cet essai, deux sources de stress importantes seront abordées plus en détail, soit le tourisme, par les activités de plongée, et la surexploitation des ressources, par l'aquariophilie.

Tableau 2.1 Les principales causes de dégradation des récifs coralliens

<p><u>Les impacts naturels</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Les cyclones, les séismes, les raz de marée et les ouragans• Les phénomènes de blanchiment• Les pullulations de prédateurs tels que l'étoile de mer (<i>Acanthaster planci</i>)• Les maladies des coraux d'origine bactérienne <p><u>Les pressions anthropiques</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Le tourisme• La surexploitation des ressources vivantes• L'extraction des granulats coralliens• Les méthodes de pêches destructrices• L'introduction d'espèces exotiques• L'urbanisation croissante et les travaux d'aménagement• L'enrichissement des eaux côtières en nutriments• La pollution d'origine agricole, industrielle et domestique• Les remblaiements et les dragages• La déforestation• Les déversements d'hydrocarbures• L'augmentation de la production du gaz carbonique (CO₂)• L'ancrage des bateaux

Inspiré de : Rajasuriya, A., De Silva, M.W.R.N., et Ohman, M.C. (1995).

2.1 La plongée

La popularité des récifs de corail a augmenté au cours des vingt dernières années simultanément au développement d'une grande industrie récréative, soit la plongée (Uyarra et Côté, 2007). À l'origine, la pratique de cette activité était considérée à risque, saisonnière et inaccessible. Toutefois, au cours des dernières décennies, la plongée a connu une croissance

exponentielle en lien avec les progrès notables tels que l'amélioration de l'équipement et la plus grande accessibilité aux récifs (Munoz *et al.*, 2007). Elle est ainsi devenue une activité sécuritaire, annuelle et populaire dans l'ensemble des tropiques ce qui a causé l'accroissement du nombre de plongeurs certifiés (Khaled, 2004). En effet, selon la Professional Association of Diving Instructors (PADI), qui est la plus grande organisation internationale de formation à la plongée sous-marine de loisir, le nombre de certifications de plongée est passé de 10 000 en 1967 à plus de 8,5 millions en 1999 (PADI, 1999). En tout, plus de 14 millions de plongeurs, soient certifiés (8,5 millions) ou amateurs (5,5 millions), pratiquent cette activité récréative annuellement et près de la moitié peuvent être considérés comme des plongeurs actifs et réguliers (Shackley, 1998; PADI, 1999).

2.1.1 La problématique

Jusqu'au début des années 1990, la plongée a été considérée comme une activité compatible avec l'utilisation durable des ressources marines, par opposition aux activités extractives, telles que la pêche, l'exploitation, et la construction (Tratalos et Austin, 2001). Par la suite, l'inquiétude a été soulevée avec l'augmentation de la popularité de ce sport et la grande proportion de plongeurs (70 à 90 %) entrant fréquemment en contact avec les récifs (Harriott *et al.*, 1997). Les avancées scientifiques ont alors démontré que les plongeurs infligent à un tel point des dommages physiques que c'est devenu la principale cause de dégradation au Parc marin de Bonaire dans les Caraïbes (Dearden *et al.*, 2007). De nombreuses autres destinations côtières prisées commencent à montrer également des signes de dégradation; conséquences de l'activité de la plongée (CELB *et al.*, 2006). Toutefois, les recherches effectuées en Floride (Talge, 1990), en Égypte (Medio *et al.*, 1997), en Israël (Zakai et Chadwick-Furman, 2002) et en Australie (Moore *et al.*, 2007) ont prouvé que c'est l'effet de masse, soit la présence régulière de plongeurs qui peut causer à long terme une importante détérioration de l'écosystème et devenir problématique (CELB *et al.*, 2006). En effet, l'impact individuel de chaque plongeur est davantage ciblé, mais l'accumulation de tous ces impacts par plusieurs plongées répétitives devient alors considérable (Davis et Tisdell, 1995).

Les impacts physiques des plongeurs, souvent peu soucieux du milieu ou inexpérimentés¹, sont nombreux. Ces derniers vont écraser ou casser avec leurs palmes, leurs mains ou leur équipement les coraux. Les amateurs vont même les piétiner, s'y agripper ou s'y agenouiller. La perte de tout équipement de plongée tel que le masque peut aussi éroder leur surface (Rouphael et Inglis, 1997). En général, les dégâts sont causés par les plongeurs essayant de garder le contrôle dans l'eau, de marcher dans une zone peu profonde ou de lutter contre le courant ainsi que ceux s'approchant de plus près pour photographier, manipuler ou toucher la faune et la flore (Saphier et Hoffman, 2005; CELB *et al.*, 2006). La fréquence des contacts avec les coraux est aussi plus grande lors de la phase initiale de la plongée (dix premières minutes) et lors des plongées de nuit, car les plongeurs ajustent leur équipement et se familiarisent avec un environnement sous-marin obscur (Baker et Roberts, 2004). En général, pour une seule plongée typique de soixante minutes, il y a environ cinq coraux brisés et signalés en Australie (Rouphael et Inglis, 2001) et six en Égypte (Moore *et al.*, 2007). Par contre, en Israël, toutes les colonies examinées ont montré des signes de dommages et, tous les ans, plus de 400 000 coraux sont brisés (Moore *et al.*, 2007). Tous ces contacts physiques peuvent donc mener à la rupture régulière des coraux et à la perte d'autres organismes récifaux (Zakai et Chadwick-Furman, 2002).

La recherche des espèces charismatiques n'est également pas sans conséquence pour le milieu. Les plongeurs sont intéressés à voir la faune ichtyologique souvent cachée, associée au substrat des récifs et ayant une faible capacité de déplacement telle que les hippocampes (famille des *Syngnathidae*) (Perante *et al.*, 2002). De ce fait, les plongeurs se rapprochent très étroitement au corail pour les apercevoir. À proximité de ces espèces, ils ont davantage de contacts avec les coraux et durant de plus longues périodes. Malgré son impact, cette activité se poursuit puisque l'intérêt des plongeurs pour ces attractives créatures représente une source de revenus pour l'industrie locale. En effet, les adeptes sont disposés à payer des montants considérables pour pouvoir apercevoir de tels poissons dans leur milieu naturel (Uyarra et

¹ Les plongeurs inexpérimentés sont ceux ayant effectués moins de cent plongées.

Côté, 2007). De plus, le manque de mobilité de ces espèces permet aux opérateurs de retourner à plusieurs reprises aux mêmes sites, ce qui augmente grandement la pression exercée (Uyarra et Côté, 2007).

Bien que la plupart des contacts avec les récifs coralliens se produisent par inadvertance (81,2 %), tous ces impacts peuvent mener au déclin des coraux vivants et des organismes associés, à une remise en suspension des sédiments et à une perturbation de la faune et de la flore (Rouphael et Inglis, 2001; Tratalos et Austin, 2001). D'ailleurs, ces dommages répétés aux colonies subissant déjà plusieurs autres formes de stress environnemental (changements climatiques, eutrophisation côtière, etc.) peuvent affecter la capacité à long terme des coraux à résister à d'autres facteurs environnementaux naturels tels que les ouragans (Davenport et Davenport, 2006).

2.1.2 Pourquoi faut-il s'en préoccuper?

2.1.2.1 La perturbation des habitats des fonds marins

Le contact des coraux avec l'équipement de plongée ou le corps des plongeurs leur occasionne des dommages physiques et affecte leur survie et leurs processus biologiques tels que la croissance et la reproduction (Zakai et Chadwick-Furman, 2002). Ce problème est particulier pour les récifs de corail, car la plupart des espèces ont une lente régénération (Davenport et Davenport, 2006). Les dommages changent néanmoins selon le type de corail (Baker et Roberts, 2004). En général, les espèces de corail mou, sans squelette calcaire, entrent en contact avec les plongeurs en raison de leur forme arborescente (Hall, 2001). Toutefois, par leurs flexibilité et taux de croissance élevés, ils peuvent récupérer rapidement suite aux événements extrêmes, les rendant relativement résilients aux dommages (Fox *et al.*, 2003; Stobart *et al.*, 2005; Uyarra et Côté, 2007). En revanche, les espèces de corail dur, qui créent le substrat et la complexité structurale des récifs, ont une structure de carbonates relativement fragile et leur taux de croissance est lent (Tratalos et Austin, 2001). Ils ont donc une plus

faible capacité de rétablissement (Hall, 1997). Par exemple, une espèce typique de coraux durs, *Montrastrea annularis*, présente un taux de croissance de 0,2 à 0,9 centimètre par an, selon la profondeur, comparativement aux espèces de corail mou tel que *Plexaura* sp. qui ont une croissance de 2,7 à 4,7 centimètres par an (Ward-Paige *et al.*, 2005). Les dommages dus aux plongeurs ont donc un impact négatif à long terme sur les récifs en modifiant leur composition vu les taux de croissance et de rétablissement différents selon les espèces (Uyarra et Côté, 2007).

Cette activité peut également occasionner un dérangement excessif de la faune et de la flore marine, modifier le comportement des poissons et engendrer un décalage dans la composition des communautés récifales (Hawkins *et al.*, 2005). La seule présence des plongeurs peut effectivement amener certaines espèces à délaisser les principales zones d'alimentation et de reproduction, entraînant un déclin général de la santé de l'habitat et de son attrait pour les plongeurs (CELB *et al.*, 2006). De plus, les plongeurs perturbent cet habitat marin par la remise en suspension des sédiments avec leurs palmes. Ils soumettent de ce fait les polypes à une charge sédimentaire accrue (Tratalos et Austin, 2001), perturbent les populations des fonds marins et asphyxient et étouffent les colonies de corail (CELB *et al.*, 2006). La remise en suspension des sédiments rend également disponibles des nutriments pouvant causer une eutrophisation des eaux et une prolifération des algues. Une forte présence d'algues, qui sont en compétition directe avec les coraux pour l'espace et la lumière, réduit le taux de croissance des coraux et augmente même leur taux de mortalité (Kaczmarsky *et al.*, 2005; Dearden *et al.*, 2007). Par la suite, après la mort et le blanchiment des coraux, il y a remplacement des espèces de poissons récifaux par des espèces herbivores. Comme les poissons herbivores sont en général beaucoup moins colorés et spectaculaires, l'intérêt des plongeurs peut s'amoinrir ce qui entraîne des pertes économiques notables pour la région (CELB *et al.*, 2006).

2.1.2.2 L'érosion du mucus

Les plongeurs perturbent cet écosystème marin la plupart du temps par les contacts directs et répétés avec les coraux. Avec le temps, ils en érodent la couche de mucus corallienne et abîment physiquement le tissu protecteur les recouvrant (Baker et Roberts, 2004). Cette dégradation rend les coraux plus susceptibles d'être infectés par des microbes pathogènes, des maladies ou d'autres organismes envahissants. Ils ont donc un plus grand risque de mortalité que les colonies intactes (Hall, 2001; Moore *et al.*, 2007). Par contre, les coraux peuvent aussi être enclins aux maladies sans avoir eu pour autant de contact physique. En effet, un niveau de stress plus élevé, les rendant plus vulnérables, peut être occasionné par la simple présence des plongeurs. (Dearden *et al.*, 2007).

2.1.2.3 D'autres impacts

Parmi d'autres impacts négatifs liés à la plongée, l'alimentation des grands poissons par les plongeurs est une cause de perturbation du milieu. Cette pratique peut poser des problèmes écologiques sérieux en modifiant les habitudes alimentaires et comportementales de ces espèces (Davenport et Davenport, 2006). Par exemple, l'alimentation attire les prédateurs qui effrayent les plus petits poissons, réduisant ainsi la biodiversité locale (Tratalos et Austin, 2001). Les ancres des bateaux sont aussi connues pour endommager considérablement et à long terme les communautés de corail par leur contact physique (CELB *et al.*, 2006).

Ainsi, les activités récréatives accentuent grandement les impacts négatifs sur un milieu déjà fragilisé. Les pressions multiples et à long terme pourraient d'ailleurs empêcher le rétablissement des récifs (Moore *et al.*, 2007). Leur dégradation et la disparition d'un milieu riche et diversifié, attribuées à une utilisation mal encadrée ou intensive, sont donc devenues un souci répandu dont le risque doit être correctement évalué. Malheureusement, plusieurs sites sont à ce jour très fragilisés et dégradés par ces activités récréatives, mais également par plusieurs activités extractives (Jameson *et al.*, 1999; Tratalos et Austin, 2001).

2.2 L'aquariophilie

La présence d'organismes aquatiques à des fins ornementales dans les étangs et les aquariums a débuté dans les années 1930. Le Sri Lanka a été l'un des premiers pays exportateurs de poissons de mer tropicaux. Les spécimens étaient tous transportés par bateaux jusqu'à leur destination finale (Jonklaas, 1985). Ce n'est toutefois que dans les années 1950 que l'exportation s'est établie à une échelle commerciale et internationale grâce à un nouveau moyen de transport; l'avion (Walsh, 1999). Le commerce d'organismes marins à des fins ornementales a par la suite rapidement augmenté dans les années 1980, passant de 1 % à plus de 10 % des 350 millions de poissons d'aquarium (d'eau douce et marins) commercés annuellement (Andrews, 1990; Shuman *et al.*, 2005). Depuis cette époque, la demande n'a cessé de croître et il y a eu une diversification des espèces ichtyologiques et l'apparition d'un marché pour les invertébrés. Ce commerce est aujourd'hui devenu commun autant dans les cultures orientales qu'occidentales (Wood, 2001a; Mayer-Pelliccia et Agostinho, 2005).

2.2.1 La problématique

Selon des statistiques de 1986, le programme du Wildlife Trade Monitoring Network (TRAFFIC), qui est un réseau de surveillance du commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages en danger, a estimé qu'il y avait près de dix millions d'aquariophiles marins (WWF-Pacifique, 2000). Depuis 1985, ce commerce international ne cesse d'augmenter en popularité, et ce, à un rythme annuel moyen de 14 %. Les statistiques indiquent toutefois qu'il a augmenté de 150 % au Sri Lanka et de 300 % aux Maldives (Rajasuriya *et al.*, 1995). Le développement de nouvelles technologies, l'amélioration de l'équipement d'aquarium et les meilleures connaissances de la biologie et de l'écologie des fonds marins ont contribué au développement du marché (Holthus, 2000). De plus, depuis 1980, les pays tropicaux attirent davantage de touristes ce qui a mené à un accroissement du trafic aérien permettant un approvisionnement d'organismes ornementaux plus diversifié et moins coûteux (Dufour, 1997). Aujourd'hui, les espèces ornementales marines sont originaires

d'environ quatre-vingts pays dont les îles de l'Indo-Pacifique et, particulièrement des Philippines et de l'Indonésie (environ 70 %) (Shuman *et al.*, 2004). D'autres sources sont situées en Australie, à Hawaï, au Brésil, en Afrique de l'Est, aux Maldives puis au Vietnam, et ce, en dépit de la législation nationale interdisant leur pêche et leur exportation (Sadovy et Vincent, 2002; Tissot et Hallacher, 2003; Alencastro, 2004). En contrepartie, les plus grands importateurs sont les États-Unis, mais également l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, le Canada et le Japon (Wabnitz *et al.*, 2003; Alencastro, 2004). Ironiquement, les États-Unis ont une législation interdisant la pêche du corail sur leur territoire, mais en sont les principaux importateurs au niveau international (Bruckner, 2001).

Statistiquement, selon le Pet Industry Joint Advisory Council, 30 millions de poissons tropicaux, 10 millions d'invertébrés, 24 millions de coraux vivants et 50 000 tonnes de roches conçues à partir des squelettes de carbonate de calcium des coraux sont pêchés annuellement pour fournir tous les aquariums privés et publics du monde entier. Cette pêche ornementale marine peut d'ailleurs impliquer jusqu'à 1 500 espèces de poissons, 500 espèces d'invertébrés et 200 espèces de coraux (Green et Shirley, 1999; Alencastro, 2004). Presque tous les poissons et les invertébrés marins tropicaux d'aquarium sont originaires des récifs de corail et des habitats associés (Wood, 2001b). Seulement 2 % des poissons marins et moins de 1 % du corail proviennent de l'aquaculture (Alencastro, 2004). Puisque la plupart des espèces commercées sont d'origine sauvage, ce commerce marin d'aquarium a donc un potentiel de surexploitation très important. Par contre, peu d'études ont dressé les impacts de cette exploitation sur les niveaux des populations et beaucoup de ces pêches sont incontrôlées (Alencastro, 2004; Shuman *et al.*, 2005).

2.2.2 Pourquoi faut-il s'en préoccuper?

2.2.2.1 Le manque de contrôle

Dans le commerce des espèces ornementales, l'insuffisance de règlements et de surveillance du commerce est une préoccupation des plus importantes. Il est extrêmement difficile de dépister et de mesurer avec précision les exportations de toutes les espèces marines (Raghavan *et al.*, 2007). Les quelques données commerciales disponibles ne permettent pas une analyse du volume pour les différents taxons. En effet, les exportateurs ne sont pas dans l'obligation d'identifier les spécimens par leurs noms scientifiques et les données sont souvent agrégées en poids, indépendamment des espèces (Bruckner, 2001). Les exportateurs ne sont également pas obligés de déclarer la provenance des spécimens (milieu sauvage, activités d'aquiculture, réexportation). Ces manques ont comme conséquence l'exportation illégale d'espèces endémiques protégées (Ekaratne, 2000). Par exemple, aux Philippines, les coraux exportés ont souvent été identifiés comme des coquillages ou comme de simples éléments protecteurs lors du transport d'articles fragiles (Rubec, 1988).

De surcroît, les données sur les organismes exportés sont uniquement compilées s'ils font partie de la liste de la Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction (CITES) (Bruckner, 2001). Les statistiques répertoriées sont donc probablement une sous-estimation de tout le volume transigé en raison de la liste non exhaustive de CITES, du commerce illégal, de l'importance du marché intérieur et du grand taux de mortalité représentant près de 10 % des captures (Wood, 2001a). Par exemple, en 2001 aux États-Unis, la comparaison de données de volume d'échange entre deux instituts a permis de démontrer que 40 % des organismes qui ont été importés dans ce pays n'avaient pas été déclarés à l'exportation dans leur pays d'origine (Moreau et Coomes, 2007).

2.2.2.2 La surexploitation des espèces ornementales

La demande excessive des consommateurs encourage les prélèvements non viables de plusieurs espèces marines vivant dans les récifs coralliens (CELB *et al.*, 2006). Récemment, la communauté scientifique a d'ailleurs soulevé, au niveau international, de sérieuses inquiétudes en ce qui a trait au commerce d'aquarium (Bruckner, 2001). En effet, lorsque les éléments clés d'un écosystème sont retirés, des modifications en cascade s'enchaînent ce qui pourrait être nuisible pour cet écosystème riche, mais fragile (Ekaratne, 2000). Malheureusement, les coraux sont facilement accessibles pour les pêcheurs dus à leur existence sessile et leur habitat peu profond, les rendant ainsi particulièrement enclins à la surexploitation (WWF-Pacifique, 2000).

La pêche excessive d'espèces jouant un rôle vital dans un écosystème peut entraîner de nombreux changements environnementaux. Par exemple, la surpêche de poissons herbivores tels que les poissons-chirurgiens (famille des *Acanthuridae*) peut accroître la couverture des algues sur les récifs au détriment de la croissance des coraux, créant ainsi un impact négatif sur toute la chaîne (Tissot et Hallacher, 2003; CELB *et al.*, 2006). Les lagunes exploitées au Kenya démontrent bien l'impact écologique et leurs successions. Dans cette région, l'exclusion de prédateurs a ainsi permis aux oursins de quintupler leur biomasse en quinze ans. Le récif kenyan le plus exploité s'est retrouvé avec presque exclusivement un omnivore, *Echinometra mathaei* (McClanahan et Muthiga, 1998). L'augmentation de la population de cet oursin a mené à une diminution de la couverture coralliaire et une augmentation de la bioérosion des récifs² (Glynn, 1994). L'augmentation des populations d'oursins due au déplacement des prédateurs est une problématique inquiétante autant pour les milieux tempérés que tropicaux (McClanahan et Muthiga, 1998). Plusieurs autres poissons très populaires pour l'exportation jouent également un rôle écologique très important en nettoyant les branchies, les cavités buccales, etc. des autres espèces récifales. Ces petits poissons-nettoyeurs, tels que les *Labridae*

² Les oursins creusent le corail pour brouter, mais également dans le but de s'y protéger.

et les *Gobiidae*, ont une importance aussi bien dans l'écosystème en général que dans ce rapport symbiotique (Ekaratne, 2000; Wood, 2001a). Le déséquilibre dans ces associations entre les espèces peut perturber ces rapports et mener aux changements souvent défavorables de l'écosystème (Jennings et Lock, 1996).

La demande omniprésente pour ces espèces peut également mettre la vie des pêcheurs en danger. En effet, la surexploitation oblige ces derniers à aller de plus en plus loin en mer et à de plus grandes profondeurs. Les demoiselles (famille des *Pomacentridae*), par exemple, doivent être pêchées à des profondeurs allant jusqu'à soixante-dix mètres (Bertram, 1996). Pour ce faire, la plongée avec bouteille ou en narghilé³ est de mise (Ekaratne, 2000). Toutefois, pour ces plongeurs souvent sans formation et utilisant des équipements désuets, les plongées profondes et multiples sont très dangereuses. Ils risquent à tout moment une maladie des caissons (mal de décompression), des embolies, une perte d'audition et d'autres maladies connexes (Wood, 2001a). De plus, des bateaux mal adaptés ou en mauvais états sont en grande partie utilisés pour la pêche des organismes marins ornementaux (Nottingham *et al.*, 2000). Cette pêche démesurée a par conséquent des effets sociaux importants pour les pêcheurs et des effets environnementaux potentiellement importants sur la structure et la fonction de ces écosystèmes vulnérables (CELB *et al.*, 2006).

2.2.2.3 La sélectivité des aquariophiles

Le commerce international d'espèces destinées aux aquariums est une grande industrie impliquant une pêche fortement sélective dans les récifs du monde entier (Bruckner, 2001). Cette popularité envers des espèces cibles peut donc créer des incitations économiques défavorables à la survie de ces espèces (Bruckner, 2001). Par exemple, au Japon, l'augmentation du volume de corail vivant pour le marché ornemental a engendré une variation importante dans le type de corail commercé. À la base, la plupart des coraux étaient

³ L'approvisionnement en air provient d'un tube relié, à la surface, à une pompe destinée à faire parvenir sous l'eau l'oxygène au plongeur.

des spécimens se retrouvant dans les eaux peu profondes. Ces coraux étaient les plus abondants dans l'Indo-Pacifique avec des taux de croissance et de recrutement élevés. Maintenant, neuf des dix espèces les plus commercées sont des coraux vivants massifs ayant des polypes très grands et colorés. Ce type de corail a cependant une croissance relativement lente avec un taux de recrutement bas et inclut, dans la plupart des cas, des espèces peu communes (Bruckner, 2001).

De plus, les espèces ornementales marines les plus populaires sont souvent les espèces rares ou endémiques, ce qui peut menacer la biodiversité locale (Wood, 2001a). Le patrimoine héréditaire et la diversité phylogénétique peuvent également être affectés négativement. Des études effectuées sur des espèces ornementales d'eau douce ont démontré que les tailles ont changé et que les variétés de couleurs attrayantes ne sont plus aisément disponibles (Ekaratne, 2000). En outre, les amateurs favorisent fréquemment les espèces ayant des singularités telles que les hybrides ou tous traits morphologiques distinctifs (Sadovy et Vincent, 2002). Au Japon, les spécimens de demoiselles (famille des *Pomacentridae*) complètement bleus, jaunes ou blancs sont la cible d'un marché noir très lucratif, excepté que cette couleur uniforme est souvent caractéristique des mâles (Luiz-Junior, 2003). Une surexploitation des individus du même sexe peut donc nuire à leur reproduction et éventuellement mener à l'effondrement de toute la population (Wabnitz *et al.*, 2003).

2.2.2.4 Les méthodes de pêches destructives

Motivés par des gains financiers importants à court terme, de nombreux pêcheurs ont recours à des méthodes préjudiciables de pêche pour obtenir les organismes marins ornementaux (CELB *et al.*, 2006). Dans les écosystèmes récifaux, le recours aux produits chimiques (cyanure, chlore, carburant diesel, etc.) est la technique de capture la plus commune en dépit de son illégalité (McManus *et al.*, 1997; Alencastro, 2004). La pêche au cyanure, considérée comme l'une des plus destructives, dégrade des milliers d'hectares de récifs de corail chaque année (Mak *et al.*, 2005). Cette méthode a commencé dans les années 1960, aux Philippines,

principalement pour l'exportation vers les États-Unis et la France (Johannes et Riepen, 1995; Dufour, 1997). Par la suite, ce commerce a pris de l'ampleur dans les années 1970 avec une offre excessive de poissons bon marché (Rubec et Cruz, 2005). Durant les années 1980, environ 80 à 90 % des poissons philippins exportés avaient été capturés en utilisant plus d'un million de kilogrammes de cyanure de sodium (Rubec, 1988). Aujourd'hui, son usage est devenu répandu autant en Indonésie, au Cambodge, aux Maldives, en Thaïlande qu'au Vietnam (Barber et Pratt, 1997). Cette substance toxique est malheureusement facilement accessible et peu coûteuse puisqu'elle est vendue et utilisée dans l'industrie de la bijouterie et dans l'exploitation minière (McManus *et al.*, 1997).

De plus, les concentrations en cyanure sont souvent aléatoires et entre 5 et 25 % des poissons ornementaux recueillis meurent dans les heures suivant la capture pour atteindre une mortalité de l'ordre de 20 à 40 % par la suite. Des poissons restants, seulement 10 % sont sélectionnés pour devenir des poissons ornementaux (Perino, 1990). Toutefois, pour les survivants, ce composé chimique est connu pour altérer le système enzymatique qui facilite le métabolisme respiratoire et d'autres fonctions physiologiques des poissons et des invertébrés (Metzler, 2001). L'exposition au cyanure endommage notamment le foie, la rate, le cœur, l'intestin, les organes reproducteurs et même le système nerveux central des poissons. Les spécimens qui n'ont pas été capturés, mais qui ont été exposés sont pareillement affectés (Hanawa *et al.*, 1998; Rubec *et al.*, 2001). Le cyanure occasionne aussi des impacts non négligeables pour le corail. En effet, lorsqu'il est directement exposé au cyanure, les tentacules se rétractent et le corail dégage du mucus contenant des zooxanthelles; algues unicellulaires en symbiose avec le corail (Jones *et al.*, 1998). Ces algues fournissent des produits photosynthétiques (sucres et acides aminés) à son hôte afin de favoriser sa croissance et sa calcification et en retour, le corail lui fournit des nutriments (ammoniaque et phosphate) (Muscatine, 1990; Jones et Steven, 1997). Lorsque cette association est compromise, la perte des zooxanthelles accélère la décoloration du corail et peut entraîner finalement sa mort si les conditions ne sont pas rétablies rapidement (Jones *et al.*, 1999).

2.2.2.5 La mortalité élevée lors du transport

Le manque de réglementation lié aux conditions d'exportation résulte souvent en une négligence dans la manipulation et dans le transport des spécimens ornementaux tout au long de la chaîne commerciale (pêcheurs, grossistes, détaillants, consommateurs, etc.) (Ekaratne, 2000). En effet, lors du transport, l'eau dans les récipients fermés hermétiquement s'épuise en oxygène et accumule un surplus d'anhydride carbonique. Ceci réduit le pH et mène à une augmentation des niveaux d'ammoniaque non ionisé. Ces changements chimiques peuvent devenir préjudiciables pour la santé des individus et même devenir mortels dans certains cas (Cole *et al.*, 1999). Par conséquent, suite à ces mortalités précipitées et élevées, plusieurs spécimens supplémentaires doivent être pêchés (Alencastro, 2004). Cependant, selon Rubec *et al.* (2001), les mauvaises pratiques de manipulations et de transport (le surplus d'ammoniac, le manque d'oxygène, la qualité médiocre de l'eau et le manque de nourriture) ne sont pas les seules causes de mortalité différée. Elle est probablement liée à tout un éventail de facteurs, dont bien sûr le cyanure, décrit antérieurement, le stress et les maladies. Il convient donc d'examiner l'ensemble de ces facteurs afin de réduire la mortalité de ces espèces ornementales (Wood, 2001b; Wabnitz *et al.*, 2003; Rubec et Cruz, 2005).

2.3 L'exemple du poisson-clown (*Amphiprion ocellaris*)

Les œuvres cinématographiques font partie de la culture populaire et forment un média de masse (Mankekar, 2001). Ils ont la possibilité de faire connaître la ressource puis de conscientiser et d'éduquer la population en général. Ils ont aussi la capacité de toucher, sur une courte période, un auditoire large et ont un impact puissant pour créer ou changer l'opinion des cinéphiles. Ce phénomène crée le « tourisme de film » en provoquant, par exemple, une nouvelle attraction pour les lieux de tournages ou pour les personnages (Film Tourism, 2004). Plusieurs études ont d'ailleurs identifié cette augmentation de popularité (Riley et Van-Doren, 1992; Riley *et al.*, 1998; Tooke et Baker, 1996). Par exemple, le film d'animation « *Trouver Némó* » (*Finding Nemo*) des studios Pixar Animation et Walt Disney

Pictures démontre l'impact que peut avoir un film sur l'environnement. En 2003, ce film a connu un succès mondial. Il racontait les aventures d'un poisson-clown (*Amphiprion ocellaris*) essayant de retrouver son enfant capturé pour le commerce d'espèces ornementales sur la Grande Barrière de corail en Australie (Hahm, 2004).

Suite au succès de ce film, des milliers d'enfants ont réclamé des aquariums à leurs parents. Et que voulaient-ils dans leur bocal? Un poisson-clown évidemment. L'exploitation de cette espèce à des fins ornementales est donc devenue instantanément populaire. Des listes de commandes ont même été créées dans les animaleries, car tous voulaient s'acheter un « Némó ». Même au Canada, la demande a été si forte que l'aquarium de Vancouver a incité la population à participer à une journée portes ouvertes. Les représentants de ce centre marin ont expliqué aux parents que les poissons-clowns ne sont pas de bons animaux de compagnie. En effet, garder ces poissons marins en captivité est très difficile et demande un entretien spécifique (salinité, température, etc.) (Vancouver Aquarium Marine Science Centre, 2003). De plus, les représentants du centre ont pu expliquer les incidences environnementales d'une telle exploitation.

D'ailleurs, en 2003, au Vanuatu, dans le Pacifique Sud, un groupe de professionnels du tourisme et de défenseurs de la faune marine a attiré l'attention publique sur le fait que leurs fonds marins commençaient à être surexploités. Selon le porte-parole de ce regroupement, Peter Whitelaw, la demande de petits poissons colorés ne cessait de croître depuis la sortie de ce film. De ce fait, le gouvernement du Vanuatu, au bord de la faillite, avait accordé sans se soucier de l'avenir de ses récifs des permis de pêche à des entreprises qui lui avaient promis de confortables rentrées fiscales. Une pêche de masse destinée à l'étranger a donc vu le jour dans cet archipel (Vancouver Aquarium Marine Science Centre, 2003).

Le poisson-clown n'est toutefois pas en voie de disparition, mais vit dans un milieu qui, lui, est en mauvais état (réchauffement des mers, pollution des zones côtières, essor du tourisme) (Therín, 2003). De plus, d'un côté écologique, le rapport symbiotique entre le poisson-clown

et les anémones de mer (ordre des *Actiniaria*) démontre bien l'importance et l'impact de cette pêche sur l'environnement récifal (Fautin, 1991). Cette association, leur assurant une protection contre les prédateurs, a d'ailleurs permis de démontrer que la pêche ornementale dans les Philippines était responsable des densités réduites de ces deux espèces particulièrement vulnérables à la surexploitation (Shuman *et al.*, 2005). Ainsi, une faible densité de poissons-clowns peut réduire la densité des anémones de plus de 80 % et vice versa (Shuman *et al.*, 2005). Les densités naturellement basses, la facilité de les capturer et leur popularité les rendent donc particulièrement vulnérables (Ekaratne, 2000). Ce film a réellement provoqué un engouement pour les poissons-clowns en tant qu'animaux de compagnie bien que le film soit une critique de cette pratique. Son titre pourrait d'ailleurs devenir prémonitoire : Trouver Némó !

Par conséquent, la création et l'application de diverses stratégies de conservation sont devenues indispensables, car tel qu'il a pu être constaté, malgré toute l'importance de cet écosystème, diverses sources de stress persistent toujours.

Chapitre 3

Les stratégies de conservation

En 1992, la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement a souligné l'importance d'accorder une valeur particulière à la zone côtière en raison de sa diversité, sa productivité et son importance pour les populations locales. Elle a mis l'accent sur l'urgence d'adopter internationalement diverses stratégies de conservation compte tenu de la pression croissante exercée (Gardner *et al.*, 2003; Wilkinson, 2004). Ainsi, afin de mieux préserver cet écosystème corallien, quelques stratégies concrètes liées à la plongée et à l'aquariophilie seront abordées.

3.1 La sensibilisation environnementale

Le grand public doit absolument être informé sur le rôle qu'il peut jouer pour empêcher la dégradation des écosystèmes marins (CELB *et al.*, 2006). Les professionnels du milieu ont aussi la possibilité unique d'influencer positivement les choix des consommateurs en pratiquant et en encourageant des approches qui ont peu de répercussions sur l'environnement marin et qui limitent la consommation de ses ressources (CELB *et al.*, 2006). L'éducation et la formation sont ainsi à la base de la réussite de toutes stratégies de conservation. L'accent doit être mis sur cette stratégie, et ce, pour l'ensemble des activités liées de près ou de loin à l'écosystème récifal.

3.1.1 Au niveau de la plongée

La plongée récréative contribue tout autant à la destruction des récifs qu'à leur conservation. En effet, cette activité joue un rôle éducatif de premier ordre lorsque les adeptes peuvent directement constater les dommages occasionnés aux coraux. Les plongeurs deviennent

également plus ouverts à prendre part activement aux projets de conservation et apprécient davantage leur plongée (Barker et Roberts, 2004). Il est ainsi primordial d'investir dans l'éducation offerte aux plongeurs et d'élaborer de nouveaux outils éducatifs afin d'accroître leur conscientisation (Dearden *et al.*, 2007). Certaines destinations touristiques telles que la Grande Barrière de corail en Australie, le Parc marin Ras Mohammed en Égypte et le Parc National des Îles Vierges aux États-Unis ont toutes des programmes éducatifs offerts aux guides, aux instructeurs et aux plongeurs qui se sont avérés efficaces. Ces programmes ont d'ailleurs permis de réduire considérablement le nombre de contacts avec les coraux (Medio *et al.*, 1997).

Pour que les organisateurs d'activités récréatives réduisent de manière significative les dommages provoqués par les plongeurs, les programmes éducatifs doivent :

- (1) expliquer la nature fragile des écosystèmes marins côtiers et des récifs tout en montrant des images de la plupart des espèces locales à risque,
- (2) expliquer les répercussions possibles des plongées irresponsables,
- (3) donner l'information de base telle que les notions de flottabilité et le maintien des palmes loin de la surface des récifs,
- (4) établir une politique « aucun contact » qui peut être soutenue en encourageant l'utilisation de vestes de flottaison pour les plongeurs libres (*snorkeling*) et en décourageant l'utilisation de gants (Saphier et Hoffman, 2005; Uyarra et Côté, 2007).

Une démonstration dans l'eau durant quelques minutes est également bénéfique, car les plongeurs peuvent voir les différentes formes de substrat, telles que le corail mort. Les moniteurs peuvent ainsi mettre en relief les secteurs plus à risque. Cependant, les compagnies n'offrent souvent pas cet enseignement et, dans beaucoup de cas, elles n'expliquent guère les moyens pratiques afin d'éviter tous contacts avec les récifs (Baker et Roberts, 2004). Par conséquent, une courte séance d'information représente probablement un engagement plus réaliste pour une compagnie qui dispose de peu de temps et de plusieurs contraintes. Elle devrait toutefois s'assurer que ses moniteurs les effectuent correctement. Des programmes

éducatifs dirigés devraient également être réalisés non seulement lors de la plongée, mais aussi dans les associations et les fédérations qui confèrent les certificats aux plongeurs (Baker et Roberts, 2004).

De surcroît, selon Barker et Roberts (2004), les interventions sous-marines effectuées par les moniteurs permettent de réduire de plus de 50 % le nombre de contacts par minute avec les coraux. Les moniteurs doivent avoir une vigilance supplémentaire pour les utilisateurs d'appareil photo, lors de plongées de nuit et au début de chacune des plongées en s'assurant que les plongeurs restent à une certaine distance du récif (Uyarra et Côté, 2007). Toutefois, la taille du groupe influence la capacité des instructeurs d'exécuter leur rôle de surveillance. De plus petits groupes sont donc à privilégier sans oublier que ces groupes restreints sont nettement préférés par l'ensemble des plongeurs (Barker, 2003). Les guides doivent également montrer l'exemple. Les instructeurs devraient ainsi rester assez loin du récif et ne pas entrer en contact avec le corail. De plus, une certaine rétroaction suite à la plongée est intéressante et permet d'attirer l'attention des plongeurs sur les changements de couverture du corail (Khaled, 2004). Selon diverses entrevues effectuées par Baker et Roberts (2004), plusieurs plongeurs semblent d'ailleurs avoir apprécié l'intervention des guides et ont voulu éviter tout dommage occasionné aux récifs.

3.1.2 Au niveau des pratiques de pêche viables

L'adoption de méthodes causant des impacts minimaux sur les écosystèmes est une bonne stratégie de conservation (Ekaratne, 2000; Shuman *et al.*, 2004). Pour ce faire, la sensibilisation et l'éducation offertes aux pêcheurs sont primordiales. Les outils nécessaires doivent ainsi être disponibles afin d'informer les pêcheurs sur les solutions de rechange et ces dernières doivent être accessibles et rentables (Mak *et al.*, 2005).

D'ailleurs, pour contrer plus spécifiquement la pêche au cyanure, l'International MarineLife Alliance (IMA) avait lancé en 1990 un projet de formation expliquant aux pêcheurs les

techniques d'utilisation de filets maillants; méthode moins préjudiciable pour l'environnement que le cyanure (Rubec *et al.*, 2000). En dépit de la formation de nombreux pêcheurs philippins, 70 % d'entre eux sont retournés à l'utilisation du cyanure (Anon, 1998). Rubec *et al.* (2000) ont souligné que le problème venait du refus des intermédiaires, des exportateurs et des acheteurs de payer plus cher les poissons attrapés au filet. En fait, les pêcheurs sont payés selon le nombre de poissons capturés et le cyanure permet une pêche plus importante que les filets et augmente par le fait même la rentabilité (Rubec *et al.*, 2001; Wood, 2001a). Par conséquent, la conscientisation publique doit également être prise en considération afin que ces programmes se développent et deviennent viables. Une autre alternative au cyanure, qui commence à être reconnue et présentée aux pêcheurs, est la substitution de ce produit chimique par l'huile de clou de girofle. Ce composé est sans danger pour l'environnement et plus rentable que les filets maillants. Erdmann (2001) a d'ailleurs prouvé que cet anesthésique est très efficace (temps d'anesthésie plus rapide et temps de réveil plus long) et peu coûteux. En fait, plusieurs autres méthodes existent, mais le niveau de dommages causés aux récifs repose principalement sur la compétence et l'attitude des pêcheurs. Ils apprennent généralement leur métier en observant les autres ce qui peut avoir comme conséquence l'établissement de mauvaises pratiques (Wood, 2001a). Un programme de formation est donc une bonne initiative pour inciter les pêcheurs à employer des techniques non destructives et à adhérer à la réglementation.

3.2 Le contrôle de l'exploitation de la ressource

Le développement de divers outils de contrôle de l'exploitation de la ressource permet une meilleure gestion et aide à la prise de décision raisonnée. Une gestion rationnelle des écosystèmes coralliens appelle donc à en préserver la qualité et la quantité pour en permettre l'exploitation à long terme. Différentes stratégies de contrôle doivent alors être envisagées et mises en oeuvre.

3.2.1 La capacité de support des sites de plongée

Bien que l'impact sur les coraux puisse être réduit par la sensibilisation environnementale, le nombre de coraux endommagés peut demeurer élevé s'il n'y a pas de limite quant au nombre de plongeurs pour un site (Hawkins et Roberts, 1994). Peu d'études ont toutefois décrit la capacité de support des sites⁴ (Rouphael et Inglis, 1997; Tratalos et Austin, 2001). Hawkins et Roberts (1997) ont, quant à eux, déterminé une limite de 4 000 à 6 000 plongeurs par site par année pour que le niveau des dommages physiques soit classifié faible (Zakai et Chadwick-Furman, 2002). Toutefois, il existe actuellement une polémique au sujet de la capacité de support des différents sites de plongée. Elle semble dépendre d'une combinaison de facteurs qui changent entre les emplacements, à savoir : la présence d'organismes vulnérables (Schleyer et Tomalin, 2000), le niveau de la conscience et de la formation environnementale des plongeurs impliqués (Rouphael et Inglis, 1997), et la présence d'autres facteurs anthropiques, tels que la pollution (Hawkins et Roberts, 1997). En dépit de la difficulté d'évaluer exactement la capacité de support des récifs de corail pour la plongée, ce concept demeure un outil important et utile afin de limiter l'utilisation à un niveau viable pour la gestion à long terme des récifs (Davis et Tisdell, 1995; Zakai et Chadwick-Furman, 2002).

Il est également important d'analyser ce qui attire les plongeurs aux divers sites afin de pouvoir proposer des alternatives et ainsi diminuer la pression exercée. Il faut donc prendre en considération les raisons pour lesquelles les personnes pratiquent ce sport, telles que le désir de découvrir un milieu autrement inaccessible, un intérêt général pour l'écologie marine, l'attraction pour des dispositifs sous-marins (formations géologiques ou naufrages) et la vie marine (requins, différentes espèces de poissons ou coraux) ou simplement la poursuite d'un passe-temps tel que la photographie sous-marine (Khaled, 2004). De plus, étant donné que 75 % des plongeurs ont indiqué que l'esthétique était le facteur le plus important dans le choix

⁴ La capacité de support est habituellement exprimée par un nombre maximum de plongées par emplacement par an, et correspond au nombre de plongées qu'un emplacement particulier peut soutenir sans être dégradé.

du site, les épaves (immergées accidentellement ou intentionnellement) et les structures artificielles sont susceptibles de satisfaire en général les attentes des plongeurs récréatifs (Medio *et al.*, 1997; Van Treeck et Schuhmacher, 1998). Malheureusement, les épaves et les structures artificielles montrent quelques aspects incompatibles avec les objectifs de gestion d'un environnement sain. Ils sont constitués en grande partie de matériaux potentiellement nocifs ou nuisibles. De plus, ces structures, une fois installées sur le fond de la mer, peuvent être difficiles à retirer (Schuhmacher et Schillak, 1994). Certaines structures semblent d'ailleurs plutôt servir d'excuse à la disposition de rebuts. Par contre, une alternative possible à l'introduction de ces matériaux étrangers est la formation *in situ* de substrats durs (Van Treeck et Schuhmacher, 1998). En effet, selon des expériences effectuées en Mer Rouge, quelques fragments de corail vivant ont été transplantés sur des fonds marins endommagés. La formation d'un récif de corail s'est ensuite effectuée *in situ* par électrolyse. Avec cette méthode, les récifs fabriqués artificiellement peuvent servir à la formation des plongeurs, à l'éducation environnementale et à la plongée récréative aussi bien qu'au rétablissement des récifs. Ces sites peuvent donc détourner les pressions exercées sur les récifs naturels (Van Treeck et Schuhmacher, 1998).

3.2.2 L'imposition de restrictions pour le commerce d'espèces ornementales

Dans l'ensemble des pays commerçant les espèces ornementales, peu de réglementations sont imposées. Ainsi, diverses restrictions doivent être instaurées afin d'avoir un meilleur contrôle de l'exploitation exercée sur les écosystèmes récifaux. Tout d'abord, la limitation du nombre de pêcheurs est l'une des solutions envisageables. Par exemple, aux Palaos, un archipel de l'océan Pacifique, le nombre de *laisux*⁵ pour la pêche marine ornementale est réglementé. Chaque année, il n'y a que vingt *laisux* publiés et chacun est attribué à différents pêcheurs plutôt qu'à un navire ou à une compagnie (Graham, 1996). Ainsi, l'enregistrement obligatoire et la mise en place d'un système de licences non transmissibles et sujet à une révision

⁵ Les *laisux* sont un type de permis établi pour une activité spécifique dans un emplacement spécifique.

régulière peuvent aider à maintenir les populations des espèces ornementales exploitées à un niveau durable. L'effort de pêche doit aussi être contrôlé et des quotes-parts doivent être instaurées sur le nombre de poissons capturés. Toutefois, étant donné que la pêche ornementale est fortement sélective, ces quotes-parts doivent être spécifiques aux espèces afin de protéger celles qui sont rares, vulnérables, endémiques ou jouant un rôle principal dans l'écologie et le fonctionnement de l'écosystème récifal (Edwards et Shepherd, 1992; Lovell, 2000).

Les limites de taille des organismes sont également un autre outil important pour la gestion de la pêche ornementale. Ce commerce marin tend à être fortement sélectif en faveur des juvéniles dus à leur coloration distinctive, au faible coût de transport (moins d'espace, conditions diététiques, etc.) et à la taille optimale pour un aquarium privé. Cependant, les juvéniles sont souvent plus sensibles au transport et présentent un taux de mortalité élevé. D'un autre côté, l'imposition d'une taille minimale permet d'assurer un nombre suffisant d'individus pouvant atteindre la maturité sexuelle en milieu naturel (Wabnitz *et al.*, 2003). Cette taille est cependant spécifique à chaque espèce, car certaines ont une croissance initiale rapide. Par exemple, en Indonésie, les coraux ont été divisés en deux catégories d'exploitation selon leur taux de croissance. Ainsi, la taille minimale pour les espèces à croissance rapide telles que *Acropora* sp. a été fixée à 25 centimètres tandis que celle pour les espèces à croissance lente telles que *Plerogyra* sp. est de 15 centimètres (Indonesia CITES Management Authority, 1999). Par ailleurs, le recrutement des populations peut aussi être préservé par la fermeture temporaire d'un secteur permettant ainsi aux juvéniles d'atteindre leur maturité sexuelle (Wood, 2001a; Wabnitz *et al.*, 2003). Une fermeture provisoire lors de la saison de reproduction est tout de même complexe par le fait que les espèces se reproduisent à des périodes différentes et que les cycles de reproduction de quelques espèces sont encore inconnus (Wabnitz *et al.*, 2003).

Malheureusement, dans la pratique, l'existence d'une quote-part ne signifie pas nécessairement que les mesures appropriées de conservation soient en place. En effet, les difficultés du

système de quotes-parts se situent au niveau du manque de connaissance et de données sur les espèces puis de la coordination entre les autorités responsables (Adam, 1997). Une banque de données doit donc être développée et les programmes de contrôle doivent rassembler toutes les données incluant au minimum l'information spécifique sur l'endroit de la capture (pays d'origine), les volumes mensuels transigés et le nombre de pêcheurs impliqués (Tissot et Hallacher, 2003). De plus, toutes ces statistiques doivent être partagées entre les pays exportateurs et importateurs afin de vérifier la véracité de ces données commerciales (Bruckner, 2001). Toutefois, pour de nombreux pays, l'information nécessaire à l'instauration de quotes-parts n'est pas souvent disponible. Dans ces cas-ci, la meilleure approche à adopter est celle de prévention (Wood, 2001a). En effet, en 2003, la CITES, responsable du commerce international, a interdit temporairement l'exportation d'un certain nombre d'espèces de corail jusqu'à ce que l'Indonésie puisse démontrer que la pêche, selon ses quotes-parts, ne contribue pas à la dégradation des récifs ou n'affecte pas la survie des populations (Wabnitz *et al.*, 2003). La CITES est le seul traité permettant d'établir un cadre juridique international pour la réglementation efficace du commerce. Par contre, aucun poisson marin d'aquarium (sauf les hippocampes) ou invertébré (sauf les palourdes et les coraux) n'est énuméré dans les annexes de ce traité intergouvernemental (Bruckner, 2001). De plus, une interdiction nationale d'importation ou d'exportation d'espèces ornementales peut encourager le marché noir et ainsi être davantage néfaste pour l'environnement (Shuman *et al.*, 2004). Ce traité doit donc être réformé pour permettre une meilleure gestion de ces ressources naturelles.

Les quotes-parts sont tout de même un outil de base efficace pour régler le commerce international, mais doivent être déterminées sur une base nationale. En effet, les règlements peuvent rarement être appliqués universellement, puisque certaines espèces peuvent être rares dans une localité et abondantes dans une autre telle que les poissons-papillons (*Chaetodon lunula*) qui sont reconnus pour leur rareté au Sri Lanka et leur multiplicité aux Maldives (Wood, 2001b).

3.3 La certification environnementale

Tous les acteurs liés à la plongée récréative (plongeurs, associations, fédérations, entreprises, opérateurs, etc.) et au commerce international d'espèces ornementales (pêcheurs, exportateurs, importateurs, consommateurs, etc.) ont une responsabilité commune afin de veiller au développement durable de leur activité. La certification environnementale (*ecolabeling*) est donc un outil universel favorisant un équilibre entre le développement d'une source de revenus stable et avantageuse pour les populations locales, le maintien des populations récifales exploitées et la réduction des incidences environnementales. C'est à l'aide d'un logo que les consommateurs peuvent facilement être informés sur le fait que ce produit et cette entreprise n'affectent pas la durabilité de la ressource ou de l'environnement. Il est ainsi plus évident pour le public de choisir ces biens et services écologiquement viables (Goodland, 2002).

Plus spécifiquement, un programme de certification environnementale de la plongée récréative a été institué en Australie en 1991. Ce programme a été développé par l'industrie de la plongée afin d'identifier les opérateurs prônant l'exploitation durable de la ressource. Ecotourism Australia, l'organisation responsable d'octroyer les certifications, base son évaluation sur différents principes dont la gestion et la planification à long terme des entreprises, la qualité de l'interprétation et de l'éducation et la collaboration avec les communautés locales. De plus, afin de maintenir leur certification, les diverses entreprises doivent continuellement mettre en place de nouvelles politiques pour atteindre les critères rigoureux exigés. Jusqu'à ce jour, cette organisation a certifié plus de 200 opérateurs tous situés en Australie (Ecotourism Australia, 2008).

Quant au commerce d'espèces ornementales, le Marine aquarium council (MAC) a créé un programme de certification pour contrôler efficacement ce commerce (Shuman *et al.*, 2004). Leur objectif est de favoriser la responsabilité des aquariophiles et de développer des normes pour la pêche, la manipulation, l'expédition et la vente des spécimens (prix, qualité, garantie de

survie après-vente) (Tullock, 1996). Ce programme est devenu opérationnel en 2001 et depuis, le MAC a attribué la certification à plus de trente agents, incluant différentes associations commerciales et de pêcheurs (Alencastro, 2004). Cependant, la certification n'est pas encore le premier critère de sélection, car elle est encore peu connue du public. La garantie de survie des spécimens est davantage considérée lors de l'achat (Rubinstein, 2003).

Pour que ces programmes de certification environnementale réussissent à créer un commerce mondial soutenable, des recherches scientifiques rigoureuses, une coopération internationale et plusieurs incitatifs du marché doivent, par conséquent, être combinés (Shuman *et al.*, 2004). Ce système d'homologation doit également être flexible et adapté aux cadres politiques et socio-économiques de chaque pays (Shuman *et al.*, 2004).

3.4 Les aires marines protégées

À travers le monde, moins de 1 % des océans est sous un statut protégé, comparé à presque 13 % de l'environnement terrestre (WWF, 1996). La conservation des ressources marines est néanmoins de plus en plus couverte par des aires marines protégées (AMP). Actuellement, il existe quelques 660 AMP qui protègent des récifs de corail. Ces zones couvrent environ 20 % des récifs mondiaux recensés par l'Atlas mondial (figure 3.1). Certaines couvrent de vastes étendues, comme le Parc marin de la Grande Barrière de corail en Australie avec 340 000 km², mais 150 autres zones sont très restreintes, soit moins de 1 km² (Spalding *et al.*, 2001). Ces dernières sont toutefois souvent trop petites et fragmentées pour être efficacement protégées à long terme. Globalement, ces zones protégées marines multiplient les mesures de protection telles que sur l'ancrage, la pêche et les activités récréatives. Ces mesures visent la protection de la biodiversité marine et des ressources culturelles puis l'utilisation durable de cet écosystème. Elles ont pour effet de valoriser une région d'un point de vue écologique, économique et culturel (CELB *et al.*, 2006). Ces zones sont d'ailleurs très attrayantes pour le tourisme et deviennent un stimulus puissant pour le développement côtier (Vogt, 1997; Fenton *et al.*, 1998).

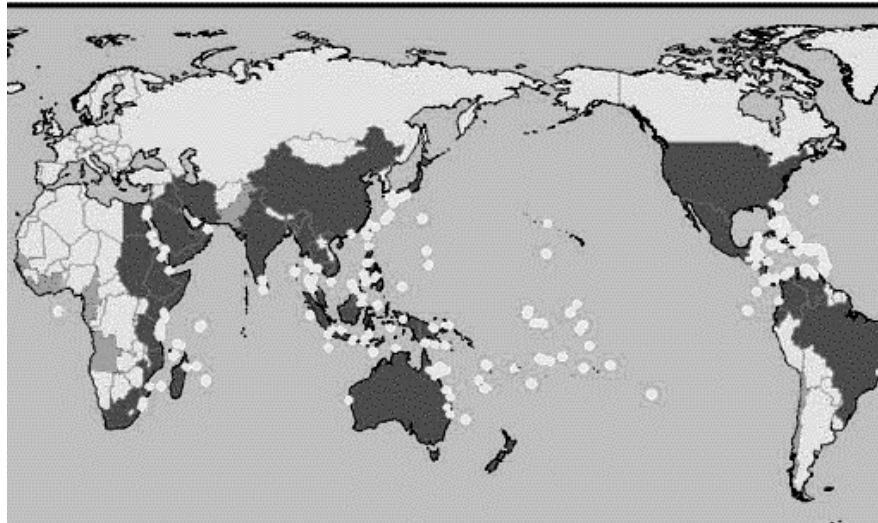


Figure 3.1 La distribution géographique mondiale des coraux (points blancs) et des aires marines protégées incluant les récifs de corail (zones ombragées)

Source : Jameson, S.C., McManus, J.W., et Spalding, M.D (1995).

Malgré tout, il y a un risque à protéger ces secteurs qui vont souvent être victimes de leur propre succès en attirant plus de visiteurs, ce qui va à l'encontre des objectifs de leur création. Par exemple, au Belize, à peine quatre années après l'inauguration de la réserve marine Hol Chan, Roberts et Polunin (1994) ont démontré que le corail avait été sérieusement endommagé par la prolifération de cyanobactéries provoquant la maladie de la bande noire. Cette prolifération survient lors de contacts répétitifs avec les plongeurs. Dans les îles Cayman, les récifs de corail sont une partie fortement estimée de l'héritage naturel, mais l'industrie du tourisme est également une partie importante de l'économie locale (Ebanks et Bush, 1990). Malgré les procédures de gestion fortement restrictives et bien maintenues, l'établissement de ce parc a attiré davantage de plongeurs et de visiteurs. Actuellement, environ 350 000 plongeurs par an visitent ces récifs, effectuant collectivement des millions de plongées (Davenport et Davenport, 2006). Les avantages de l'établissement de ce système de parcs semblent donc diminuer en raison du nombre croissant d'adeptes à ce sport récréatif (Tratalos et Austin, 2001). Ainsi, pour que le tourisme dans les AMP soit durable, la surveillance et la

gestion continues de la plongée sont nécessaires pour assurer la prospérité de l'économie et la sauvegarde des récifs (Moore *et al.*, 2007).

Les AMP sont également un outil de plus en plus important pour contrôler efficacement la pêche ornementale. Ces zones protègent les habitats et les communautés biologiques contre la pêche pouvant mener à une perte de biodiversité et à un changement de dynamique entre les espèces (Carr et Hixon, 1997). En effet, après quelque temps, et ce, indépendamment des tailles des AMP, il y a généralement une augmentation de la densité (50 %), de la biodiversité (20 %) et de la taille des organismes (30 %), ce qui accroît la biomasse des populations (75 %) et le rendement reproducteur (Russ et Alcala, 1996; Halpern, 2003). Les juvéniles et les adultes mobiles, ainsi en plus grand nombre, peuvent alors migrer dans les secteurs adjacents ce qui maintient la durabilité de la pêche (Sladek Nowlis et Roberts, 1999). Les modèles théoriques ont d'ailleurs prouvé que ces zones protégées peuvent diminuer la variabilité annuelle des captures, en particulier pour les espèces fortement surexploitées (Friedlander, 2001). Il est toutefois possible que des pêcheurs illégaux se rendent dans ces aires protégées ou que différents conflits d'usage, tels que la pêche interdite dans les secteurs d'observation du milieu et des ressources, éclatent (Wood, 2001a). Pour contrer cette possibilité, l'Australie a, quant à elle, développé une stratégie efficace de gestion. En effet, à l'intérieur de leur AMP, le territoire a été délimité en plusieurs zones qui ont été attribuées pour chaque usage (Wabnitz *et al.*, 2003). Les avantages de ces zones protégées peuvent toutefois prendre plusieurs années avant de se traduire en capture accrue pour les pêcheurs environnants (La Banque mondiale, 2006).

Aujourd'hui, ces aires protégées figurent parmi les outils les plus pertinents en matière de conservation et de gestion durable de la biodiversité marine. Ainsi, plusieurs forums internationaux (dont le Sommet de la Terre de 2002) préconisent leur création avec comme objectif la mise en place de 20 à 30 % de plus d'AMP d'ici 2012 (La Banque mondiale, 2006). Malheureusement, la grande majorité de ces secteurs protégés ne sont pas contrôlés efficacement. La plupart souffrent du faible engagement des gouvernements et du manque de

volonté politique. Il y a aussi un manque de connaissances pour la conception appropriée et l'établissement de ces aires marines de même que pour leur opération. Dans de nombreux pays en développement, la majorité des revenus globaux ne sont pas toujours destinés à la mise en œuvre de quelques mesures de protection. Les gains financiers sont davantage versés aux gouvernements locaux ce qui fut le cas de la réserve naturelle de Tangkoko-Duasudara en Indonésie où seulement 2 % des gains ont été conservés par cette réserve (Kinnaird et O'Brien, 2000).

Pourtant, les recherches prouvent que là où elles sont efficacement contrôlées, les AMP peuvent apporter une gamme d'avantages bien au-delà de la conservation de la biodiversité telle que les avantages sociaux et économiques aux communautés locales. Il est ainsi fondamental de bien démontrer ces avantages et de s'assurer qu'ils sont équitablement distribués à une gamme étendue d'utilisateurs. D'ailleurs, divers programmes, tels que Defying Ocean's End, préconisent l'établissement d'un Fonds Mondial pour l'Océan sous la structure de l'Organisation des Nations Unies (ONU) afin de mieux gérer le capital destiné à l'établissement de stratégies de conservation (Defying Ocean's End, 2008). De surcroît, la participation de toutes les parties impliquées et la consultation appropriée des scientifiques et des communautés locales sont essentielles afin de réduire au minimum les conflits et d'optimiser les bénéfices (Wabnitz *et al.*, 2003). De cette manière, ces zones peuvent alors être acceptées et avoir un succès à long terme (La Banque mondiale, 2006).

Dans cette optique, la dernière section de cet essai tentera de mettre en évidence le rôle que peut jouer plus spécifiquement l'industrie du tourisme en tant qu'incitatif majeur dans la mise en œuvre de diverses stratégies de conservation.

Chapitre 4

Le rôle de l'industrie du tourisme

Les voyages ont longtemps été réservés aux explorateurs et aux privilégiés fortunés. Toutefois, l'avènement des communications et des compagnies aériennes a permis une expansion planétaire du phénomène. En quelques décennies seulement, plus de 60 % des Européens et des Nord-Américains ont réalisé divers voyages d'agrément. Ces dernières années, le tourisme international s'est même développé dans les nouvelles classes moyennes des pays en émergence (Dutorme, 2007). Cette industrie est cependant confrontée à divers obstacles tels que les catastrophes naturelles, les hausses du coût du pétrole, les variations du taux de change, les incertitudes économiques et politiques puis le terrorisme (OMT, 2007).

Malgré tout, le nombre d'arrivées de touristes internationaux ne cesse d'augmenter. Depuis 1940, cette industrie a enregistré une progression annuelle constante d'environ 6,5 % et le nombre de déplacements touristiques à l'étranger est passé de 15 millions lors de l'après-guerre à 846 millions en 2006 (OMT, 2007). Aujourd'hui, la croissance moyenne annuelle est estimée, selon l'Organisation mondiale du tourisme (OMT), à 4,1 %. Ce phénomène est toutefois loin d'être terminé, car cette organisation prévoit que 1,6 milliard d'arrivées internationales seront enregistrées en 2020. Selon les prévisions, le tourisme international va donc doubler dans les quinze prochaines années, après avoir quadruplé depuis les trente dernières (figure 4.1) (OMT, 2007).

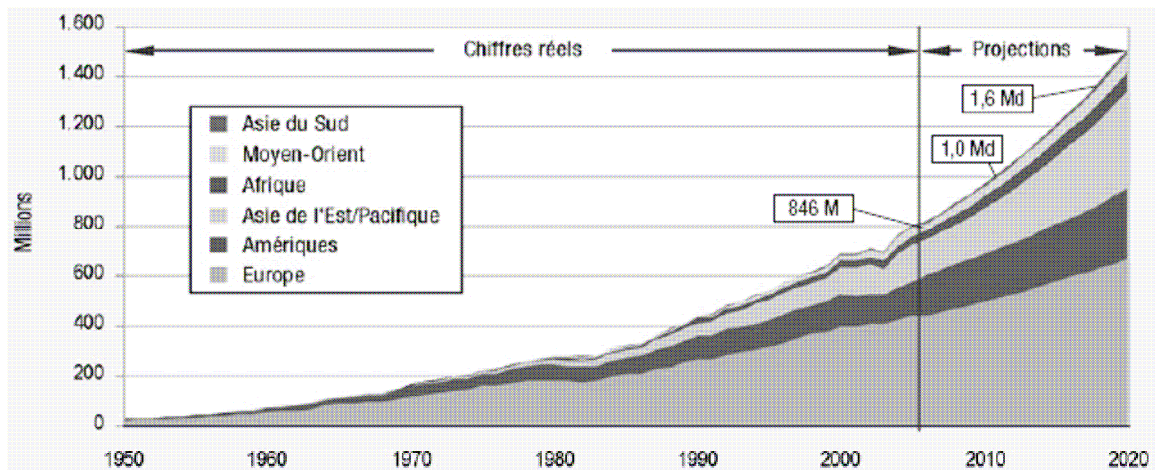


Figure 4.1 Le nombre d'arrivées internationales de touristes entre 1950 et 2020

Source : OMT (Organisation mondiale du tourisme) (2007).

L'évolution des gains financiers liés au tourisme suit la même tendance à la hausse. Ils sont passés de 264 milliards de dollars en 1990 à plus de 700 milliards en 2006, en excluant les bénéfices du transport international. Le secteur touristique est donc au premier rang du commerce mondial, dépassant le secteur de l'automobile et des hydrocarbures. Il croît également 1,3 fois plus rapidement que le produit mondial brut (PMB) (Assous, 2004; OMT, 2005).

Le tourisme global est l'une des plus grandes industries du monde, mais c'est le tourisme marin qui croît actuellement plus rapidement que tous autres secteurs (Orams, 1999). L'accessibilité à de nouvelles destinations et à des activités plus aventureuses puis le désir croissant d'observer la faune et la flore accentuent cet intérêt pour les ressources côtières. D'ailleurs, plus de 60 % des voyageurs privilégient les côtes comme destination touristique (Davenport et Davenport, 2006). Par contre, de nombreux enjeux environnementaux, sociaux et économiques rendent cette industrie extrêmement névralgique, autant dans les pays en développement que dans les pays industrialisés. En effet, le développement du tourisme peut

menacer l'intégrité des récifs coralliens, mais, bien géré, il peut contribuer à leur protection et peut même devenir un incitatif de première importance pour leur préservation.

4.1 Les enjeux environnementaux

La dégradation des écosystèmes provoquée par le tourisme est malheureusement un trait de l'industrie. Les impacts environnementaux sont d'ailleurs de plus en plus visibles, et ce, internationalement. En effet, cette industrie peut créer une grande pression sur les ressources locales (énergie, nourriture) et peut augmenter toutes les formes de pollution (air, eau, sonore, visuelle). De plus, le développement rapide de l'urbanisation ainsi que la production croissante de déchets induisent des effets à long terme et parfois même irréversibles. Les attentes du client, préoccupation exclusive des agences de séjours touristiques, sont l'une des causes de ce problème. Les besoins des vacanciers sont effectivement souvent supérieurs aux possibilités locales, ce qui conduit à une demande excessive (Sanchez, 2006). Dans ce cas, la mise en œuvre de mesures de conservation peut alors être perçue comme une barrière au développement de cette industrie.

L'aspect environnemental est cependant important puisque la majeure partie de l'activité touristique mondiale repose sur les richesses du patrimoine naturel. Elles sont souvent même la seule ressource attractive présente. Le respect environnemental de ces écosystèmes marins est donc primordial afin d'assurer la pérennité de cette industrie qui peut, par le fait même, être un facteur favorisant la préservation de ces milieux (Sanchez, 2006). En effet, le tourisme contribue à la protection, à la conservation et à la restauration de la diversité biologique en intensifiant la conscience de la valeur des récifs et en incitant les gouvernements et les communautés à préserver leur écosystème. Il peut aussi mener à une amélioration de l'attitude des usagers de ces ressources et au développement des activités ayant comme orientation la préservation de l'environnement marin (PNUE, 2001). D'ailleurs, les utilisateurs réguliers des milieux récifaux, tels que les plongeurs, adhèrent souvent aux associations de soutien à la gestion du milieu marin dans le but de minimiser leur propre impact (Spalding *et al.*, 2001).

Ainsi, en raison des connaissances accrues, du pouvoir de décision et des avantages nationaux qu'engendre le tourisme, les gestionnaires s'orientent de plus en plus vers une planification saine et à long terme des côtes. La création d'AMP est l'une des options considérées, comme ce fut le cas pour l'île d'Hawaï, qui a en plus ouvert un centre international pour la recherche sur les systèmes écologiques (Spergel et Moye, 2004). Plusieurs opérateurs proposent également des services qui respectent l'intégrité des récifs et des techniques plus propres (Spalding *et al.*, 2001). Par exemple, l'établissement de bonnes pratiques, telles qu'un bâtiment vert (matériaux de construction, système d'égout, sources d'énergie), est mis souvent de l'avant afin de réduire les incidences sur l'environnement (PNUE, 2001).

Les espèces marines ornementales maintenues dans des aquariums privés ou publics peuvent aussi aider à informer la population au sujet de la biodiversité et augmenter la conscience environnementale sur la nécessité de conserver ces écosystèmes récifaux (Wood, 2001a). Par la suite, l'influence de l'opinion publique peut modifier les comportements à risque tels que les méthodes de pêche destructives (Sanchez, 2006). D'ailleurs, dans les îles Cook, en raison de nombreuses plaintes des plongeurs au sujet de la destruction de l'habitat, la seule entreprise exportatrice a écarté les collecteurs qui endommageaient fréquemment les récifs (Bertram, 1996). Les collecteurs inexpérimentés ne sont également plus autorisés à exploiter les secteurs plus à risque. Au Sri Lanka, les revendeurs n'acceptent maintenant que les poissons en bon état. Ils inspectent chaque spécimen et ceux rejetés sont retournés à la mer ou utilisés pour l'industrie alimentaire. Dans le premier cas, leur chance de survie n'est pas très élevée, mais les collecteurs, qui ne sont pas payés pour les spécimens rejetés, sont portés à faire davantage attention (Wood, 2001a). Au niveau international, une mauvaise réputation liée aux pratiques de pêche incite fréquemment les consommateurs à s'approvisionner dans d'autres pays ce qui oblige les gouvernements à agir. La certification environnementale est souvent l'une des solutions envisagées (Wood, 1992). Ainsi, étant donné que la plupart des organismes marins d'aquarium sont destinés aux pays développés, les consommateurs ont davantage accès à l'information. Ils sont donc en mesure d'exercer une influence considérable. Plusieurs pays ont d'ailleurs décrété des lois strictes visant la mise en place de mesures de protection, en

partie à la suite de pressions sociales, mais assurément dans le but ultime d'assurer la pérennité de l'industrie du tourisme (PNUE, 2001).

Par conséquent, un modèle alternatif au tourisme de masse est de plus en plus mis en évidence, parallèlement à l'avènement du concept de développement durable sur la scène internationale (Sommet de la Terre en 1992). En effet, le tourisme peut devenir une source potentielle de développement durable afin de protéger les écosystèmes (PNUE, 2001). L'écotourisme promeut donc une nouvelle forme de tourisme; plus adaptée à la région et plus écologiquement viable (Duterme, 2007). La percée de ce « tourisme durable » est cruciale, car le manque d'attention au niveau des impacts environnementaux peut entraîner de graves conséquences dont la destruction irréversible des écosystèmes marins, et conséquemment le déclin de l'attractivité de la destination touristique (Diedrich, 2007).

4.2 Les enjeux sociaux

L'influence des interactions entre les communautés locales et les touristes n'est pas toujours évidente à identifier et à évaluer. Toutefois, le tourisme peut avoir un impact négatif sur les communautés locales en transformant leur culture en un produit, telle que les démonstrations de rituels religieux. Les modèles de consommation et de styles de vie peuvent aussi être un élément de tension (PNUE, 2001). En raison de ce décalage, le taux de criminalité augmente avec la croissance du tourisme (Duterme, 2007). Ensuite, sa répression aggrave les tensions sociales telles que le démontre la présence d'incidents violents sur les plages brésiliennes de Rio de Janeiro situées tout près des favelas⁶ (PNUE, 2001).

Les retombées du tourisme en terme d'emploi dans les pays en développement sont également controversées. Les travailleurs n'ont habituellement aucune garantie d'emploi, sont sous qualifiés et sans protection sociale (Duterme, 2007). Un autre impact social flagrant est

⁶ Les favelas sont des bidonvilles brésiliens insalubres et rudimentaires.

l'émigration de la jeunesse locale à la poursuite d'emplois connexes au tourisme. Quelques villages perdent même plus de 90 % de leurs jeunes actifs économiquement. Ces exodes massifs engendrent alors une dissociation des jeunes pour les rites, les pratiques religieuses et les métiers traditionnels. Ils reviennent souvent, entre autres, avec des coutumes, des valeurs et des modèles vestimentaires peu communs aux communautés locales (Dehais, 2001; Murray, 2007). Un autre fléau est le travail illégal répandu des enfants en bas âge (PNUE, 2001). Dans le secteur marin, ils sont appelés à la capture des ressources marines destinées à la fabrication de souvenirs. Toutefois, ce travail peut être particulièrement dangereux pour la santé en raison de l'utilisation de produits chimiques (McManus *et al.*, 1997).

Malgré tout, le tourisme contribue à l'amélioration des conditions de vie des communautés. Il a également le potentiel de favoriser le développement social par les divers échanges culturels menant souvent à une prise de conscience de la valeur des ressources côtières. Il est un outil de développement des infrastructures plus écologiquement durables telles que des systèmes d'égout (OCDE, 2000). De nombreux emplois créés par le tourisme peuvent aussi susciter la réduction de la dégradation du milieu et subviennent aux besoins de nombreuses familles. Par exemple, en 1996, une école de langue espagnole employant cent résidents a été créée dans la Réserve de la Biosphère Maya au Guatemala pour enseigner aux touristes. Ces éducateurs travaillaient auparavant dans l'extraction illégale de bois pour la construction. En 2000, la majorité des familles bénéficiant de ces revenus a réduit ses pratiques non viables, ce qui a diminué grandement la pression environnementale exercée (PNUE, 2001). Cet exemple peut être transposable à une communauté côtière qui, bénéficiant des avantages de l'industrie du tourisme, réduit et même renonce à l'exploitation souvent destructive des ressources naturelles marines (Li *et al.*, 2006). Ces communautés sont d'ailleurs un élément fondamental à la conception et à la réussite de diverses mesures de protection des écosystèmes coralliens (La Banque mondiale, 2006). Le gouvernement de la Tanzanie a bien compris cet aspect et c'est pour cette raison, qu'avec le financement de la Banque mondiale, il a incorporé l'allègement de la pauvreté au cœur même de la conservation marine (UICN, 1993).

Une industrie alternative s'est aussi développée depuis quelques années, soit le tourisme solidaire ou équitable. Ce tourisme prône, entre autres, le développement touristique par les populations locales qui sont normalement les mieux placées pour cerner les enjeux régionaux et locaux (Sanchez, 2006). Au Pérou, un réseau d'artisans a d'ailleurs été créé par les communautés afin d'encourager la perpétuation des traditions artisanales, de maintenir les structures traditionnelles de leur culture et de contribuer ainsi à freiner l'exode rural. Ce réseau propose des conditions de travail décentes et des salaires justes. Diverses entreprises touristiques offrent également aux voyageurs l'opportunité de constater directement les effets d'un commerce équitable et solidaire. Les touristes ont alors la possibilité, dans un respect mutuel, de connaître une autre culture et de prendre conscience de la réalité du pays. Ces expériences sont des plus valorisantes et enrichissantes autant pour eux que pour les communautés impliquées (Poos, 2007).

Les conséquences positives du tourisme peuvent donc surgir seulement si le tourisme est développé d'une manière durable avec la participation et le consentement des populations régionales (Diedrich, 2007). Les gouvernements doivent aussi encourager et faciliter le développement d'entreprises locales. En effet, une communauté impliquée est plus favorable aux changements et prend de meilleures décisions à long terme au niveau de la protection des récifs (PNUE, 2001; Diedrich, 2007). Elle a davantage une attitude positive envers le tourisme ce qui améliore l'attractivité de la destination. Les communautés locales doivent par conséquent être conscientes de la valeur directe et indirecte qu'offrent les récifs de corail pour qu'elles puissent profiter à long terme du développement de cette industrie (Hawkins *et al.*, 2005).

4.3 Les enjeux économiques

Les avantages économiques concrets de l'industrie du tourisme sont l'une des principales justifications de son développement. Toutefois, ces retombées économiques se font, en grande partie, en faveur des pays du nord (PNUE, 2001). En effet, elles sont souvent perçues par les

pays développés en raison de l'implantation de leurs grandes entreprises et de leurs multinationales. Ces pays sont d'ailleurs souvent les seules à posséder le capital nécessaire pour investir dans les infrastructures touristiques (Dutorme, 2007). Leurs équipements (matériaux et équipements de construction), leurs biens (nourriture et consommations) et leurs autres produits sont aussi exportés vers les pays défavorisés afin de correspondre aux exigences des touristes et aux normes internationales (Sustainable Travel International, 2007). À titre d'exemple, pour la plupart des forfaits tout inclus, environ 80 % des dépenses des voyageurs vont directement aux compagnies aériennes et internationales dont les sièges sociaux sont situés dans les pays développés (Assous, 2004).

Les gouvernements peuvent aussi avoir peu de scrupule lorsqu'il s'agit de questions financières et sont souvent peu enclins à investir davantage dans la préservation. Effectivement, en maximisant le nombre de visiteurs étrangers, ces voyageurs vont générer énormément de capitaux dans l'économie locale et plus directement aux communautés. Ceci est beaucoup plus bénéfique à court terme pour ces gouvernements que de contrôler l'exploitation de la ressource et ainsi risquer de perdre leur attractivité (Wells, 1993). Par conséquent, les pays, souvent ceux avec des économies faibles, deviennent plus tolérants, car toute restriction peut avoir un effet direct sur la concurrence entre les destinations touristiques (Clark *et al.*, 1998). Les règles du marché dictent alors souvent l'applicabilité des mesures de conservation (Van Treeck et Schuhmacher, 1998).

Par contre, dès le début des années 1960, une nouvelle théorie voulant que le tourisme puisse être un judicieux outil de développement des pays en développement a été mise de l'avant par la Banque mondiale (Sanchez, 2006). En fait, l'une des motivations primaires pour qu'une région se développe comme destination touristique est certes l'amélioration économique prévue. Le tourisme bien contrôlé permet donc le développement économique de nombreux pays et est perçu comme le secteur ayant le plus grand potentiel de revenus (Puglise et Kelty, 2007). Dans beaucoup de pays en voie de développement et d'îles, ce commerce est d'ailleurs leur principal et, parfois même, leur seul gage de revenus (Gormsen, 1997). Il constitue

d'ailleurs la principale source de devises étrangères pour 46 des 49 pays les moins avancés économiquement (IYOR, 2008).

Ainsi, la préservation des écosystèmes exploités par cette industrie est importante et le tourisme peut non seulement en bénéficier, mais également y contribuer lorsqu'une partie des gains est utilisée pour l'établissement de mesures de conservation. Effectivement, le tourisme permet aux gouvernements d'augmenter ses gains en capital avec les impôts sur le revenu et les taxes sur les biens et services (location d'équipement récréatif, activités). Les redevances peuvent ainsi fournir les fonds requis pour le contrôle de l'exploitation des ressources naturelles. Par exemple, une partie des recettes peut permettre la création et le maintien des AMP. En effet, ces secteurs protégés nécessitent un investissement régulier pour la conception de plans de gestion, la construction et l'entretien des infrastructures (bâtiments, bateaux), le personnel administratif (salaires, formation), la surveillance, etc. (La Banque mondiale, 2006). À titre d'exemple, le parc marin de la Grande Barrière de corail dépense annuellement 1,7 million de dollars uniquement pour la surveillance le long des récifs coralliens (CCIF, 2001). Sans cet apport financier, les pays en développement n'auraient souvent pas les fonds nécessaires pour concrétiser les différentes stratégies de conservation même si les avantages économiques à long terme sont généralement supérieurs aux coûts de cette protection (Pendleton, 1995; Luttinger, 1997).

Pour financer les mesures de protection, diverses approches existent tels que les pénalités émises par les officiers marins lorsque les lois ne sont pas respectées (pêche illégale, déversement de produits nocifs) (CCIF, 2001). Par contre, c'est le tourisme qui engendre le plus de gains permettant de financer les actions de conservation et leur maintien (La Banque mondiale, 2006). Par exemple, des droits d'entrée sont chargés aux visiteurs pour l'accès aux AMP. Il y a aussi des honoraires d'utilisation qui sont facturés lors d'activités récréatives, telles que la plongée, ou lors de l'emprunt d'équipements spécifiques (équipement de plongée, surf) (Spergel et Moye, 2004). De surcroît, ce système d'honoraires, en plus de subventionner les mesures de conservation, a donné lieu à d'autres avantages stratégiques. Par exemple, un

intérêt plus développé pour la protection des écosystèmes coralliens a été observé chez les plongeurs en raison de leur contribution personnelle. En plus, il semble y avoir une meilleure conformité aux règlements et une participation accrue aux activités de conservation (De Meyer, 1997). Ainsi, grâce aux gains financiers possibles, le tourisme a la capacité d'augmenter la valeur des récifs coralliens aux yeux des fonctionnaires locaux et des institutions maritimes (PADI, 2008). De plus, les gouvernements et les populations locales sont davantage enclins à mettre en place des mesures de protection afin de maintenir à long terme les activités touristiques et ainsi bénéficier des revenus engendrés. Grâce à ces revenus, l'industrie du tourisme peut d'ailleurs aider à l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le développement des Nations Unies, qui visent à réduire la pauvreté dans le monde d'ici 2015. Par conséquent, il y a de nombreux avantages économiques réels à la protection des écosystèmes coralliens.

4.4 Le cas du Brésil

Le Brésil est le pays le plus vaste d'Amérique latine. Son littoral s'étend sur environ 8 400 kilomètres et plus de 38 millions de personnes y résident (Barragan-Munoz, 2001; IYOR, 2006). Plusieurs systèmes récifaux peuplent d'ailleurs ces eaux de l'océan Atlantique Sud et près de 70 % du produit national brut est basé sur les revenus directs et indirects émanant de l'utilisation et de l'exploitation de ces ressources (La Banque mondiale, 2006). Au cours des cinquante dernières années, divers changements structurels survenus suite à la période du régime militaire dictatorial ont permis, entre autres, de diminuer la corruption au niveau gouvernemental, de réduire les politiques économiques aberrantes et d'augmenter l'accessibilité aux régions côtières (nouvelles infrastructures routières). Ces changements ont permis le développement de la côte brésilienne qui a toutefois subi une industrialisation intensive et un développement urbain chaotique affectant grandement les écosystèmes récifaux (Leao et Dominguez, 2000). De manière générale, la sédimentation, la pollution (domestique, agricole et industrielle), l'exploration et la production de gaz naturel, la surexploitation des

ressources et les activités récréatives non contrôlées en sont les principales menaces (IYOR, 2006; La Banque mondiale).

Les écosystèmes brésiliens, comme la majorité des récifs coralliens mondiaux, présentent conséquemment des signes de dommages importants (Leao *et al.*, 2006). En effet, l'Amérique du Sud est reconnue pour sa diversité remarquable ce qui en fait une destination exceptionnelle pour la plongée récréative et la pêche ornementale (Ministerio do Turismo, 2006). Le Brésil est d'ailleurs l'un des cinq principaux pays exportateurs d'organismes tropicaux ornementaux dans le monde, dont les plus populaires sont endémiques et rares (Monteiro-Neto *et al.*, 2003). Dans le sud du pays, il y a même eu un cas d'extinction locale; l'anémone géante (*Condylactis gigantea*). Ceci pourrait d'ailleurs être le premier cas documenté d'extinction locale d'un organisme marin ornemental (Gasparini *et al.*, 2005). Pour contrer les dégradations d'origine anthropique, les représentants brésiliens ont fait de ce pays un fervent défenseur de la convention sur la diversité biologique lors de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement à Rio de Janeiro en 1992. Ils ont axé leur campagne sur le développement des secteurs protégés dans tout le pays et aujourd'hui, le Brésil est l'un des pays ayant le plus grand pourcentage de zones protégées. Toutefois, la plupart de ces initiatives tendaient à ignorer les zones côtières ce qui fait que seulement neuf AMP comprenant des récifs coralliens ont été créées pour promouvoir la conservation et surtout la protection culturelle de ces zones (Diegues 2002).

Par la suite, le tourisme est devenu le moteur du développement économique et social du pays. Aujourd'hui, cette industrie est florissante et joue un rôle majeur dans l'économie (4,2 milliards de dollars). Elle est même économiquement plus importante que les produits nationaux tels que le café. En plus, le potentiel touristique du Brésil est incomparable en raison de son climat tropical et de sa diversité biologique. En 1998, selon la Pesquisa Anual de Serviços (PAS), plus de 4,8 millions de touristes ont visité le Brésil et 91 % d'entre eux avaient la ferme intention d'y revenir (Oliveira, 2002). Par conséquent, le tourisme peut soutenir l'économie régionale en attirant des investisseurs, en créant des millions d'emplois et

en générant des revenus. Ceci permet de diminuer la pauvreté en plus de fournir les fonds supplémentaires nécessaires à la gestion et la protection des récifs coralliens (Oliveira, 2002). Par exemple, l'archipel de Fernando de Noronha, situé à 545 kilomètres des côtes de l'État de Pernambuco, est un lieu de reproduction et de subsistance essentiel pour de nombreuses espèces marines (Ministerio do Turismo, 2006) (figure 4.2).

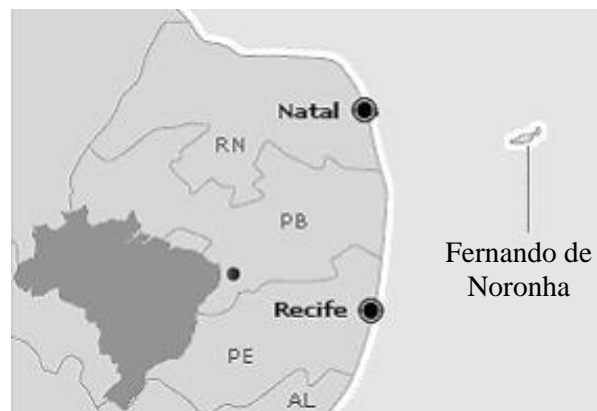


Figure 4.2 La carte géographique localisant l'archipel de Fernando de Noronha au Brésil

Modification de : Governo de Pernambuco (2007).

Cet archipel se distingue par la limpidité de ses eaux, la beauté de ses paysages sous-marins et l'abondance et la diversité des espèces. D'ailleurs, la plongée peut être pratiquée tout au long de l'année (Ministerio do Turismo, 2006). L'île a aussi un aspect historique et culturel distinctif, car l'archipel a autrefois été le centre stratégique contrôlant l'accès au Brésil. Plusieurs épaves de navires se retrouvent également autour de l'île ce qui est d'une grande richesse pour l'archéologie marine de la région (UNESCO, 2001). En plus de son importance environnementale et sociale, cette île s'est transformée, au cours des dernières décennies, en tant que lieu touristique d'une grande importance. Le tourisme représente d'ailleurs l'activité économique principale de l'île avec des recettes de plus de dix millions de dollars annuellement (Ministerio do Turismo, 2006). Afin de protéger ces ressources inestimables, la

transformation de la base militaire en un parc naturel protégé en 1988 s'est alors concrétisée grâce à la pression des organismes environnementaux nationaux et internationaux. Cette île a même été classée au patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO en 2002 (Ministerio do Turismo, 2007).

L'État et le gouvernement fédéral, responsables de la supervision du parc, ont donc décidé de préserver l'île grâce à diverses stratégies, dont la limitation du développement touristique. Pour ce faire, ils ont divisé l'île en deux zones. La première est un parc national où l'accès est limité, le développement touristique interdit et les terres appartiennent au gouvernement fédéral. L'autre est une AMP où un système de zonage a été créé et où l'exploitation est très restreinte. Ainsi, afin d'assurer une partie du financement du parc, le gouvernement impose aux touristes une taxe de préservation environnementale; taxe qui a permis d'amasser huit millions de dollars en 2005 (Ministerio do Turismo, 2006). Le gouvernement décrète aussi un nombre limite de touristes pouvant se rendre sur l'île (420 visiteurs par jour) et interdit l'introduction de toutes matières non recyclables. L'ensemble de l'industrie reliée au tourisme (hôtels, excursions, etc.) est exclusivement de l'ordre local (Oliveira, 2002). Ensuite, la pêche commerciale est interdite, mais celle qui est artisanale est autorisée. À des fins de surveillance, onze gardiens équipés de quatre véhicules et d'un bateau à moteur assurent la gestion du parc. La communauté locale aide aussi le personnel à contrôler les activités illicites et participe activement aux activités de conservation (UNESCO, 2001). De plus, afin de réduire au maximum les incidences environnementales négatives, tous les visiteurs doivent assister à un exposé sur la réglementation et la gestion du parc et des cours de formation destinés aux guides locaux et aux clubs de plongées sont organisés annuellement (Dutra *et al.*, 2005).

L'environnement marin étant la principale source de revenus, la population locale de Fernando de Noronha a un intérêt réel à concilier l'industrie touristique et la conservation des ressources marines. Dans cet exemple de cas, l'industrie touristique est donc un incitatif à la préservation de cet écosystème corallien. Toutefois, il apparaît évident que, dans les pays en voie de développement, la coopération inadéquate entre les différents paliers institutionnels puis le

manque de considération politique et de conscientisation compromettent la sauvegarde des récifs coralliens (Rajasuriya *et al.*, 1995). En effet, les pêches destructives sont souvent tolérées et même organisées par les autorités supposées imposer les lois. Par exemple, la pêche ornementale au cyanure est illégale, mais elle est encouragée par les fonctionnaires civils et les militaires corrompus. Ces derniers peuvent même être impliqués dans l'achat et le transport des espèces destinées au commerce d'organismes ornementaux (Mak *et al.*, 2005). Le développement touristique dans le sud des Amériques exige donc des changements structurels importants (organisation, investissement, etc.) et les gouvernements doivent y jouer un rôle majeur. Toutefois, ce rôle est particulièrement difficile à assumer dans un contexte de pauvreté. Au Brésil, seulement 50 des 184 millions d'habitants en 2002 avaient un niveau de vie comparable aux Nord-Américains (La Banque mondiale, 2006). Par conséquent, la promotion, l'établissement et la mise en application de mesures de préservation ne sont généralement pas une priorité dans les régions où l'allègement de la pauvreté, le développement économique rapide et la résolution de conflits internes et externes sont davantage pressants (Oliveira, 2002). De plus, le manque de capacité institutionnelle est un obstacle à la mise en application de politiques environnementales de conservation (Oliveira, 2002). Par exemple, bien que des tentatives aient été faites, la surveillance du commerce ornemental est presque inexistante au Brésil (IBAMA, 2000; Monteiro-Neto *et al.*, 2003). Les gouvernements doivent donc assumer leur double rôle, soit celui d'instigateur du développement économique et de protecteur de l'environnement. Par contre, les intérêts économiques tendent généralement à être la priorité de la plupart des gouvernements des pays en voie de développement, et ce, au détriment de leurs ressources environnementales (La Banque mondiale, 2006). Ainsi, avec la prise de conscience et l'accroissement du tourisme responsable, diverses stratégies de conservation sont promues et fortement appuyées par la communauté internationale. Avec cette pression constante, les gouvernements sont donc de plus en plus contraints à améliorer leurs politiques environnementales afin de protéger le développement touristique de leur pays (La Banque mondiale, 2006).

Conclusion

Les objectifs de cet essai étaient, en tout premier lieu, d'identifier la valeur globale des écosystèmes récifaux au niveau mondial. Ainsi, tel qu'il a été présenté antérieurement, les récifs coralliens sont d'une grande importance au niveau environnemental, social et économique. Ils jouent un rôle clé en influençant, entre autres, la production de l'habitat, la biodiversité et les niveaux d'érosion du littoral. Ces écosystèmes sont également liés aux valeurs culturelles et sociales de nombreuses communautés indigènes et constituent une source alimentaire et économique capitale pour leur survie et le développement de leur région. Malgré tous ces avantages réels et perceptibles, ce milieu subit malheureusement déjà divers dommages souvent irréversibles.

Conséquemment, le deuxième objectif était de présenter des exemples concrets de sources de stress et de stratégies de conservation étant donné que ce milieu fragile est très sensible aux interventions anthropiques. Toutes modifications, créées, entre autres, par la plongée récréative et par l'aquariophilie, peuvent porter atteinte à l'équilibre de cet écosystème. À long terme, tous les facteurs anthropiques combinés aux impacts d'origine naturels susciteront des conséquences néfastes telles que des inondations et une diminution des stocks halieutiques. L'économie côtière n'en sera que pénalisée vu qu'elle est, dans la plupart des cas, entièrement dépendante de l'écosystème corallien. Divers changements dans la gestion des récifs doivent donc être entrepris rapidement afin de réduire les niveaux actuels de dégradation. Une meilleure considération de ce milieu est nécessaire de la part des scientifiques, des décideurs, des organismes gouvernementaux compétents et des communautés locales pour promouvoir l'importance de la conservation et de l'utilisation soutenable des ressources marines. Toutefois, il est important de bien spécifier que, malgré l'abondance de mesures de protection, c'est la conscientisation environnementale qui est à la base de la réussite de toutes stratégies de conservation et de gestion des écosystèmes.

L'industrie touristique peut d'ailleurs avoir un pouvoir incitatif important quant à la préservation des écosystèmes coralliens. Ainsi, le dernier objectif de cet essai était d'illustrer le paradoxe de cette industrie qui peut amplifier les sources de stress, mais également jouer un rôle déterminant dans la protection de l'environnement. Effectivement, les stratégies de conservation peuvent parfois être perçues négativement par l'industrie, car elles peuvent être une barrière à son développement. Par contre, les avantages de préserver cette industrie fort rentable incitent généralement les pays à instaurer des mesures de protection de l'écosystème corallien. De plus, les touristes, voulant profiter d'un milieu sain, créent une pression importante sur les autorités locales pour que ces dernières établissent des stratégies de conservation. L'implication des communautés locales et des gouvernements est également essentielle pour le développement de l'industrie touristique. Le tourisme permet en effet de multiples échanges culturels et les pays en bénéficient grandement au niveau économique grâce à la création de nouveaux emplois et à l'importation de nombreuses devises étrangères. De plus, une partie des recettes peut même être investie dans la mise en place de diverses mesures de protection. Des exemples, tels que l'île de Fernando de Noronha au Brésil, illustrent bien que l'industrie du tourisme et la conservation des écosystèmes coralliens sont interreliées, tout comme l'action proactive et la coopération entre les communautés et les gouvernements locaux. Lorsque bien gérée, cette industrie est alors une motivation importante à la préservation des capitaux environnementaux contre la détérioration.

Le défi est par conséquent d'avoir des politiques efficaces pour encourager et aider les communautés locales à développer cette industrie de manière durable. Il faut, par conséquent, développer et vulgariser les moyens de protection et sensibiliser la population afin de diminuer les pressions exercées sur l'environnement et, par le fait même, accroître le niveau de vie des communautés locales. De plus, les organismes gouvernementaux doivent se concentrer davantage sur l'aspect environnemental à long terme que sur les aspects économiques et politiques. Une meilleure coopération entre les différents pays est également essentielle, car les influences négatives sur l'écosystème récifal ne sont pas limitées aux frontières politiques.

D'ailleurs, depuis quelque temps, les Nations Unies ont pris conscience de l'état alarmant des récifs et de l'importance de ces derniers pour la condition de vie des populations. Ce constat a incité le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), en décembre 2000, à créer une section spéciale axée sur les récifs coralliens. Elle a comme mission de coordonner les efforts internationaux en matière de protection et de soutenir l'utilisation durable des ressources récifales. Elle administre aussi de nombreux réseaux et initiatives en faveur de la conservation de cet écosystème. L'intérêt croissant de la communauté internationale est également notable, comme en témoigne l'initiative des membres de l'International Coral Reef Initiative (ICRI), de consacrer une « Année internationale des récifs coralliens ». Cette campagne mondiale, inaugurée officiellement le 24 janvier 2008, veut éveiller la prise de conscience sur la valeur et l'importance des récifs de corail ainsi que sur la compréhension des menaces. Elle a comme objectif de motiver les gouvernements, les organismes, les institutions scolaires, les communautés et les individus à agir pour la protection de cet écosystème (IYOR, 2007). Ce projet est des plus essentiels, car encore aujourd'hui, il y a un manque flagrant de connaissances sur les écosystèmes coralliens du monde entier; connaissances d'ailleurs nécessaires pour la gestion efficace de ces écosystèmes et le développement durable de l'industrie du tourisme.

Liste des références

- Adam, S. (1997). The aquarium fishery of the Maldives. *Workshop Proceedings on Integrated Reef Resources Management in the Maldives* 76, 93-116.
- Alencastro, L.A. (2004). Hobbyists preferences for marine ornamental fish: A discrete choice analysis of source, price, guarantee and ecolabeling attributes. M.S. thesis, University of Florida, United States.
- Andrews, C. (1990). The ornamental fish trade and fish conservation. *Journal of Fish Biology* 37, 53-59.
- Anon, N.D. (1998). The Haribon Netsman Training Programme. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin* 4, 7-12.
- Assous, R. (2004). Voyages au Sud, profits au Nord. *Alternatives internationales* 15, 1-2.
- Barber, C.V., et Pratt, V.R. (1997). *Sullied Seas: strategies for combating cyanide fishing in Southeast Asia and beyond* (Washington: World Resources Institute and International Marinelife Alliance).
- Barker, N.H.L. (2003). Ecological and socio-economic impacts of dive and snorkel tourism in St. Lucia, West Indies. Ph.D. Thesis, University of York, United Kingdom.
- Barker, N.H.L., et Roberts, C.M. (2004). Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation* 120, 481-489.

- Barragan-Munoz, J.M. (2001). The Brazilian National Plan for Coastal Management (PNGC). *Coastal Management* 29, 137-156.
- Bertram, I. (1996). The aquarium fishery in the Cook Islands. Is there a need for management? *SPC Live Reef Fish Information Bulletin* 1, 10-12.
- Birkeland, C.E. (1997). *Life and death of coral reefs* (New York: Chapman and Hall).
- Bruckner, A.W. (2001). Tracking the trade in ornamental coral reef organisms: The importance of CITES and its limitations. *Aquarium Sciences and Conservation* 3, 79-94.
- Bryant, D., Burke, L., McManus, J., et Spalding, M. (1998). *Reefs at risk: a map-based indicator of the threats to the world's coral reefs* (Washington: World Resources Institute).
- Burke, L., et Maidens, J. (2004). *Reefs at Risk* (Washington : World Resources Institute).
- Carr, M.H., et Hixon, M.A. (1997). Artificial reefs : the importance of comparisons with natural reefs. *Fisheries* 22, 28-33.
- CELB (Center for Environmental Leadership in Business), CORAL (The Coral Reef Alliance), et TOI (Tour Operators' Initiative) (2006). *Guide de bonnes pratiques: Gérer les impacts du secteur des loisirs nautiques sur l'environnement* (Cambridge : ICRAN).
- CCIF (Conservation and Community Investment Forum) (2001). *Analysis of Destructive Reef Fishing Practices in the Indo-Pacific* (San Francisco : CCIF marine program).

- Clark, M., Riley, M., Wilkie, R., et Wood, R. (1998). *Researching and Writing Dissertations in Hospitality and Tourism* (London: International Thomson Business Press).
- Cole, B., Tamaru, C.S., Bailey, R., Brown, C., et Ako, H. (1999). *Shipping Practices in the Ornamental Fish Industry* (Hawaii: The Center for Tropical and Subtropical Aquaculture).
- Davenport, J., et Davenport, J.L. (2006). The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments : A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67, 280-292.
- Davis, D., et Tisdell, C. (1995). Recreational SCUBA diving and carrying capacity in Marine Protected Areas. *Ocean and Coastal Management* 26, 19-40.
- Dearden, P., Bennett, M., et Rollins, R. (2007). Perceptions of Diving Impacts and Implications for Reef Conservation. *Coastal Management* 35, 305-317.
- Defying Ocean's End (2008). An Agenda for Action. <http://www.defyingoceansend.org/>, 4 mars 2008.
- Dehais, B. (2001). Mondialisation : les dégâts du tourisme. *Alternatives économiques* 194, 1-3.
- De Meyer, K. (1997). How Tourism can Help Protect the Environment: a case study of the Bonaire Marine Park. *UNEP Industry and Environment* 9, 67-69.
- Diedrich, A. (2007). The impacts of tourism on coral reef conservation awareness and support in coastal communities in Belize. *Coral Reefs* 26, 985-996.

- Diegues, A. (2002). The danger of the sea in Southern Brazil: the ex-votos in the Church of Good Lord-Iguape (Sao Paulo: NUPAUB).
- Duffy, J.E. (2007). Northwestern Hawaiian Islands Coral Reef Ecosystem Reserve (Washington: Cutler J. Cleveland Eds.).
- Dufour, V. (1997). Pacific Island countries and the aquarium fish market. SPC Live Reef Fish Information Bulletin 2, 6-11.
- Dulvy, N.K., Stanwell-Smith, D., Darwall, W.R.T., et Horill, C.J. (1995). Coral mining at Mafia Island, Tanzania: a management dilemma. *Ambio* 24, 358-365.
- Duterme, B. (2007). Expansion du tourisme international : gagnants et perdants. <http://risal.collectifs.net/spip.php?sommaire>, 27 février 2008.
- Dutra, G.F., Allen, G.R., Werner, T., et McKenna, S.A. (2005). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 38, 91-95.
- Ebanks, G.C., et Bush, P.G. (1990). The Cayman Islands: a case study for the establishment of marine conservation legislation in small island countries (Washington: Auyong, J. Eds.).
- Ecotourism Australia (2008). The 'eco-tick' assurance for: Operators, Protected Area Managers, Local Communities & Travellers. <http://www.ecotourism.org.au/neap.asp>, 3 avril 2008.

- Edwards, A.J., et Shepherd, A.D. (1992). Environmental implications of aquarium fish collection in the Maldives, with proposals for regulation. *Environmental Conservation* 19, 61-72.
- Ekaratne, S.U.K. (2000). A Review of the Status and Trends of Exported Ornamental Fish Resources and Their Habitats in Sri Lanka (India: Y.S. Yadava).
- Erdmann, M.V. (2001). Who's minding the reef ? Corruption and enforcement in Indonesia. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin* 8, 19-20.
- Fautin, D (1991). The anemonefish symbiosis: what is known and what is not. *Symbiosis* 10, 23-46.
- Fenton, D.M., Young, M., et Johnson, V. (1998). Re-presenting the Great Barrier Reef to Tourists: Implications for tourist experience and evaluation of coral reef environments. *Journal of Leisure Sciences* 20, 177-192.
- Film Tourism (2004). VisitBritain. http://www.visitbritain.com/corporate/film_tourism.htm, 5 février 2008.
- Fox, H.E., Pet, J.S., Dahuri, R., et Caldwell, R.L. (2003). Recovery in rubble fields: long-term blast fishing. *Marine Pollution Bulletin* 46, 1024-1031.
- Friedlander, A.M. (2001). Essential fish habitat and the effective design of marine reserves: Application for marine ornamental fishes. *Aquarium Sciences and Conservation* 3, 135-150.
- Gadgil, M., Berkes, F., et Folke, C. (1993). Indigenous knowledge for biodiversity conservation. *Ambio* 22, 151-156.

- Gagan, M.K., Ayliffe, L.K., Hopley, D., Cali, J.A., Mortimer, G.E., Chappel, J., McCulloch, M.T., et Head, M.J. (1998). Temperature and surface ocean water balance of the mid-Holocene tropical Western Pacific. *Science* 279, 1014-1018.
- Gardner, T.A., Côté, I.M., Gill, J.A., Grant, A., et Watkinson, A.R. (2003). Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science* 301, 958-960.
- Gasparini, J.L., Floeter, S.R., Ferreira, C.E.L., et Sazima, I. (2005). Marine Ornamental Trade in Brazil. *Biodiversity and Conservation* 14, 2883-2899.
- Glynn, P.W. (1994). State of coral reefs in the Galapagos Islands: Natural versus anthropogenic impacts. *Marine Pollution Bulletin* 29, 131-140.
- Goh, N.K.C., et Chou, L.M. (1994). Distribution and biodiversity of Singapore gorgonians (sub-class Octocorallia): A preliminary survey. *Hydrobiologia* 285, 101-109.
- Goodland, R. (2002). Ecolabeling: Opportunities for Progress Toward Sustainability. Consumer's Choice Council (Washington: Consumer's Choice Council).
- Gormsen, E. (1997). The impact of tourism on coastal areas. *GeoJournal* 42, 39-54.
- Governo de Pernambuco (2007). Fernando de Noronha. <http://www.noronha.pe.gov.br/>, 20 mars 2008.
- Graham, T. (1996). Managing Palau's aquarium fishery. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin* 1, 13-18.

- Great Barrier Reef Marine Park Authority (2007). The Great Barrier Reef. <http://www.environment.gov.au/heritage/worldheritage/sites/gbr/index.html>, 20 février 2008.
- Green, E., et Shirley, F. (1999). *The Global Trade in Coral* (Cambridge: World Conservation Press).
- Hahm, J. (2004). Assessing the impact of movies upon an individual's image formation concerning a given destination. M.S. thesis, University of Central Florida, United States.
- Hall, V.R. (1997). Interspecific differences in the regeneration of artificial injuries on scleractinian corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 212, 9-23.
- Hall, V.R. (2001). The response of *Acropora hyacinthus* and *Montipora tuberculosa* to three different types of colony damage: scraping injury, tissue mortality and breakage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 264, 209-223.
- Halpern, B.S. (2003). The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 13, 117-137.
- Hanawa, M., Harris, L., Graham, M., Farrell, A.P., et Bendall-Young, L.I. (1998). Effects of cyanide exposure on *Dascyllus aruanus*, a tropical marine fish species: lethality, anaesthesia and physiological effects. *Aquarium Sciences and Conservation* 2, 21-34.
- Harriott, V., Davis, D., et Banks, S. (1997). Recreational diving and its impact in Marine Protected Areas of Eastern Australia. *Ambio* 26, 173-179.

- Hawkins, J.P., et Roberts, C.M. (1994). The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and possible futur effects on coral reefs. *Ambio* 23, 503-508.
- Hawkins, J.P., et Roberts, C.M. (1997). Estimating the carrying capacity of coral reefs for scuba diving. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium 1*, 1923-1926.
- Hawkins, J.P., Roberts, C.M., Kooistra, D., Buchan, K., et White, S. (2005). Sustainability of Scuba Diving Tourism on Coral Reefs of Saba. *Coastal Management* 33, 373-387.
- Hinrichsen, D., et Robey, B. (2000). La population et l'environnement : le défi mondial. http://www.infoforhealth.org/pr/prf/fm15/m15chap5_3.shtml, 21 février 2008.
- Holthus, P. (2000). Conservation through Certification of Marine ornamentals: the role of the public Aquarium. *Bulletin de l'Institut Océanographique* 20, 365-372.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) (2000). Reuniao tecnica sobre o estado da arte da pesquisa e do ordenamento da pesca de peixes ornamentais marinhos no Brasil (Tamandare: IBAMA).
- Indonesia CITES Management Authority (Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction) (1999). Pattern of coral reef utilisation in Indonesia (Republic of Indonesia: Ministry of Forestry and Estate Crops).
- IYOR (International Year of the Reef) (2006). ICRI Newsletter. <http://www.icriforum.org/newsletter/icrinews6.html>, 20 février 2008.

IYOR (International Year of the Reef) (2007). International Year of the Reef. <http://www.iyor.org>, 20 février 2008.

IYOR (International Year of the Reef) (2008). What are coral reefs? <http://www.iyor.org/reefs/default.asp>, 20 février 2008.

Jameson, S.C., Ammar, M.S.A., Saadalla, E., Mostafa, H.M., et Riegl, B. (1999). A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea. *Coral Reefs* 18, 333-339.

Jameson, S.C., McManus, J.W., et Spalding, M.D. (1995). State of the reefs: Regional and Global Perspectives (Maryland: NOAA Satellite and Information Service).

Jennings, S., et Lock, J.M. (1996). Population and ecosystem effects of reef fishing (London: Chapman and Hall).

Johannes, R.E., et Riepen, M. (1995). Environmental Economic and Social Implications of the Live Reef Fish Trade in Asia and the Western Pacific (Jakarta: The Nature Conservancy).

Jones, R.J., Hoegh-Guldberg, O., Larkum, A.W.D., et Schreiber, U. (1998). Temperature induced bleaching of corals begins with impairment of the carbon dioxide fixation mechanism of zooxanthellae. *Plant Cell and Environment* 21, 1219-1230.

Jones, R.J., Kildea, T., et Hoegh-Guldberg, O. (1999). PAM Chlorophyll Fluorometry: a New in situ Technique for Stress Assessment in Scleractinian Corals, used to Examine the Effects of Cyanide from Cyanide Fishing. *Marine Pollution Bulletin* 38, 864-874.

- Jones, R.J., et Steven, A.L. (1997). Effects of cyanide on corals in relation to cyanide fishing on reefs. *Marine and Freshwater Research* 48, 717-722.
- Jonklaas, R.L. (1985). Population Fluctuations in some Ornamental Fishes and Invertebrates of Sri Lanka. *Symposium on Endangered Marine Animals and Marine Parks* 47, 12-16.
- Kaczmarek, L.T., Draud, M., et Williams, E.H. (2005). Is there a relationship between proximity to sewage effluent and the prevalence of coral disease? *Caribbean Journal of Science* 41, 124-137.
- Khaled, R. (2004). An environmental economic assessment of the impacts of recreational scuba diving on coral reef systems in Hurghada, The red sea, Egypt. M.S. dissertation, University of Maryland, United States.
- Kinnaird, M.F., et O'Brien, T.G. (2000). Comparative movement patterns of two semi-terrestrial cercopithecine primates: the Tana River crested mangabey and the Sulawesi crested black macaque (Chicago: University Chicago Press).
- Kunzmann, A. (2004). Corals, fishermen and tourists. *Naga* 27, 15-19.
- La Banque mondiale (2006). *Scaling up marine management : The role of marine protected areas* (Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank).
- Leao, Z.M.A.N., et Dominguez, J.M.L. (2000). Tropical coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 41, 112-122.

- Leao, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P., Dutra, L.X.C., et Oliveira, M.D.M. (2006). The status of eastern Brazil coral reefs during the last 5000 years. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium* 3, 959-968.
- Li, W., Zhang, Q., Liu, C., et Xue, Q. (2006). Tourism's Impacts on Natural Resources: A Positive Case from China. *Environmental Manage* 38, 572-579.
- Lovell, E. (2000). *Marine Aquarium Products and the Curio Trade in Fiji* (Washington: Worldwide Fund for Nature).
- Luiz-Junior, O.J. (2003). *Angelfishes: A Comprehensive Guide to Pomacanthidae-The quest for ciliaris morphs* (London: TMC Publishing).
- Luttinger, N. (1997). Community-based coral reef conservation in the Bay Islands of Honduras. *Ocean and Coastal Management* 36, 11-22.
- Mak, K.K., Yanase, H., et Renneberg, R. (2005). Cyanide fishing and cyanide detection in coral reef fish using chemical tests and biosensors. *Biosensors and Bioelectronics* 20, 2581-2593.
- Mankekar, P. (2001). *Popular Culture* (London : Pergamon Press).
- Maragos, J.E., Crosby, M.P., et McManus, J.W. (1996). Coral reefs and biodiversity: A critical and threatened relationship. *Oceanography* 9, 83-99.
- Mayer-Pellicicea, F., et Agostinho, A.A. (2005). Perspectives on ornamental fisheries in the upper Parana River floodplain, Brazil. *Fisheries Research* 72, 109-119.

- McClanahan, T.R., et Muthiga, N.A. (1998). An ecological shift in a remote coral atoll of Belize over 25 years. *Environmental Conservation* 25, 122-130.
- McClanahan, T.R., Rubens, J., Glaesel, H., et Kiambo, R. (1996). The Diani-Kinondo coral reefs, fisheries, and traditional management (Kenya: The Wildlife Conservation Society).
- McManus, R.B., Reyes, R.B., et Nanola, C.L. (1997). Effects of Some Destructive Fishing Methods on Coral Cover and Potential Rates of Recovery. *Environmental Management* 21, 69-78.
- Medio, D., Ormond, R.F.G., et Pearson, M. (1997). Effect of briefings on rates of damage to corals by scuba divers. *Biological Conservation* 79, 91-95.
- Metzler, D.E. (2001). *Biochemistry: The Chemical Reactions of Living* (San Diego: Cells. Academic Press).
- Migotto, A.E., et Marques, A. (2003). Avaliação Do Estado Do Conhecimento Da Diversidade Biológica Do Brasil. Invertebrados Marinhos. Ministério de Meio Ambiente do Brasil. <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/doc/invmar1.pdf>, 21 février 2008.
- Ministerio do Turismo (2006). Ecoturismo com Mergulho Fernando de Noronha (Brasilia : Ministerio do Turismo).
- Ministerio do Turismo (2007). Destinations et circuits. http://www.braziltour.com/site/fr/destinos_rotreiros/index.php, 24 février 2008.
- MMA (Ministerio do Meio Ambiente) (2007). *Conduta consciente em ambientes recifais* (Brasilia : MMA).

- Moberg, F., et Folke, C. (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics* 29, 215-233.
- Mojetta, A. (1995). *Les récifs coralliens : Introduction à la plongée* (Paris : Les éditions Gründ).
- Monteiro-Neto, C., Cunha, F.E.A., Nottingham, M.C., Araujo, M.E., Rosa, I.L., et Barros, G.M.L. (2003). Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceara State, northeast Brazil. *Biodiversity and Conservation* 12, 1287-1295.
- Montgomery, W.L. (1990). *Zoogeography, Behavior, and Ecology of Coral Reef Fishes* (New York : Z. Dubinsky).
- Moore, P., Hawkins, S.J., et Thompson, R.C. (2007). Role of biological habitat amelioration in altering the relative responses of congeneric species to climate change. *Marine Ecology Progress Series* 334, 11-19.
- Moreau, M.A., et Coomes, O.T. (2007). Aquarium fish exploitation in western Amazonia: conservation issues in Peru. *Environmental Conservation* 34, 12-22.
- Munoz, G., Cribb, T.H., et Grutter, A.S. (2007). Structure of the parasite communities of a coral reef fish assemblage (Labridae): testing ecological and phylogenetic host factors. *Journal of Parasitology* 93, 17-30.
- Murray, G. (2007). Constructing Paradise: The Impacts of Big Tourism in the Mexican Coastal Zone. *Coastal Management* 35, 339-355.
- Muscatine, L. (1990). *The role of symbiotic algae in carbon and energy flux in reef corals* (Amsterdam: Z. Dubinsky).

- Nottingham, M.C., Cunha, F.E.A., et Monteiro-Neto, C. (2000). Captura de peixes ornamentais marinhos no Estado do Ceara. *Arquivos de Ciencias do Mar* 33, 119-124.
- OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) (2000). Mesurer le rôle du tourisme dans les pays de l'OCDE : Manuel de l'OCDE sur les comptes satellites du tourisme et l'emploi (Paris : OCDE).
- Oliveira, V.G. (2002). Educação ambiental e manejo de recursos naturais em área de proteção ambiental: o caso dos extratores de samambaias da Ilha Comprida - São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil.
- OMT (Organisation mondiale du tourisme) (2005). World Tourism Barometer. <http://www.unwto.org/facts/eng/barometer.htm>, 21 février 2008.
- OMT (Organisation mondiale du tourisme) (2007). Faits saillants du tourisme (Madrid : World Tourism Organization).
- Orams, M. (1999). *Marine Tourism: Development, Impacts and Management* (London: Routledge).
- PADI (Professional Association of Diving Instructors) (1999). Démographie des Plongeurs PADI. http://206.107.76.114/core/html/a4_home_sta.asp, 20 janvier 2008.
- PADI (Professional Association of Diving Instructors) (2008). Le Premier Atlas Mondial des Coraux. http://206.107.76.114/core/html/aware/aware6_nar_0019.asp, 20 janvier 2008.
- Paulay, G. (1997). *Diversity and distribution of reef organisms* (New York: Chapman and Hall).

- Pendleton, L. (1995). Valuing Coral Reef Protection. *Ocean and Coastal Management* 26, 119-131.
- Perante, N.C., Pajaro, M.G., Meeuwig, J.J., et Vincent, A.C.J. (2002). Biology of a seahorse species, *Hippocampus comes*, in the central Philippines. *Journal of Fish Biology* 60, 821-837.
- Perino, L. (1990). Assessment of the feasibility of establishing an aquarium fish industry in Papua New Guinea (Solomon Islands: South Pacific Forum Fisheries Agency).
- PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) (2001). About Sustainable Tourism. <http://www.uneptie.org/pc/tourism/sust-tourism/about.htm>, 21 février 2008.
- PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) (2002). L'avenir de l'environnement mondial 3 (Bruxelles : De Boeck).
- Poos, S. (2007). Le tourisme équitable et solidaire : un exemple de commerce équitable dans le domaine des services. *Le Journal de la Coopération Belge* 2, 11-14.
- Puglise, K.A., et Kelty, R. (2007). NOAA Coral Reef Ecosystem Research Plan for Fiscal Years 2007 to 201 (Maryland: NOAA Technical Memorandum).
- Raghavan, R., Prasa, G., Anvar-Ali, P.H., et Sujarittanonta, L. (2007). Boom and bust fishery in a biodiversity hotspot – Is the Western Ghats losing its most celebrated native ornamental fish, *Puntius denisonii* Day? *Current Science* 92, 1671-1672.
- Rajasuriya, A., De Silva, M.W.R.N., et Ohman, M.C. (1995). Coral reefs of Sri Lanka : Human disturbance and management issues. *Ambio* 24, 428-437.

- Rebufat, F. (2003). Pourquoi sauver le corail? <http://scaphinfo.free.fr/bio/corail.html>, 21 février 2008.
- Riley, R.W., Baker, D., et Van-Doren, C.S. (1998). Movie Induced Tourism. *Annals of Tourism Research* 25, 919-935.
- Riley, R.W., et Van-Doren, C.S. (1992). Movies as Tourism Promotion: A Pull Factor in a Push Location. *Tourism Management* 13, 267-274.
- Roberts, C.M., et Polunin, N.V.C. (1994). Hol Chan: Demonstrating that marine reserves can be remarkably effective. *Coral Reefs* 13, 90.
- Rouphael, A.B., et Inglis, G.J. (1997). Impacts of recreational SCUBA diving at sites with different reef topographies. *Biological Conservation* 105, 179-187.
- Rouphael, A.B., et Inglis, G.J. (2001). Take only photographs and leave only footprints? An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. *Biological Conservation* 100, 281-287.
- Roux, F.X., Brasnu, D., Loty, B., George, B., et Fuillemin, G. (1988). Madreporic coral: a new bone graft substitute for cranial surgery. *Neurosurg* 69, 510-513.
- Rubec, P.J. (1988). The need for conservation and management of Philippine coral reefs. *Environmental Biology of Fishes* 23, 141-154.
- Rubec, P.J., et Cruz, F. (2005). Surveiller la chaîne d'exploitation pour réduire la mortalité différée du poisson pris au filet et destiné au commerce d'aquariophilie. *Bulletin de la CPS* 13, 13-23.

- Rubec, P.J., Cruz, F., Pratt, V., Oellers, R., et Lallo, F. (2000). Cyanide-free, net-caught fish for the marine aquarium trade. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin* 7, 28-34.
- Rubec, P.J., Cruz, F., Pratt, V., Oellers, R., McCullough, B., et Lallo, F. (2001). Cyanide-free net-caught fish for the marine aquarium trade. *Aquarium Sciences and Conservation* 3, 37-51.
- Rubinstein, W. (2003). Conjoint analysis Addressing Ecolabeling for Marine Ornamentals Along the Marketing Chain. M.S. Thesis, University of Florida, United States.
- Russ, G.R., et Alcala, A.C. (1996). Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, Central Philippines. *Marine Ecology Progress Series* 132, 1-9.
- Sadovy, Y.J., et Vincent, A.C.J. (2002). *Ecological issues and the trades in live reef fishes* (San Diego: Academic Press).
- Saila, S.B., Kocic, V.L., et McManus, J.W. (1993). Modelling the effects of destructive fishing practices on tropical coral reefs. *Marine Ecology Progress Series* 94, 51-60.
- Sanchez, T. (2006). Le tourisme peut-il concilier les développements économique, social et environnemental? <http://www.novethic.fr/novethic/site/article/index.jsp?id=102160>, 21 février 2008.
- Saphier, A.D., et Hoffman, T.C. (2005). Forecasting models to quantify three anthropogenic stresses on coral reefs from marine recreation: Anchor damage, diver contact and copper emission from antifouling paint. *Marine Pollution Bulletin* 51, 590-598.

- Schleyer, M.H., et Tomalin, B.J. (2000). Damage on South African coral reefs and an assessment of their sustainable diving capacity using a fisheries approach. *Bulletin of Marine Science* 67, 1025-1042.
- Schuhmacher, H., et Schillak, L. (1994). Integrated electrochemical and biogenic deposition of hard material a nature like colonization substrate. *Bulletin Marine Science* 55, 672-679.
- Shackley, M. (1998). Stingray City: Managing the impact of underwater tourism in the Cayman Islands. *Journal of Sustainable Tourism* 6, 328-338.
- Shuman, C.S., Hodgson, G., et Ambrose, R.F. (2004). Managing the marine aquarium trade: is eco-certification the answer? *Environmental Conservation* 31, 339-348.
- Shuman, C.S., Hodgson, G., et Ambrose, R.F. (2005). Population impacts of collecting sea anemones and anemonefish for the marine aquarium trade in the Philippines. *Coral Reefs* 24, 564-573.
- Sladek Nowlis, J.S., et Roberts, C.M. (1999). Fisheries benefits and optimal design of marine reserves. *Fishery Bulletin* 97, 604-616.
- Sorokin, Y.I. (1993). *Coral Reef Ecology*. *Ecological Studies* 102, 4-28.
- Spalding, M.D., Ravilious, C., et Green, E.P. (2001). *World Atlas of Coral Reefs* (Berkeley: University of California Press).
- Spergel, B., et Moye, M. (2004). *Financing marine conservation: A menu of options* (Washington: WWF Center for Conservation Finance).

- Stobart, B., Teleki, K., Buckley, R., Downing, N., et Callow, M. (2005). Coral recovery at Aldabra Atoll, Seychelles: five years after the 1998 bleaching event. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363, 251-255.
- Stone, R. (2007). A World Without Corals? *Science* 316, 678-681.
- Sustainable Travel International (2007). Leave the world a better place. http://www.sustainabletravelinternational.org/documents/au_mission.html, 4 mars 2008.
- Talge, H. (1990). Impact of recreational divers on coral reefs in the Florida keys. *Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences 10th Annual Scientific Diving Symposium* 4, 365-374.
- Terence, J., Ogden, J., Weibe, W., et Rosen, B. (1996). *Functional roles of biodiversity: a global perspective* (New York: John Wiley & Sons Ltd).
- Therin, F. (2003). "Le Monde de Némó" menace les poissons du Vanuatu. <http://www.comlive.net/Le-monde-de-nemo-poisson-clown-en-danger,10791.htm>, 21 février 2008.
- Tissot, B.N., et Hallacher, L.E. (2003). Effects of aquarium collectors on coral reef fishes in Kona, Hawaii. *Conservation Biology* 17, 1759-1768.
- Tooke, N., et Baker, M. (1996). Seeing is Believing: the Effect of Film on Visitor Numbers to Screened Locations. *Tourism Management* 17, 87-94.

- Tratalos, J.A., et Austin, T.J. (2001). Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biological Conservation* 102, 67-75.
- Tulloch, J.H. (1996). Introduction to the American Marinelife Dealers Association (AMDA). *SeaWind* 10, 25-26.
- UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) (1993). *Reefs at Risk : A program for action* (Suisse : UICN/PNUE).
- UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture) (2001). World heritage nomination-IUCN technical evaluation : Fernando de Noronha archipelago/Rocas atoll tropical insular complex (Brazil) (Paris: UNESCO).
- UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture) (2008). Great Barrier Reef. <http://whc.unesco.org/en/list/154>, 4 mars 2008.
- Uyarra, M.C., et Côté, I.M. (2007). The quest for cryptic creatures: Impacts of species-focused recreational diving on corals. *Biological Conservation* 136, 77-84.
- Van Treeck, P., et Schuhmacher, H. (1998). Mass Diving Tourism: A New Dimension Calls for New Management Approaches. *Marine Pollution Bulletin* 37, 499-504.
- Vancouver Aquarium Marine Science Centre (2003). Popular Clownfish Not Recommended as Pets. <http://www.vanaqua.org/aquanew/fullnews.php?id=386>, 20 février 2008.
- Vogt, P.H. (1997). The Economic Benefits of Tourism in the Marine Reserve of Apo Island, Philippines. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium* 2, 2101-2104.

- Wabnitz, C., Taylor, M., Green, E., et Razak, T. (2003). *From Ocean to Aquarium : The global trade in marine ornamental species* (Cambridge : UNEP-WCMC).
- Walsh, W.J. (1999). *Aquarium collecting in West Hawaii: an historical overview* (Honolulu: Department of Land and Natural Resources).
- Ward-Paige, C.A., Risk, M.J., et Sherwood, O.A. (2005). Reconstruction of nitrogen sources on coral reefs: delta N-15 and delta C-13 in gorgonians from Florida Reef tract. *Marine Ecology Progress Series* 296, 155-163.
- Wells, S.M. (1993). Coral reef conservation and management, progress in the South and Southeast Asian regions. *Coastal Management in Tropical Asia 1*, 8-13.
- Whittington, R.J., et Chong, R. (2007). Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies. *Preventive Veterinary Medicine* 81, 92-116.
- Wilkinson, C. (2004). *Status of Coral Reefs of the World: 2004* (Townsville: Australian Institute of Marine Sciences).
- Wood, E. (1992). *Trade in tropical marine fish and invertebrates for aquaria: proposed guidelines and labelling scheme* (London: Marine Conservation Society and National Aquatic Resources Agency).
- Wood, E. (2001a). *Collection of coral reef fish for aquaria: Global trade, conservation issues and management strategies* (London: Marine Conservation Society and National Aquatic Resources Agency).

Wood, E. (2001b). Global advances in conservation and management of marine ornamental resources. *Aquarium Sciences and Conservation* 3, 65-77.

WWF (World Wide Fund for Nature) (1996). Marine Protected Areas: Increasing the coverage.

http://www.panda.org/about_wwf/what_we_do/marine/our_solutions/protected_areas/increasing_protection/index.cfm, 3 mars 2008.

WWF-Pacifique (World Wide Fund for Nature) (2000). Farmed aquarium products from Solomon Islands: creating new rural livelihoods from sustainable culture of ornamentals (Solomon Islands: WorldFish Center).

Zakai, D., et Chadwick-Furman, N.E. (2002). Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation* 105, 179-187.

