



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

B2-08-051

La préservation des écosystèmes coralliens :
principaux aspects scientifiques, institutionnels et socio-économiques

Les écosystèmes coralliens tropicaux constituent des zones très riches en biodiversité, actuellement menacées par les activités anthropiques, notamment en Asie du Sud-Est et dans les Caraïbes, et par les phénomènes naturels, plus globaux.

Depuis les années 1990, en réponse aux avertissements lancés par la communauté scientifique, des actions ont été engagées aux niveaux régional et international pour préserver ces milieux. Elles s'avèrent globalement insuffisantes pour freiner leur dégradation.

L'évaluation économique, en mettant en évidence et en quantifiant les biens et services rendus par les écosystèmes coralliens, peut contribuer à une plus grande sensibilisation des décideurs politiques sur la nécessité de gérer durablement ces milieux naturels.

I- Situation générale des écosystèmes coralliens tropicaux	3
A. Rappels scientifiques.....	3
1) Généralités	3
2) Formation et développement.....	3
3) Conditions de croissance	4
4) Fonctionnement.....	4
5) Types de récifs	4
6) Répartition géographique.....	6
B. L'état de santé des récifs coralliens et les menaces actuelles.....	6
1) L'état de santé des récifs coralliens au niveau mondial.....	6
2) Les causes de dégradation des récifs coralliens	6
3) Les menaces liées au changement climatique	7
4) La situation des récifs dans les collectivités d'outre-mer françaises.....	8
C. La gouvernance des récifs coralliens	9
1) Les stratégies de préservation des quatre pays principaux détenteurs de récifs coralliens (en superficie).....	9
a) L'Australie.....	9
b) La France	9
c) L'Indonésie	10
d) Philippines	10
2) Le développement d'une approche globale pour une meilleure protection des récifs coralliens	11
a) L'Initiative Internationale pour les récifs coralliens (ICRI).....	11
b) Les instruments juridiques internationaux.....	11
i) Les recommandations des sommets internationaux.....	11
ii) Les conventions de reconnaissance des récifs coralliens d'importance patrimoniale	12
iii) Les conventions ou accords globaux de préservation et de gestion de l'environnement	12
iv) Autres éléments du contexte international	13
c) Les instruments de gestion au niveau régional.....	13
i) Les aires marines protégées	13
ii) L'approche multi-sectorielle et intégrée des zones côtières.....	13
II L'évaluation économique des biens et services rendus par les écosystèmes coralliens	14
A - Les différents biens et services rendus par les écosystèmes	14
Services de prélèvement.....	15
1) La pêche.....	15
2) La perliculture	16
3) Le tourisme.....	16
4) La protection côtière.....	16
5) Les produits de la santé	16
5) Le rôle culturel des récifs coralliens	16
B – La place de l'évaluation économique.....	17
C – L'évaluation économique des bénéfices tirés des écosystèmes coralliens.....	18
A – Méthodologie.....	18
B – Revue bibliographique sur l'évaluation des biens et services rendus par les écosystèmes coralliens.....	21
C – L'expérience française : vers un évaluation socio-économique des récifs coralliens dans les collectivités d'outre-mer.....	27

I- Situation générale des écosystèmes coralliens tropicaux¹

A. Rappels scientifiques

1) Généralités

Les récifs coralliens sont des constructions biologiques édifiées, depuis le fond marin, sur un substrat généralement dur, par des êtres vivants (la plupart est établie par des coraux scléactiniaires² hermatypiques³ ; certaines sont également créées par des algues, des mollusques ou des vers polychètes). Ces formations sont solides et résistent aux chocs après la mort des organismes qui les ont érigées.

Les récifs peuvent, ou non, affleurer à la surface des océans et connaître un développement important (parmi les plus grands récifs, on peut citer la Grande Barrière australienne, dépassant 2 000 km de long ou les récifs de Nouvelle Calédonie, qui atteignent 1 600 km de long). Ils sont présents dans 101 pays et territoires dépendants tropicaux et sub-tropicaux. La superficie totale des récifs coralliens est estimée à 280 000 km² (0,1% de la surface des océans), celle des récifs localisés dans les régions ultrapériphériques (RUP) et des pays et territoires d'outre-mer (PTOM) de l'Union Européenne s'élève à environ 20 000 km².

	superficie (en km ²) des récifs coralliens	pourcentage du total mondial
France	14 280	5,02%
Royaume-Uni	5 510	1,94%
Pays-Bas	470	0,17%
total	20 260	7,13%

Cette surface ne considère que les formations coralliennes récifales de substrat dur. En prenant en compte les récifs construits et les lagons sableux éventuellement associés, l'ensemble de l'écosystème récifal a une superficie estimée à 600 000 km².

Globalement les récifs sont répartis dans les zones où la température hivernale reste supérieure à 18°C.

Ils sont capables de modifier les conditions écologiques du milieu, en agissant sur les mouvements de l'eau qu'ils arrêtent (houles, vagues), protégeant ainsi les littoraux, par l'utilisation des nutriments du milieu et en produisant des déchets.

Ils comptent parmi les écosystèmes les plus diversifiés et les plus complexes. Ils abriteraient un quart des espèces marines connues (300 000 espèces marines actuellement décrites sur près de 1,8 millions d'espèces vivantes décrites dans le monde).

2) Formation et développement

L'unité du corail scléactiniaire est un polype vivant dans une coupe rigide composée de carbonate de calcium (calcite ou aragonite) qu'il sécrète lui-même. Dans le cas des coraux coloniaux, les coupes, contenant chacune un polype, se soudent les unes aux autres, pouvant ainsi former des colonies de plusieurs milliers d'individus. Celles-ci offrent alors plusieurs avantages écologiques en matière de protection, d'alimentation, de reproduction, de stabilité génétique et de respiration.

Les coraux récifaux hermatypiques hébergent des algues unicellulaires symbiotiques (les zooxanthelles) qui utilisent le dioxyde de carbone dissous dans l'eau de mer, l'azote et le phosphore minéral pour fabriquer de la matière organique qui sera utilisée par les polypes. En déplaçant l'équilibre des carbonates, ces micro-algues facilitent la précipitation du carbonate de calcium, base du squelette des coraux.

¹ Il existe également des récifs coralliens dans les eaux froides et riches en nutriments de l'ensemble des océans. Ceux-ci forment sur les fonds marins des structures comparables en taille et en complexité aux écosystèmes des eaux chaudes.

La pêche, notamment le chalutage de fond, aurait déjà détruit ou détérioré de manière irréversible un grand nombre de ces récifs ; d'autres menaces sont liées à l'exploration et à la production de minéraux d'hydrocarbures, à l'installation sous-marine de réseaux de câbles, et de pipelines, ainsi qu'au rejet de déchets dans les océans.

Les récifs coralliens d'eau froide fournissent des biens et services dans les domaines de la pêche, de la bioprospection, de l'industrie, de l'éducation, pour lesquels il n'y a pas d'évaluation économique disponible à ce jour.

² corail dur à squelette calcaire.

³ qui possède des zooxanthelles ou micro-algues symbiotiques.

Les larves coralliennes se fixent sur un fond dur (rocheux ou madréporaires – polypes solitaires) et lorsqu'elles survivent, déclenchent l'initiation de la colonisation du sous-sol avec toute une faune associée. Cette phase se déroule en eaux peu profondes, propices à une croissance rapide des squelettes des coraux. Les matériaux détritiques (foraminifères, mollusques, piquants d'oursins, débris coralliens) viennent ensuite colmater les interstices existant dans le récif. Les coraux croissent au rythme de 1,3 à 10,2 cm par an, selon leurs formes, massives ou branchues, et les conditions hydrodynamiques du milieu.

L'ensemble est en perpétuel remaniement, surtout dans les zones sédimentaires (bioturbation), par action d'enfouissement et de nutrition d'organismes psammivores⁴, ou par bioérosion. Les quantités de sédiments superficiels remaniées sont très importantes et contribuent à la circulation de l'oxygène et des nutriments. Par ailleurs, les récifs coralliens subissent de plein fouet la houle cyclonique. C'est ainsi, qu'après les cyclones de 1983 en Polynésie Française, plus de 80 % des coraux de l'extérieur de l'atoll de Tikehau ont été détruits.

3) Conditions de croissance

La température optimale pour les coraux sclératiniaires est comprise entre 22-28°C ; l'existence de grands courants chauds et froids joue un rôle important (elle est à l'origine d'une distribution asymétrique sur les côtes est de l'Atlantique et du Pacifique, plus froides que les côtes ouest). Il existe des seuils de tolérance, aux températures basses et hautes, variables suivant les espèces ; ceux-ci agissent probablement sur la nutrition et la reproduction.

Les coraux supportent mal les exondations : des basses mers exceptionnelles peuvent avoir des effets très destructeurs.

Peu d'espèces sont localisées dans les zones turbides.

Avec la profondeur, le nombre d'espèces coralliennes et le taux de recouvrement total diminuent ; le taux de croissance des espèces coralliennes ralentit en cas de raréfaction de lumière, beaucoup plus qu'avec un appauvrissement en oxygène et une baisse de température.

4) Fonctionnement

Le fonctionnement des récifs coralliens est basé sur des chaînes trophiques complexes.

Les espèces productrices de matières organiques comprennent des groupes benthiques (principalement les coraux et les algues symbiotiques, les herbiers, les macro-algues et le microphytobenthos), mais aussi des groupes pélagiques comme le phytoplancton. Les herbivores (mollusques, oursins et poissons) correspondent aux consommateurs primaires ; les consommateurs secondaires comprennent des organismes filtreurs, des détritivores, ou des carnivores.

Les écosystèmes associés aux récifs coralliens jouent un rôle important dans le maintien de la biodiversité récifale :

- les herbiers de phanérogames sont des zones de nutrition, de frayères, et de nourricerie, ils stabilisent le substrat sédimentaire et participent à l'oxygénation des eaux ;
- les mangroves sont des systèmes biologiques très productifs et des zones de reproduction ; par ailleurs, elles fixent les sédiments fins, réduisant ainsi la turbidité des eaux côtières, peu propice au développement des coraux et protègent les côtes contre les tempêtes et l'érosion côtière.

De façon générale, l'appauvrissement de la biodiversité fragilise les écosystèmes, en limitant leur résilience et leur productivité.

5) Types de récifs

La classification morphologique des récifs coralliens est due à Darwin. Il existe des récifs continentaux, comme en Afrique de l'est (Tanzanie, Kenya) et dans les zones océaniques.

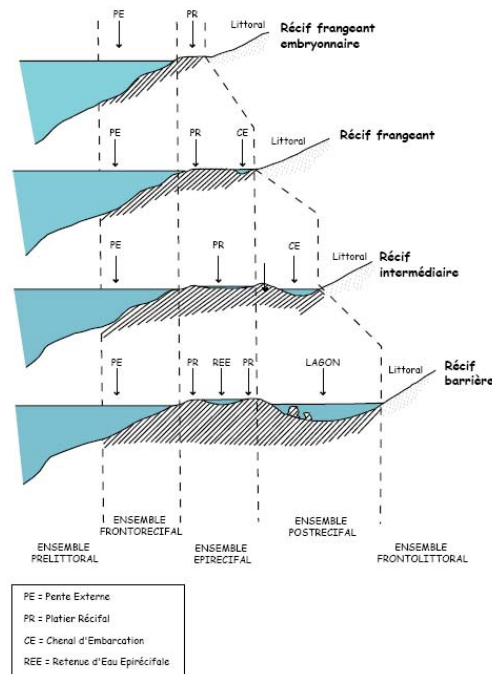
Dans les milieux insulaires, plusieurs types d'édifices coralliens peuvent être considérés (ceux-ci peuvent néanmoins exister sous de multiples configurations) : d'une part, les formations récifales d'îles hautes (récifs frangeants, plates-formes récifales, récifs-barrières et lagons associés) et d'autre part les atolls (couronne et lagon).

a) Les récifs frangeants : ils bordent une terre émergée. Ils sont assez étroits et récents, peuvent être séparés de la côte par un chenal d'embarcation.

b) Les récifs plate-forme (banc récifal) : ils correspondent à des édifices en pleine mer, en lien avec un récif barrière proche.

⁴ qui se nourrissent des matières organiques présentes dans le sable.

c) Les récifs barrières : ils sont plus larges et plus éloignés des côtes. Ils sont séparés de la côte par un lagon qui peut atteindre plusieurs kilomètres de largeur et atteindre une profondeur de plusieurs dizaines de mètres (par exemple, à Mayotte et en Nouvelle-Calédonie). Des îlots sableux portant une végétation caractéristique peuvent se constituer sur une barrière. Ils sont interrompus au niveau de passes, qui correspondent à des rivières anciennes ou actuelles, qui déversent des eaux peu propices à la croissance des coraux bioconstructeurs.



Schématisme des différents stades possibles d'évolution d'un récif frangeant vers un récif barrière

d) Les atolls : ce sont grands récifs annulaires, situés au large, enserrant un lagon central. La partie émergée ne comporte aucune roche volcanique, mais uniquement du calcaire, son altitude n'excède pas 7 mètres ; elle peut porter des accumulations sédimentaires, avec une végétation caractéristique (cocotiers).

Ces différentes catégories de récifs présentent des zones comparables, dues à l'action des facteurs géomorphologiques et hydrodynamiques dominants. Un zonage peut être ainsi établi : depuis le large, il consiste en une succession de biotopes hébergeant des flores et faunes caractéristiques :

- a) la pente externe, qui peut prendre la forme d'un glacis⁵ et le tombant récifal externe⁶ auquel fait suite une zone (b) où les coraux sont dominants ;
- b) le platier récifal (externe puis interne)⁷ ;
- c) le lagon⁸, ou le grand chenal d'embarcation, pouvant abriter des cayes (ou îlots coralliens) et des pinacles coralliens ;
- d) la mangrove⁹ et/ou les herbiers de phanérogames¹⁰ et/ou la plage.

Toutefois, certains récifs coralliens ne possèdent qu'une partie de ces espaces-ressources ou présentent une structure plus complexe (atolls, récifs barrières).

⁵ il s'agit pente modérée en avant du récif recouverte de coraux et de débris.

⁶ cette zone est soumise à un fort hydrodynamisme ; sa partie supérieure comporte une alternance de crêtes ou éperons et de sillons où les organismes encroûtants sont dominants, en particulier les algues calcaires.

⁷ il est horizontal; très variable ; il peut porter des formations construites et/ou des débris sédimentaires.

⁸ il est formé de sédiments meubles où l'on peut observer un gradient de sédiments d'origine terrigène en se rapprochant de la côte.

⁹ La mangrove est une formation végétale caractéristique de la zone de balancement des marées en régions tropicales et subtropicales. Par sa fonction d'épuration des eaux de rivières, elle limite l'accumulation de sédiments, qui peut être néfaste au développement des récifs coralliens.

¹⁰ Les herbiers contribuent à piéger les sédiments et à consolider le substrat meuble.

6) Répartition géographique

Les constructions récifales peuvent être regroupées en deux grands ensembles géographiques distincts, selon la richesse des formes géomorphologiques et de la biodiversité :

- la zone indo-pacifique : c'est la zone la plus vaste, comportant deux sous-régions : d'une part, la sous-région orientale regroupant la mer rouge, l'océan Indien occidental et l'océan Indien oriental, d'autre part, la sous-région occidentale, constituée par le Pacifique tropical central avec la Malaisie, les Philippines et l'Indonésie dont les récifs sont très riches en biodiversité, la Grande Barrière Australienne qui représente à 17% des récifs coralliens et un tiers de la superficie occupée par les écosystèmes coralliens et le Pacifique occidental avec ses nombreux archipels, zones à forte richesse, le Pacifique oriental, beaucoup plus pauvre.

- la zone atlantique : elle ne représente qu'un vingtième de la zone indo-pacifique; la richesse et la diversité y sont plus faibles. Elle comprend principalement la région des Bermudes et les Caraïbes. Les côtes du Brésil et de l'Afrique occidentale sont pauvres en espèces et en individus.

Il s'agit de deux zones biogéographiques distinctes, avec des espèces vivantes et des communautés différentes.

	Répartition des récifs coralliens ¹¹ par continent
Afrique	8%
Asie	43%
Amérique du sud et latine	6%
Amérique du Nord	1%
Europe	0%
Océanie	42%
total	280 000 km ²

B. L'état de santé des récifs coralliens et les menaces actuelles

1) L'état de santé des récifs coralliens au niveau mondial

Sur une surface totale récifs et lagons de 600 000 km² (280 000 km² de récifs), on estime que 20% des récifs coralliens ont été irrémédiablement détruits ou présentent peu de chances de récupération, que 25% sont dans un état critique, que 25% sont menacés et que seulement 30% demeurent dans un état satisfaisant.

C'est dans le sud-est asiatique et dans l'océan Indien, où les récifs sont au maximum de leur diversité, que la situation est la plus préoccupante : il y a peu de signes positifs de récupération des récifs.

Dans les Caraïbes, les communautés coralliennes ont été décimées à plus de 80% dans de nombreuses aires récifales, elles ont été fortement touchées par le phénomène de blanchissement dû aux températures estivales anormalement élevées et provoquant une rupture de l'association entre le corail et ses algues symbiotiques en 2005 mais des signes de récupération se manifestent dans certains récifs.

En Australie et dans l'océan Pacifique, les récifs demeurent en relative bonne santé.

2) Les causes de dégradation des récifs coralliens

Les causes de cette dégradation accélérée depuis 40-50 ans (taux d'extinction 1 000 à 10 000 fois supérieur qu'à celui mesuré en l'absence d'interventions humaines) tiennent à la convergence d'actions anthropiques directes ou indirectes et à des événements naturels catastrophiques dont la fréquence et l'étendue augmenteraient avec le changement climatique global. En effet, un récif corallien ne peut plus se maintenir lorsque se cumulent en même temps pollutions, dégradations humaines et surexploitation des ressources avec une plus grande fréquence des catastrophes naturelles.

Les facteurs humains de dégradation sont liés à la pression démographique et au développement non maîtrisé des zones côtières : apports sédimentaires liés à de mauvaises pratiques culturales ou forestières sur les bassins versants, eaux usées non-traitées et riches en nutriments, polluants chimiques¹² (pesticides, hydrocarbures, sur-pêche et mauvaises techniques de pêche), remblaiement

¹¹ seule est prise en considération la superficie des récifs coralliens.

¹² entraînant un changement de nature des récifs, dominés par les algues au détriment des coraux constructeurs.

des zones récifales frangeantes¹³, prélèvements des matériaux coralliens. Ces facteurs humains sont particulièrement destructeurs dans les régions côtières très peuplées dont les zones urbaines.

Les phénomènes naturels peuvent être plus destructeurs, à une échelle géographique bien plus considérable ainsi qu'en intensité : cyclones (destruction due à la houle, forte sédimentation de matériel terrigène en zone lagonaire), tsunamis¹⁴, inondations côtières par des eaux douces, maladies¹⁵.

Certains événements sont très probablement en relation avec les changements climatiques globaux, comme l'augmentation des épisodes météorologiques extrêmes, l'élévation de la température des océans¹⁶, à l'origine de phénomènes de blanchissement des coraux suivis de mortalités plus fréquentes, d'explosions démographiques de prédateurs ou d'espèces invasives, ou encore l'augmentation de la concentration en CO₂ dans l'eau de mer¹⁷ entraînant une diminution du potentiel de calcification des coraux.

Enfin, une dernière raison de la dégradation accélérée des récifs tient à une gouvernance insuffisante ou inadaptée et à une faible volonté politique d'intervention dans certains pays et agences internationales. Toutefois, les Etats et les institutions régionales et internationales ont à présent conscience que la sauvegarde des récifs coralliens ne passera que par des plans de gestion durable des espaces et des ressources que se seront appropriés les populations riveraines. En particulier, les relations existant entre les habitants et le milieu corallien côtier, allant d'une totale symbiose à un désintérêt total, exigent la mise en place de politiques de conservation et de gestion durable et des pratiques adaptées à chaque territoire.

3) Les menaces liées au changement climatique

D'après le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), il est très probable que les récifs coralliens, ayant des aires de répartition climatiques restreintes et des besoins très spécifiques en matière d'habitat, souffriront d'un déclin de première importance. Le blanchissement corallien s'étendra probablement d'ici 2100 suite à l'accroissement minimal prévu des températures de 1 à 2°C à la surface de la mer.

À court terme, si les températures augmentent de plus de 3°C et si cette élévation se poursuit pendant plusieurs mois, il y aura probablement une destruction considérable des coraux. Il convient de noter que le débat scientifique se poursuit sur la capacité des récifs coralliens à supporter des températures plus élevées.

Par ailleurs, une augmentation des concentrations atmosphériques de CO₂, et donc du CO₂ océanique, pourrait réduire le taux de calcification des coraux et d'autres organismes récifaux à test calcaire et diminuer la capacité du récif à croître en hauteur et à s'adapter à l'élévation du niveau de la mer.

Les effets conjugués de l'élévation thermique à la surface des océans et de l'augmentation des concentrations de CO₂ pourraient conduire à un appauvrissement de la biodiversité des écosystèmes récifaux et à une aggravation des infestations de parasites et des maladies. Les effets d'une diminution de la production de ces milieux sur les oiseaux et les mammifères marins devraient être considérables.

La possibilité d'expansion des récifs vers de plus hautes latitudes est peu probable, en raison de conditions d'énergie lumineuse insuffisantes en période hivernale pour les algues symbiotiques qu'hébergent les coraux constructeurs de récifs.

¹³ par la construction de ports et d'aérodromes, éventuellement par des échouages de bateaux

¹⁴ néanmoins, le tsunami dans l'océan indien de 2004 a relativement épargné les récifs coralliens.

¹⁵ Les ravages de prédateurs des coraux, comme l'étoile de mer épineuse, et les épidémies bactériennes et virales semblent stables ou en progression, selon les récifs.

Sur les coraux morts, peut se produire la prolifération d'une micro-algue cousine des zooxanthelles, dont l'un des principes actifs, la ciguatoxine, se concentre sur toute la chaîne alimentaire et provoque une intoxication parfois mortelle et aux répercussions socio-économiques et sanitaires importantes : la ciguatera.

¹⁶ l'épisode de 1998 du phénomène El Nino, considéré comme un événement majeur à l'occurrence séculaire, a considérablement affecté les récifs dans les trois océans : 16% des récifs coralliens ont été détruits, mais de nombreux récifs atteints de blanchissements ont montré une remarquable et rapide récupération, accompagnée par un changement des espèces coralliennes dominantes. Des phénomènes localisés de blanchissement ont été également observés en 2000, 2003 et tout particulièrement 2006 dans les Antilles.

¹⁷ plus connue sous le terme d'acidification des océans.

D'ores et déjà, la communauté scientifique s'attend à ce qu'environ 30% des récifs coralliens d'Asie soient perdus au cours des 30 années à venir – pourcentage à comparer avec la proportion de 18% à l'échelle mondiale. Il faut préciser néanmoins que ce phénomène de disparition serait dû à de multiples facteurs de tension et non au seul changement climatique.

Les pratiques de gestion durable ne permettraient pas de limiter l'extension géographique de blanchissement des récifs (liée à une augmentation de la température de l'eau de mer), elles permettraient toutefois d'améliorer la résilience des écosystèmes coralliens.

4) La situation des récifs dans les collectivités d'outre-mer françaises

- dans l'océan Atlantique

Dans les Antilles françaises¹⁸ (Martinique, Guadeloupe, Saint-Barthélemy, Saint-Martin), la situation s'est détériorée depuis 1980 : sédimentation terrigène, pollution en nutriments, fertilisants, pesticides et eaux usées ont amené une dégradation des coraux au profit des algues. Par ailleurs, les cyclones de 1980 et de 1989 ont grandement atteint des coraux (dégradation par casse et sédimentation), tandis que les blanchissements de 1998 ont eu pour conséquence une mortalité de l'ordre de 20 à 30%, de même que ceux de 2005.

- dans l'océan Indien

À la Réunion¹⁹, les récifs coralliens subissent de très fortes pressions anthropiques en raison d'une urbanisation très forte du littoral et de nombreuses activités agricoles intensives sur les bassins versants, auxquelles s'ajoutent des événements de blanchissement de plus en plus fréquents. Ainsi, depuis une vingtaine d'années, le recouvrement corallien diminue-t-il très rapidement (il est passé de 41 à 27 % en 2003) et les espèces les plus sensibles disparaissent au profit de communautés plus robustes mais moins diversifiées, notamment dominées par les algues et les poissons herbivores.

À Mayotte²⁰, l'explosion économique et démographique contribue directement à l'augmentation de l'érosion des sols et à la sédimentation dans le lagon. Les récifs frangeants sont notablement dégradés. Les phénomènes de blanchissement au cours de la dernière décennie ont provoqué des réductions de la couverture corallienne.

Les Îles Éparses (Tromelin, Europa, Bassas da India, Les Glorieuses et Juan de Nova), sont presque toutes classées en réserve naturelle préfectorales depuis 1975 et sans population résidente importante. Elles sont relativement bien préservées de la surexploitation de leurs ressources halieutiques mais subissent les conséquences du réchauffement global, comme en 1998 (blanchissement et mortalité corallienne). Quelques dégazages avec hydrocarbures ont pollué les plages de quelques îles.

- dans l'océan Pacifique

En Nouvelle-Calédonie²¹, c'est aussi la sédimentation terrigène issue des bassins miniers qui a engendré la plus grande dégradation de certains récifs et lagons. Cependant, compte-tenu de la grande superficie de l'écosystème et d'une pression modérée d'exploitation des ressources, la situation reste relativement satisfaisante. Les zones les plus atteintes se situent au sud de la Grande île, au large du centre urbain de Nouméa avec les inconvénients d'activités récréatives importantes pour le milieu, ses biotopes et sa faune (poissons en particulier).

À Wallis et Futuna²², le second écosystème corallien apparaît plus dégradé que le premier. La sédimentation et les eaux usées non-traitées ont endommagé les récifs, de même que des extractions de matériaux coralliens pour les besoins du développement. Par ailleurs, certaines méthodes de pêche traditionnelles sont destructives du milieu.

Enfin, en Polynésie française²³, les problèmes de dégradation liés aux activités anthropiques se rencontrent surtout dans les îles de la Société, plus particulièrement à Tahiti, Moorea et Bora Bora. Si les impacts résultant des extractions de matériaux coralliens sont presque maîtrisés, le développement économique induit la perte de zones frangeantes, remblayées, et la détérioration des lagons. Au cours des années 80, l'explosion démographique de l'étoile de mer épineuse et les cyclones ont mis à mal les récifs polynésiens, de même que les blanchissements de 1991 et 2002.

¹⁸ Les récifs et les lagons y représentent une superficie d'environ 350 km².

¹⁹ Les récifs et les lagons y représentent une superficie d'environ 20 km².

²⁰ Les récifs et les lagons y représentent une superficie d'environ 1 500 km².

²¹ Les récifs et les lagons y représentent une superficie d'environ 35 000 km².

²² Les récifs et les lagons y représentent une superficie d'environ 220 km².

²³ Les récifs et les lagons y représentent une superficie d'environ 13 000 km².

Mais l'immensité océanique de la Polynésie française contient de très nombreux écosystèmes coralliens encore préservés, près d'un tiers des îles basses coralliennes étant inhabité. L'île de Clipperton, qui dispose d'une zone économique exclusive d'une superficie presque égale à celle de la France, est également bien conservée.

	Nouvelle-Calédonie	Polynésie française	Mayotte
Causes anthropiques		seule une fraction des îles est concernée par une dégradation anthropique des écosystèmes coralliens	
exploitation des ressources vivantes	1	1	4
extraction de matériaux	2	1	1
tourisme	2	2	2
urbanisation	3	4	2
pollution industrielle	2	2	1
pollution agricole et domestique	3	3	2
sédimentation terrigène	3	4	4
Causes naturelles			
blanchissement	2	4	4
cyclones	2	2	3
étoile de mer épineuse	2	4	4

1 - absence d'impact ; 2 : impact faible ; 3 : impact modéré ; 4 : impact majeur

Approche comparative de quelques sources de dégradations en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française et à Mayotte

C. La gouvernance des récifs coralliens

1) Les stratégies de préservation des quatre pays principaux détenteurs de récifs coralliens (en superficie)

a) L'Australie

L'Australie possède la deuxième plus grande superficie de récifs coralliens après l'Indonésie, dont la Grande Barrière, classée en 1981 au patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO. Exceptés les impacts du phénomène de blanchissement de 2002, les récifs coralliens d'Australie continuent à présenter une relative bonne santé en raison d'une faible pression anthropique et d'une gestion efficace.

Une seule autorité est chargée de la gestion du parc marin associé à la Grande Barrière ; elle entretient une coopération étroite avec la recherche scientifique (pour la connaissance et la surveillance des écosystèmes, indispensables à la mise en place de réglementations adéquates), le secteur privé (notamment les professionnels du tourisme), et les communautés locales.

La pêche commerciale et les activités touristiques sont strictement encadrées. Par exemple, l'Etat du Queensland a adopté en 2004 un plan de gestion des poissons récifaux, basé sur la définition de quotas individuels transférables.

b) La France

Par son patrimoine corallien (incluant 20% des atolls mondiaux, la seconde plus grande barrière corallienne du monde – en Nouvelle-Calédonie - et deux récifs double-barrière), la France occupe le 4^{ème} rang mondial en superficie. L'état de santé des récifs coralliens est globalement satisfaisant dans les océans Pacifique et Indien, il est en revanche dégradé dans les Antilles françaises.²⁴

Quinze sites récifaux sont actuellement protégés, dont treize ayant le statut de réserves naturelles. Un site, le Grand-Cul-de-Sac-Marin en Guadeloupe, est également classé au titre de la convention de Ramsar sur les zones humides, tout en étant reconnu comme réserve de biosphère, au même titre que la réserve des Tuamotu (commune de Fakarava) en Polynésie française.

²⁴ Au titre de l'année internationale des récifs coralliens (IYOR, 2008), sera publiée, en avril 2008, une synthèse sur l'état des récifs coralliens dans les collectivités françaises d'outre-mer.

Les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie ont été proposés en 2007 au classement comme bien naturel au patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO.

Une action nationale, l'Initiative Française sur les Récifs Coralliens (IFRECOR), a été lancée en 1999, pour améliorer la protection des récifs coralliens français et en assurer la gestion durable. Le gouvernement français s'est alors doté d'un comité national - s'appuyant sur des comités locaux dans chacune des collectivités d'outre-mer. Dans le cadre du Grenelle de l'environnement (octobre 2007), il a été décidé de renforcer cette initiative, et d'engager plus fortement la France dans l'animation du réseau international de protection des récifs coralliens.

L'IFRECOR est chargée de définir et de mettre en œuvre la stratégie nationale en faveur des écosystèmes coralliens et associés. Pour la période 2006-2010, un nouveau plan d'actions a été établi. Parmi les axes d'intervention identifiés, figure la détermination de la contribution socio-économique des récifs coralliens (cf. partie II D).

Par ailleurs, une initiative française pour la protection et la gestion des récifs coralliens dans le Pacifique (ou Coral Reef Initiative for the Pacific - CRISP), lancée par l'Agence Française de Développement (AFD), le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) et le ministère des affaires étrangères en janvier 2005, rassemble des Etats développés (Australie, France, Japon, Nouvelle-Zélande, Etats-), et de nombreux petits états insulaires du Pacifique autour de la protection et de la gestion des récifs et de leurs ressources. Articulant recherche, aménagement et développement, elle se structure autour de trois composantes principales, mises en œuvre par plusieurs maîtrises d'ouvrages²⁵ :

- la planification de la conservation de la biodiversité marine, la création d'aires marines protégées et la gestion intégrée des zones côtières récifales et des bassins versants ;
- le développement des écosystèmes coralliens (la valorisation du potentiel économique en constitue l'un des axes d'actions) ;
- la capitalisation, la valorisation et la vulgarisation des expériences acquises et la promotion du programme CRISP.

Plusieurs partenariats avec des acteurs internationaux majeurs de la gestion des récifs coralliens dans l'océan Pacifique ont été créés autour du projet CRISP.

De façon plus générale, la France agit pour la conservation des récifs coralliens dans le cadre de coopérations bilatérales ou multilatérales, ou par sa participation suivie au comité de coordination et de programmation de l'ICRI²⁶ et au réseau mondial de surveillance du milieu corallien (GCRMN).

c) L'Indonésie

Les récifs indonésiens représentent en superficie 18% du patrimoine mondial. Ils sont soumis à de fortes pressions anthropiques (pratiques destructrices de pêche ; sur-exploitation des ressources naturelles ; sédimentation terrigène ; destruction des mangroves). Leur préservation s'inscrit dans un cadre plus large de lutte contre la pauvreté.

Même si la surveillance exercée par l'Etat est importante, elle se révèle toutefois insuffisante pour cette région, la plus vaste du monde corallien et la plus riche en biodiversité. Le rôle des organisations non gouvernementales dans la sensibilisation des communautés littorales sur l'importance des récifs coralliens, l'implication du secteur privé, en raison des perspectives de développement de l'activité touristique, apparaissent donc nécessaires.

Un programme national de gestion et de réhabilitation des récifs coralliens (COREMAP) a été mis en place en 1998, débouchant sur la constitution d'un réseau d'aires marines protégées à partir de 2003.

d) Philippines

Les Philippines abritent le 3^{ème} patrimoine mondial corallien en superficie. Plus d'un million de pêcheurs dépendent directement des récifs coralliens pour subvenir à leur besoin quotidien. Les ressources naturelles côtières sont actuellement surexploitées et polluées²⁷. La pêche de poissons d'ornementation, très significative, contribue à aggraver cette situation. Par ailleurs, les activités touristiques sont en cours de développement.

²⁵ Conservation International, le Centre National de la Recherche scientifique, associé à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, l'Institut de Recherche pour le Développement, le Programme des Nations Unies pour le Développement, France Coopération International et le Secrétariat de la Communauté du Pacifique.

²⁶ International Coral Reef Initiative (cf. partie I 2a).

²⁷ en raison notamment de pratiques de pêche destructrices telles que la pêche au cyanure

Un réseau de territoires protégés a été mis en place au niveau national (représentant environ 80% des aires marines protégées du sud-est asiatique) - certains sites sont même reconnus au niveau international²⁸ et un réseau d'information national « PhilpReefs », en collaboration avec le milieu de la recherche, a été créé - tandis qu'un programme de gestion des ressources marines et côtières²⁹ est en vigueur. Néanmoins, les moyens pour gérer efficacement le réseau d'aires marines protégées et faire appliquer la réglementation sont insuffisants.

Par ailleurs, une fondation pour la protection de l'environnement fédère l'action des organisations non-gouvernementales et des communautés locales, afin de promouvoir la conservation de la diversité biologique.

2) Le développement d'une approche globale pour une meilleure protection des récifs coralliens

La dégradation des écosystèmes coralliens a été mise en évidence par le milieu scientifique à partir des années 80. Affectés à la fois par les changements climatiques globaux et les pressions humaines locales, ces milieux font actuellement l'objet d'une action internationale, visant notamment à réduire les émissions de gaz à effet de serre et les principales sources de pollution en milieu marin³⁰, et d'interventions au niveau régional, à travers la gestion intégrée des zones côtières ou la création d'aires marines protégées.

a) L'Initiative Internationale pour les récifs coralliens (ICRI)

L'Initiative Internationale pour les Récifs Coralliens (ICRI) a été créée par les Etats Unis en 1994. La France s'y est rapidement associée ; elle en a animé le secrétariat en 1999-2000.

Parmi les structures mises en places par l'ICRI³¹, le réseau mondial de surveillance des récifs coralliens dans le monde (GCRMN) a pour objectif d'établir le bilan de l'état de santé des récifs à destination des chercheurs, des gestionnaires et des décideurs. Les éditions successives de ces bilans (1998, 2000, 2002 et 2004) ont fait l'objet de conférences-lancements dans les grandes capitales. Le prochain bilan sera édité en 2008. D'autres ouvrages ont été publiés par le GCRMN, sur les méthodes de surveillance des récifs (biophysique et socio-économique), sur les conséquences du tsunami de décembre 2005 en Asie, sur les phénomènes de blanchissement et de mortalité des coraux, etc.

b) Les instruments juridiques internationaux

i) Les recommandations des sommets internationaux

De nombreuses déclarations consacrent l'importance des écosystèmes coralliens pour le bien-être des sociétés humaines. Les enjeux liés à leur préservation et à leur conservation ont été en particulier identifiés dans plusieurs recommandations, juridiquement non-contraignantes, formulées à l'occasion du Sommet de la Terre en 1992 et du Sommet Mondial pour le Développement Durable de Johannesburg en 2002 :

- l'Agenda 21, établi lors du Sommet de la Terre, précise que « le milieu marin, y compris les océans, toutes les mers, et les zones côtières adjacentes constituent un capital qui offre des possibilités de développement durable » ; afin de le préserver, les Etats côtiers sont invités à mettre en œuvre une gestion intégrée et un développement durable des zones côtières et du milieu marin soumis à leur juridiction ;

- le Sommet Mondial pour le Développement Durable s'est davantage focalisé sur les petits Etats insulaires, particulièrement vulnérables face à l'extinction d'espèces et à l'élévation du niveau des mers : l'importance d'adopter une gestion intégrée des réserves d'eau des zones côtières et marines, de reconnaître les méthodes de gestion et les savoirs traditionnels, d'augmenter l'engagement des communautés et du secteur privé dans la gestion des récifs coralliens et de créer des réseaux représentatifs d'aires marines protégées pour la conservation des récifs coralliens a été reconnue.

D'autres colloques internationaux de moindre importance (symposium international de gestion des écosystèmes marins tropicaux, symposium international sur les récifs coralliens) réaffirment régulièrement la nécessité de mettre en œuvre des mesures de conservation et de restauration des

²⁸ comme le parc marin du récif de Tubbataha, inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'Unesco en 1993

²⁹ il comporte par exemple l'obligation, pour chaque municipalité du littoral, de déclarer 15% des zones côtières en sanctuaires marins.

³⁰ Les efforts de la communauté internationale portent également sur les programmes d'envergure scientifique – par exemple, le programme 2007-2008 de recherche de l'IUCN en mer Rouge pour éclairer la gestion, et sur la constitution de réseaux pour améliorer la surveillance et la gestion des aires coralliennes protégées.

³¹ On peut citer également l'ICRAN (action) et l'ICRIN (information).

récifs coralliens sans délais, par chaque pays, agissant individuellement et en concertation par la mise en œuvre d'une coopération internationale.

ii) Les conventions de reconnaissance des récifs coralliens d'importance patrimoniale

Deux conventions protègent explicitement les récifs coralliens, à travers des inscriptions reconnaissant l'importance internationale de certains sites :

- la convention de Ramsar, relative aux zones humides d'importance (entrée en vigueur en 1975) :

Cette convention, qui inclut les espaces marins dont la profondeur à marée basse ne dépasse pas six mètres, crée un label de reconnaissance internationale, juridiquement non-contraignant (à l'exception de l'obligation de créer des réserves naturelles), soulignant la nécessité de maintenir et de préserver les caractéristiques écologiques et les richesses des sites classés, par une utilisation rationnelle des ressources.

Les écosystèmes coralliens sont reconnus par la convention comme l'un des types de zones humides les plus sous-représentés dans la « liste Ramsar » (en 2008, ils représentent 63 sites sur 158, soit 4%). D'importantes lacunes géographiques persistent en Asie, en Afrique et en Océanie.

- la convention du patrimoine mondial culturel et naturel de l'UNESCO (adoption en 1972) :

L'inscription d'un bien sur la liste du patrimoine mondial n'entraîne aucun effet direct en terme de contraintes juridiques autres que celles prévues par les législations nationales, ni en termes d'aides financières. Les Etats concernés sont cependant incités à le gérer durablement par la suite. Environ 15 récifs coralliens figurent sur cette liste.

Par ailleurs, un programme de recherche intergouvernemental de l'UNESCO, relatif à l'homme et à la biosphère, a donné naissance à un réseau mondial de réserves de biosphère. Celles-ci peuvent concerner des écosystèmes côtiers et impliquent des obligations, pour l'Etat concerné, et dans le cadre de la législation nationale, en matière de conservation, de développement et d'appui logistique. Une vingtaine de récifs coralliens figurent sur la liste de ce programme (dont l'atoll Taïaro en Polynésie française depuis 1977).

iii) Les conventions ou accords globaux de préservation et de gestion de l'environnement

La protection du milieu marin, et par voie de conséquence, des récifs coralliens, est encadrée par plusieurs conventions ou accords internationaux :

- la convention sur la diversité biologique :

Cette convention, basée sur une vision globale des écosystèmes, a été complétée par le mandat de Djakarta en faveur de la gestion intégrée marine et côtière.

Dans ce cadre, la préservation des récifs coralliens fait régulièrement l'objet de recommandations relative à la lutte contre les phénomènes de blanchissement, la dégradation physique et la destruction des récifs, l'introduction d'espèces invasives, ou encadrant l'accès et le partage des bénéfices entre laboratoires pharmaceutiques et pays possédant des récifs coralliens. Par ailleurs, des plans de travail, spécifiques, sur le blanchissement des récifs coralliens, et sur la diversité biologique marine et côtière ont été mis en place.

- la convention des nations unies sur le droit de la mer :

Cette convention fixe notamment les bases d'une action internationale en matière de préservation des ressources biologique et de lutte contre l'invasion d'espèces étrangères.

- la convention sur le commerce international des espèces sauvages de faune et flores menacées d'extinction (CITES) :

Par cette convention, est reconnue la nécessité d'une coopération internationale pour assurer la protection de certaines espèces de la flore et de la faune sauvage contre une surexploitation par suite du commerce international. Plusieurs espèces de coraux ou fréquentant les habitats coralliens bénéficient dans ce cadre d'une protection. Cependant, les moyens financiers pour les contrôles douaniers sont insuffisants, et de nombreux pays ne possèdent pas de législation adaptée pour lutter contre le braconnage.

D'autres conventions, qui ne concernent pas directement la préservation et la gestion durable des récifs coralliens, peuvent être également mentionnées. Elles ont trait à la lutte contre les pollutions marines³², atmosphériques et à la gestion durable des ressources biologiques marines (convention pour la prévention de la pollution par les navires dite convention MARPOL : réglementation des déversements d'hydrocarbures et des rejets d'autres substances nocives ; protocole de Kyoto : cadre international de lutte contre le changement climatique et les émissions de gaz à effet de serre

³² Selon l'ONU, la pollution des mers serait due pour 54% à des produits venant des terres, pour 33% à des produits venant de l'atmosphère, pour 12% à des produits venant du transport maritime, pour 1% à la production de pétrole en mer.

d'origine anthropique ; plan d'action international de la FAO ; code de conduite pour une pêche responsable).

iv) Autres éléments du contexte international

Certaines organisations intergouvernementales du système des Nations Unies ainsi que des organisations non gouvernementales (ONG) comme l'Union Internationale de Conservation pour la Nature (IUCN) et le Fonds mondial pour la nature (WWF) développent des actions de sensibilisation et des projets sur le terrain pour préserver les écosystèmes coralliens.

c) Les instruments de gestion au niveau régional

i) Les aires marines protégées³³

Actuellement, parmi environ 980 aires marines protégées, 660 concerneraient des écosystèmes coralliens, couvrant environ 100 000 km² de récifs coralliens et de lagons, soit 16% de la superficie totale des écosystèmes récifaux. Sur l'ensemble des écosystèmes coralliens du monde, 5,3 % seraient situés dans des réserves marines où la pêche est autorisée, 12 % dans des réserves polyvalentes acceptant la pêche, les activités récréatives et la recherche, et 1,4 % dans des réserves strictes où tout prélèvement est interdit. En Australie, 69 % des récifs coralliens sont strictement préservés au sein de telles aires protégées contre 7 % dans le Pacifique central et l'Océan Indien ouest et 2 % dans l'Océan Indien central.

Ces données peuvent prêter à discussion car il n'existe aucune définition juridique internationale d'une aire marine protégée. Chaque pays met sous cette appellation un nombre plus ou moins grand de catégories d'aires protégées par l'IUCN³⁴.

L'efficacité des mesures de gestion varie d'un pays à l'autre, elle s'avère particulièrement faible dans certaines zones à forte diversité corallienne de la région de l'ouest Pacifique ou dans les Caraïbes, exposées à des menaces locales telles que la sédimentation, la pollution, le développement côtier ou la surpêche, y compris dans la plupart des centres de diversité corallienne. Toutefois, la mise en réserve, en protégeant, même localement, les organismes marins de la pression de pêche, améliorerait la résilience des récifs coralliens aux pressions climatiques ou anthropiques.

La création d'aires marines protégées apparaît donc comme une condition nécessaire, mais souvent insuffisante pour assurer la pérennité des écosystèmes récifaux.

Il convient de noter que le fonds français pour l'environnement mondial (FFEM) finance actuellement un projet de constitution d'un réseau d'aires marines protégées dans l'océan Indien couvrant les Seychelles, les Comores, Madagascar, Maurice et la Réunion, et que le CRISP appuie la mise en place d'une aire marine protégée autour des Iles Phoenix (océan Pacifique) de plus de 400 000 km².

En France, une agence des aires marines protégées a été récemment créée, chargée notamment de favoriser la mise en œuvre de la stratégie de création d'aires marines protégées (10 parcs naturels marins d'ici 2012, couvrant 10% des eaux territoriales).

ii) L'approche multi-sectorielle et intégrée des zones côtières

- l'adoption de la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC)

Dans certaines zones côtières, les activités économiques sont très dépendantes de la disponibilité et de la régénération des ressources naturelles. La gestion intégrée des zones côtières (GIZC) constitue une approche spécifique des problèmes croissants rencontrés en zone côtière, basée sur un approfondissement des connaissances des écosystèmes et des interactions existantes entre les activités humaines qui y sont déployées, une optimisation de l'utilisation multiple des ressources

³³ Une aire marine protégée (AMP) est définie comme tout espace intertidal ou infratidal, avec ses eaux sus-jacentes et sa flore, sa faune et ses caractéristiques historiques et culturelles, que la loi ou d'autres moyens efficaces ont mise en réserve pour protéger tout ou partie du milieu ainsi délimitée. Les AMP peuvent être de différents types, selon les réglementations nationales. En France, 31 AMP incluant des récifs coralliens (les dispositifs réglementaires mobilisés sont variables : réserve naturelle nationale, réserve pacifique, plan de gestion de l'espace marin, arrêté) peuvent être dénombrés :

	Nouvelle-Calédonie	Polynésie française	Mayotte	Guadeloupe	Réunion
nombre	16	6	4	4	1
superficie (km ²)	434	45	71	636	35
taux de protection (en superficie) des écosystèmes coralliens	1%	3%	36%	5%	80%

³⁴ Cette classification est d'ailleurs en cours de révision, car elle est inadaptée au milieu marin et au contexte actuel de la conservation des écosystèmes.

côtières grâce à l'intégration d'information socio-économique et écologique, une coopération des acteurs publics et privés.

Cette approche a été généralisée par une recommandation européenne, dont la mise en œuvre a été décidée en France en 2003 ; elle s'applique aux régions ultrapériphériques de l'Union Européenne.

Deux exemples peuvent être cités :

- la coordination des acteurs institutionnels, et la démarche de validation par les acteurs de terrain pour la mise en place de la réserve naturelle sur le littoral récifal de la Réunion (février 2007), à présent gérée par un groupement d'intérêt public assurant un partenariat fort entre l'Etat et les collectivités locales ;

- le Programme Régional Environnement de la Commission de l'Océan Indien, soutenu par l'Union Européenne (1995-2005) : les travaux de suivi des récifs coralliens, entrepris dans le cadre de ce programme, ont été couplés avec un certain nombre de thèmes régionaux étroitement liés aux récifs : la santé humaine ; l'érosion littorale, la pêche côtière, le tourisme, la pollution.

Ils sont prolongés sur la période 2006-2011 par le projet PROGECO (programme de gestion durable des zones côtières de l'océan indien), entièrement financé par l'Union Européenne à hauteur de 18 millions d'euros.

- la mise en place de conventions régionales

Créé il y a trente ans, le programme pour les mers régionales du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) constitue une initiative inédite pour protéger le milieu marin et côtier. Définissant un cadre institutionnel pour la coopération régionale et mondiale, il a conduit à l'adoption de 17 conventions et plans d'actions pour les mers régionales, dont 11 juridiquement contraignants. A la différence des conventions d'environnement mondial, les conventions régionales sont transversales, couvrant un large éventail de thématiques sur un secteur géographique limité.

Dans la déclaration de Djeddah (octobre 2007), a été notamment affirmé l'intérêt de « recourir systématiquement à des estimations économiques des biens et services fournis par les ressources marines et côtières à l'appui d'une approche durable dans les domaines prioritaires de la gestion de l'environnement ».

Parmi les programmes emblématiques, peut être citée la convention de Carthagène pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes (1983), dont l'un des protocoles, celui relatif aux zones et à la vie sauvage spécialement protégées (protocole SPAW - Specially Protected Areas and Wildlife - , accueilli par la France et situé sur l'île de la Guadeloupe) a conduit à la mise en œuvre d'un programme de suivi et de gestion des récifs coralliens, en collaboration avec l'ICRAN.

II L'évaluation économique des biens et services rendus par les écosystèmes coralliens

A - Les différents biens et services rendus par les écosystèmes

Les récifs coralliens comptent parmi les écosystèmes les plus rares et les plus diversifiés³⁵. Au niveau mondial, près de 500 millions de personnes dépendent directement des écosystèmes coralliens pour leur subsistance, et pour les services qu'ils rendent notamment en matière de protection des côtes, de productions de ressources organiques ou minérales ou d'activités touristiques ; environ 30 millions de personnes – parmi les plus pauvres du monde – dépendent entièrement des récifs pour leur nourriture.

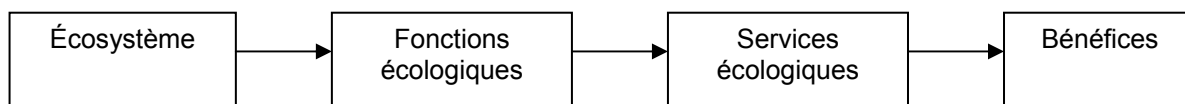
Ainsi, par les fonctions écologiques qui les caractérisent³⁶, les écosystèmes coralliens fournissent des services³⁷ dont l'homme peut tirer des bénéfices directs ou indirects, pouvant avoir une valeur économique et/ou sociale.

³⁵ un seul récif corallien peut abriter 200 espèces de coraux, 300 espèces de poissons, entre 10000 et 100 000 invertébrés ; un km² de récifs en bonne santé peut produire de la nourriture pour 2500 hommes par an.

³⁶ Les fonctions écologiques correspondent aux processus biologiques de fonctionnement, de maintien et d'évolution des milieux naturels.

Les écosystèmes coralliens constituent 1) des supports physiques permettant l'établissement de 2) zones de reproduction, de croissance, et d'alimentation d'organismes vivants ; 3) ils participent aux cycles bio-géo-chimiques globaux et 4) produisent des matières premières (matière organique et inerte, nutriments).

La biodiversité est étroitement associée à l'existence de ces fonctions écologiques : si la perte de certaines espèces n'a pas systématiquement un effet immédiat sur la réalisation des fonctions écologiques, la disparition d'un groupe fonctionnel d'espèces peut en revanche modifier les performances de l'écosystème.



Pour un écosystème donné, le lien entre fonctions et services écologiques est difficile à établir car il relève des caractéristiques internes de fonctionnement des écosystèmes. En revanche, l'Évaluation du Millénaire pour les Ecosystèmes a mis en évidence la relation entre services écologiques et bénéfiques (« les services écologiques sont définis comme les bénéfices que les humaines peuvent tirer des écosystèmes », ou encore comme « les conditions et les processus selon lesquels les écosystèmes et les espèces qui les composent maintiennent et assurent la vie humaine » - Tallis et Kareiva, 2006).

Les bénéfices tirés des écosystèmes coralliens et contribuant au bien-être des hommes sont issus de différents types de services :

- les services de prélèvement, conduisant à l'extraction de ressources naturelles produites ou associées aux écosystèmes coralliens ;
- les services de régulation, à l'origine de bénéfices issus de la régulation des processus des écosystèmes ;
- les services d'ordre culturel qui affectent directement les populations ;
- les services d'auto-entretien nécessaires à la délivrance des autres services.

<u>Services d'auto-entretien</u> - constitution du milieu - développement du cycle nutritionnel et production primaire (services intra-inter écosystèmes : nourriceries, habitats...)	<u>Services de prélèvement</u> - pêche : pêche commerciale, artisanale, vivrière industrie alimentaire - aquaculture - industrie alimentaire - décoration et ornementation - industrie (bâtiment ; énergie) - santé (médecine, pharmacologie) : ressources génétiques, autres substances naturelles
	<u>Services de régulation</u> - régulation du climat : fixation du carbone - protection côtière contre l'érosion marine et les tempêtes marines - formation de plages et d'îles - traitement des apports terrigènes et des activités humaines (épuration des eaux usées, recyclage des intrants agricoles) - traitement organique
	<u>Services culturels</u> - activités récréatives (observations de la nature, aquarium...) et touristiques - héritage culturel (arts, histoire des peuples et des religions, modes de vie et coutumes) - qualité environnementale des paysages - utilisation des récifs à des fins artistique, esthétique, ou religieuses - éducation et recherche - empreinte biologique

Certains services emblématiques des écosystèmes coralliens peuvent être décrits plus précisément :

1) La pêche

Principal bénéfice marchand issu des récifs coralliens, avec le tourisme, la pêche en milieu corallien représente à elle-seule entre 10% et un quart de la pêche mondiale. En considérant également la pêche vivrière et plus marginalement la pêche récréative, les ressources récifales contribueraient à l'alimentation d'un milliard de personnes.

L'aquariophilie est également à l'origine de prélèvements, correspondant à environ 12 à 15 millions de poissons échangés par an ; elle représente une source importante de revenus pour certains pays

³⁷ Les services écologiques sont les composants de la nature, directement appréciés, consommés ou utilisés par l'homme pour assurer son bien-être ; les fonctions écologiques diffèrent des services écologiques par le fait qu'elles ne sont pas directement liées à l'homme.

d'Asie du sud-est (Philippines, îles Fidji), d'autant plus grande que le commerce d'aquariums marins se développe.

Selon le PNUE³⁸, environ 1 200 tonnes de coraux durs seraient également récoltés, transportés et vendus par an, à destination principalement des Etats-Unis, de l'Union Européenne et du Japon.

2) La perliculture

La perliculture, dans certains Etats insulaires, joue un rôle socio-économique majeur. C'est le cas par exemple de la Polynésie française : cette activité y représente la seconde ressource économique, avec près de 10 tonnes de perles expédiées les meilleures années³⁹ (il s'agit du premier exportateur mondial de perles brutes avec 25% de part de marché).

3) Le tourisme

Le tourisme, en pleine expansion depuis la seconde moitié du 20^{ème} siècle, contribue de façon très importante au produit intérieur brut et à l'emploi dans de nombreux Etats insulaires. Réalisé durablement, il peut contribuer, par les revenus qu'il génère, à la préservation des récifs coralliens ; mais bien souvent, il concourt à leur dégradation.

Le changement climatique pourrait conduire à une transformation des économies touristiques insulaires, en favorisant l'essor du tourisme de croisière au détriment du tourisme par voie aérienne.

4) La protection côtière

Un grand nombre d'îles ne doivent leur existence qu'aux récifs coralliens, comme les 84 atolls de Polynésie française ou les îles coralliennes éparses de l'océan Indien⁴⁰. Les récifs frangeants et les récifs-barrières ont en effet une fonction importante de réduction des effets des tempêtes sur les côtes et l'apport en sédiments sur les plages. Les massifs coralliens sont également à l'origine du développement d'herbiers et de mangroves, qui favorisent la fixation de sédiments, l'oxygénation et la lutte contre l'érosion côtière. Ainsi, selon le PNUE, un récif corallien caractéristique pourrait-il absorber 90 % de la force d'impact d'une vague, protégeant ainsi le littoral et les infrastructures contre l'érosion et les dégâts, tandis qu'un kilomètre carré de récifs coralliens préviendrait annuellement contre l'érosion de 2 000 m³ de littoral⁴¹.

La capacité des récifs frangeants et des récifs-barrières à réduire les effets des orages et fournir des sédiments sera diminuée par l'élévation du niveau de la mer. Si ces services se réduisent, les écosystèmes côtiers actuellement protégés par les récifs coralliens sont davantage exposés. Leur détérioration ou disparition pourrait avoir des effets économiques significatifs.

5) Les produits de la santé

Les écosystèmes coralliens abritent une très grande variété d'espèces vivantes, à partir desquelles il est possible d'extraire des ressources génétiques valorisées par l'industrie pharmaceutique. Environ 6000 produits chimiques proviendraient d'organismes vivants sur les récifs coralliens. Parmi les composés les plus emblématiques peuvent être cités l'azidothymidine, plus connue sous le nom d'AZT et secrétée par une variété d'éponges, des produits participant à la lutte contre les infections bactériologiques, la leucémie et certains cancers ou encore des matériaux permettant la fabrication de prothèses osseuses, ou d'yeux artificiels.

5) Le rôle culturel des récifs coralliens

Les peuplements humains vivant à proximité des récifs coralliens et des écosystèmes associés sont le résultat de l'histoire de l'humanité : dans certains cas, comme dans de nombreuses îles des Antilles, les premiers habitants, autochtones, ont disparu, remplacés par des immigrés ; dans d'autres cas, comme en Polynésie française, les populations autochtones se sont maintenues avec un important métissage. Par ailleurs, mise à part l'industrie touristique, l'importance des écosystèmes coralliens dans l'économie locale est très différente selon les territoires : faible dans les Caraïbes où l'agriculture est l'activité dominante, elle est primordiale dans les pays du Pacifique sud, en raison des ressources récifales (pêche, perliculture). Ainsi, la survivance culturelle traditionnelle de la connaissance de la

³⁸ centre de surveillance de conservation de la nature (PNUE-WCMC).

³⁹ 92 millions d'euros à l'exportation en 2006, des milliers d'emplois en majorité dans les atolls éloignés.

⁴⁰ Grâce à la présence de récifs coralliens, certains Etats, dont la France, possèdent des zones économiques exclusives très étendues.

⁴¹ estimation haute, qui suppose un linéaire continu de sable derrière la barrière récifale.

mer et de son exploitation, d'une part, et l'importance économique des récifs, d'autre part, sont-elles ressenties de façon variée par les populations locales.

Des outils existent pour mesurer l'importance culturelle et traditionnelle des récifs : les savoir-faire techniques de pêche récifale, l'érosion des traditions, la contribution linguistique mesurable par l'importance relative du vocabulaire relatif à l'écosystème corallien.

B – La place de l'évaluation économique

La détérioration des écosystèmes coralliens comporte de sérieuses implications pour le bien-être des sociétés qui en dépendent pour se fournir en biens et en services. De façon générale, les changements de l'état des écosystèmes coralliens risquent d'affecter le bien-être de l'homme à travers une dégradation des services rendus en termes de sécurité, d'accès aux éléments essentiels pour une vie agréable, de santé, de relations sociales et de liberté de choisir⁴².

Une meilleure information concernant leur importance écologique et socioéconomique est donc nécessaire pour atteindre une utilisation durable de ces écosystèmes, à travers :

- 1) la caractérisation scientifique de leur fonctionnement écologique, de leur pérennité et de leur régularité, et des conditions nécessaires à leur maintien y compris par l'utilisation de substituts technologiques ;
- 2) l'évaluation de la sensibilité de ces services aux changements induits par l'homme (basée par exemple sur une approche par indicateurs de gestion) ;
- 3) l'évaluation économique des biens et services, y compris non-marchands.

Ce dernier axe d'analyse peut se justifier par plusieurs raisons :

- la dégradation des récifs coralliens entraîne des perturbations économiques et sociales pour les populations dont l'activité professionnelle ou le genre de vie repose sur l'exploitation des récifs ou des ressources halieutiques qui leur sont associées, telles la diminution des emplois dans le secteur de la pêche ou la sous-nutrition croissante occasionnée par la baisse des rendements de la pêche vivrière. Ces perturbations relèvent de la sphère économique et certaines peuvent se mesurer sous forme monétaire.

Cependant, un grand nombre des services environnementaux rendus par les écosystèmes coralliens, comme la protection côtière ou les bénéfices tirés sur un plan culturel et traditionnel, n'est pas commercialisé, leur valeur n'est donc pas reflétée dans les prix du marché. En conséquence, la prise de décision dans les secteurs publics et privés peut être faussée si les répercussions des activités socio-économiques basées sur la présence des écosystèmes coralliens ne sont pas correctement prises en compte sur un plan économique.

- les scientifiques n'ont pas en général réussi, par l'acquisition et la diffusion de connaissance, à enrayer la dégradation des récifs coralliens au cours des dernières décennies. L'attribution d'une valeur monétaire aux récifs coralliens est un moyen de reconnaître ces écosystèmes en tant que générateurs d'utilités économiques et sociales contribuant au bien-être individuel et collectif⁴³.

Ainsi, l'évaluation économique de la valeur totale des écosystèmes coralliens, ou de façon plus pragmatique, de la valeur des variations des flux de services qu'il fournissent provoquées par la réalisation d'un projet d'aménagement, peut-elle contribuer à compléter les messages des scientifiques sur l'importance de préserver, de gérer durablement les écosystèmes coralliens, et de réduire le rythme actuel d'appauvrissement de la diversité biologique, notamment dans le cadre d'analyses des coûts et des bénéfices.

Le contenu de l'évaluation économique dépend de l'objectif recherché : s'il s'agit d'alerter les pouvoirs publics à une échelle globale, l'exactitude des résultats peut s'avérer moins importante que la production d'un résultat. En revanche, si le but est de donner une estimation aussi proche que possible de la valeur économique des biens et services rendus par l'écosystème corallien, il apparaît nécessaire de prendre précisément en compte la morphologie du récif corallien étudié, la nature des activités humaines associées, leurs modalités d'exécution et leurs impacts environnementaux.

Cependant, la méconnaissance des interactions entre les biens et services fournis par les écosystèmes coralliens rend parfois l'évaluation des services extrêmement complexes.

⁴² cf. l'Evaluation du Millénaire pour les Ecosystèmes

⁴³ « les biens naturels n'acquiescent une valeur d'échange qu'à partir du moment où ils commencent à se raréfier et qu'il devient nécessaire d'engager une dépense monétaire pour pouvoir continuer à en tirer profit » (Comolet, 1994).

Il convient également de préciser que les évaluations économiques doivent être conduites aux échelles spatiales et temporelles adaptées au processus en cours d'analyse. En particulier, l'échelle de temps s'avère importante, non seulement pour l'application de taux d'actualisation, mais aussi pour la prise en compte de changements difficiles à mesurer, tels que l'impact du changement climatique sur la répartition des espèces ou l'impact de pratiques de gestion non-durables, telles que des prélèvements destructeurs du milieu physique – pêche, extraction de matériaux de construction – et excédant les capacités d'auto-régénération des habitats biologiques. Cependant, généralement, les évaluations économiques sont réalisées ponctuellement et restent fixes ou suivent une évolution prédéterminée.

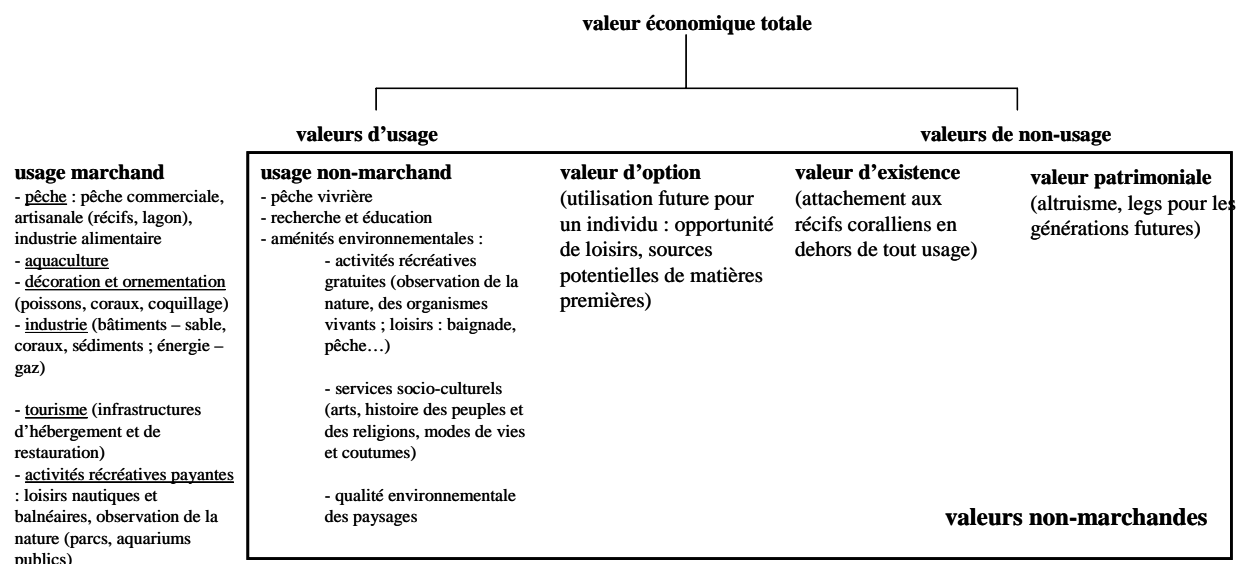
C – L'évaluation économique des bénéfices tirés des écosystèmes coralliens

A – Méthodologie

Plusieurs approches permettent d'estimer la valeur d'un bien environnemental. L'une d'entre elles, connue comme étant le concept utilitariste (anthropocentrique), est basée sur le principe des préférences humaines (bien-être). Les écosystèmes et les bénéfices qu'ils procurent ont de la valeur parce que les populations tirent satisfaction de leur usage, soit directement, soit indirectement. Les hommes accordent également une certaine valeur aux écosystèmes dont ils ne profitent pas de façon courante (valeur liée au fait de savoir qu'une ressource existe, même si elle n'est pas utilisée).

Une autre perception de la valeur, reposant sur le concept de valeur non-utilitaire, consiste à considérer que les écosystèmes peuvent avoir une valeur pour eux-mêmes, indépendamment de leur utilité pour l'homme⁴⁴.

La notion de valeur économique totale (VET), liée par définition aux préférences individuelles des êtres humains, fournit une mesure de la valeur économique d'une variation très faible (c'est-à-dire marginale) ou de la valeur totale d'un bien environnemental⁴⁵. Elle se décompose en plusieurs catégories. Dans le cas des écosystèmes coralliens, les valeurs d'usage correspondent à une utilisation des récifs ; celle-ci peut-être marchande ou non marchande. Les valeurs de non-usage peuvent correspondre à une utilisation future des récifs coralliens pour les générations à venir (valeur d'option, valeurs de legs) ; l'économie de l'environnement considère également que l'environnement peut avoir une valeur intrinsèque ou encore une valeur d'existence, qui n'est pas liée à son usage passé, présent ou futur.



Classification des bénéfices rendus par les écosystèmes coralliens

⁴⁴ valeur intrinsèque, qui est généralement définie comme une valeur incorporée dans les actifs eux-mêmes et indépendante des préférences individuelles de l'être humain ou même de l'observation par celui-ci.

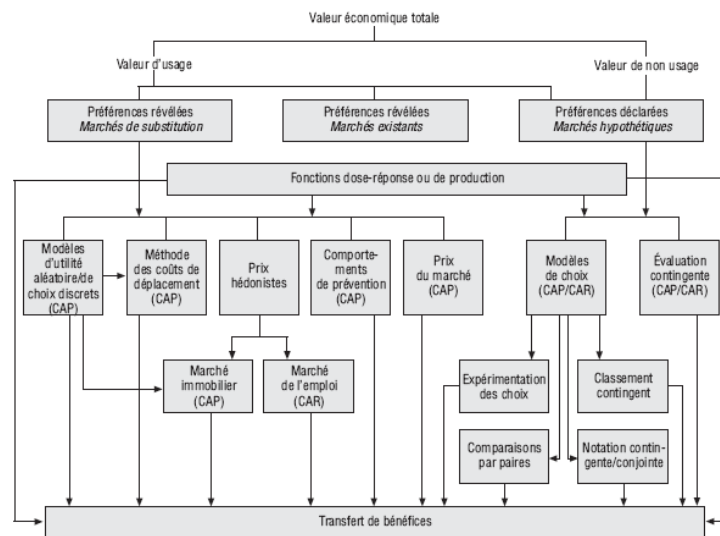
⁴⁵ Cependant, la valeur économique totale des écosystèmes est infinie (phénomène de non-linéarité lorsque l'on porte gravement atteinte à l'écosystème) ; en outre, les services écologiques sont inter-indépendants : toute modification d'un service est fonction de l'ensemble des éléments de l'écosystème.

L'estimation économique doit donc se focaliser sur de faibles variations de la taille ou du fonctionnement des écosystèmes.

Les différentes techniques d'évaluation économique d'un bien environnemental ont notamment pour objectif d'estimer tout ou partie des valeurs non-marchandes. Cette mesure se fait via l'estimation en terme monétaire du gain ou de la perte de bien-être d'individus suite à l'évolution de l'état de santé de ce bien.

Les méthodes permettant d'attribuer une valeur monétaire aux externalités environnementales (services non-marchands ou immatériels) peuvent être regroupées en deux catégories :

- les méthodes basées sur l'observation des comportements des individus sur des marchés existants ou substituts : méthodes des préférences révélées (prix hédonistes⁴⁶ ; coûts de transport⁴⁷ ; comportement de prévention et dépenses de protection⁴⁸ ; coûts de changement dans la productivité⁴⁹) ;
- les méthodes basées sur les déclarations des agents quant à leurs comportements dans les situations hypothétiques : méthodes des préférences déclarées (évaluation contingente⁵⁰ et modélisation des choix⁵¹).



(OCDE, 2006)

⁴⁶ cette méthode nécessite des marchés transparents et performants, et une vaste quantité de données.

⁴⁷ construction d'une courbe de demande, à partir de données sur les coûts de déplacement, qui ne concerne que les activités de loisir spécifiques au site.

⁴⁸ cette méthode comporte un risque de sur-estimation de la valeur réelle, lorsque les avantages, inconnus, sont plus faibles que les coûts identifiés.

⁴⁹ la principale contrainte de cette méthode, qui concerne les services de prélèvement, concerne le manque de données sur les changements dans les services et leurs répercussions sur la productions de biens.

⁵⁰ cette méthode repose sur la réalisation d'enquête de grande envergure et coûteuse ; les réponses présentent des sources potentielles de biais.

⁵¹ Cette méthode est semblable à l'évaluation contingente, minimisant certains biais ; l'analyse des résultats est complexe.

Pour l'évaluation des biens et services rendus par les écosystèmes coralliens, plusieurs méthodes sont généralement mobilisées :

Biens et services	Méthodes d'évaluation
<p>VALEUR D'USAGES DIRECTS</p> <p><u>Activités marchandes</u></p> <p>*liées à un prélèvement :</p> <p>Pêche commerciale, artisanale Aquaculture Industrie alimentaire Décoration et ornementation Industrie (bâtiment ; énergie) Santé (ressources génétiques, autres substances naturelles)</p> <p>*non liées à un prélèvement :</p> <p>Tourisme (hébergement et restauration) Activités récréatives payantes : loisirs nautiques et balnéaires, observation de la nature</p> <p><u>Activités non-marchandes</u></p> <p>Pêche vivrière Recherche et éducation</p> <p>Activités récréatives gratuites Services socio-culturels (arts, histoire, modes de vie), qualité environnementale des paysages</p>	<p>Marchés existants*</p> <p>Marchés existants*</p> <p>Marchés existants*</p> <p>Marchés existants*</p> <p>Marchés existants*</p> <p>Marchés de substitution</p> <p>Marchés existants*, marchés de substitution (coûts de déplacements, prix hédonistes)</p> <p>Marchés de substitution (prix du marché) Marchés existants* (dépenses liées aux programmes de recherche) Marchés de substitution (coûts de déplacements), marchés hypothétiques (évaluation contingente)</p>
<p>VALEUR D'USAGES INDIRECTS</p> <p>Protection côtière</p> <p>Traitement des apports terrigènes et des rejets issus des activités humaines Fixation du carbone Services intra/inter écosystèmes</p>	<p>Marchés de substitution (prix du marché)</p> <p>Marchés de substitution (prix du marché)</p> <p>Marchés de substitution (prix du marché) Marchés de substitution, ??</p>
<p>VALEUR DE NON-USAGE</p> <p>Valeur d'option Valeur d'existence Valeur patrimoniale</p>	<p>Marchés hypothétiques (évaluation contingente, modèles de choix), ??</p>

* : prix hors subvention

L'évaluation économique présente l'avantage de ramener des phénomènes a priori hétérogènes, difficilement comparables, dans une unité commune. Cependant, les méthodes d'évaluation économique des services rendus par les écosystèmes rencontrent certaines limites :

- elles reposent sur des hypothèses de fortes ;
- elles impliquent la collecte et l'analyse de grands ensembles de données (risques de biais, d'erreurs d'approximation d'autant plus grands que le service que l'on cherche à évaluer est difficile à définir, ce qui est souvent le cas pour les écosystèmes coralliens) ; le transfert des avantages peut permettre de réduire le problème de l'insuffisance des données de base et des ressources financières souvent rencontré dans le cadre des évaluations, mais les modalités de sa mise en œuvre soulèvent encore des interrogations méthodologiques.

Compte-tenu de ces difficultés, plusieurs précautions doivent être prises lors de leur mise en œuvre :

- il est nécessaire d'identifier correctement le bien environnemental (fonctionnement, phénomènes d'irréversibilité), les services qu'il rend, à l'échelle géographique à laquelle se font sentir les bénéfices et définir le régime de propriété dont il relève ; à cet égard, les écosystèmes coralliens sont des milieux naturels très complexes, étudiés en recourant assez fréquemment aux évaluations contingentes ou à la méthode des coûts de transport, mais dont les résultats sont très sensibles aux conjonctures économique et politique ; l'évaluation des biens et services est réalisée par simplification, comme s'ils étaient indépendants les uns des autres, mais il est nécessaire d'analyser les interactions entre services pour interpréter les valeurs obtenues ;
- les résultats obtenus doivent être analysés au regard de méthodes alternatives, telles que l'analyse multi-critères.

B – Revue bibliographique sur l'évaluation des biens et services rendus par les écosystèmes coralliens

Les études économiques sur les écosystèmes coralliens sont relativement nombreuses mais partielles. Selon une méta-analyse récente (Brander et al, 2006) relative à la seule valeur récréative des récifs coralliens, il existerait 160 travaux, avec en moyenne dix nouvelles publications par an : les écosystèmes coralliens revêtent une grande importance, notamment pour les populations locales qui risquent d'être très affectés dans leur mode de vie en cas de disparition des écosystèmes coralliens. La véritable difficulté consiste à mesurer la perte de bénéfices enregistrée en cas de disparition ou de dégradation d'une partie de ces écosystèmes (effet d'échelle potentiellement important, irréversibilité, incertitude).

L'analyse des principales publications relatives à l'évaluation économique des biens et services rendus par les écosystèmes coralliens révèle donc une grande disparité dans la mise en œuvre des méthodes d'évaluation et dans le type d'estimations obtenues.

Certaines limites rencontrées peuvent être rappelées :

- l'estimation de la valeur économique, à partir de la somme des valeurs des différents services, ne rend pas forcément bien compte de la valeur globale de l'écosystème ou de la variation de cette valeur (les écosystèmes se caractérisent par des processus interactifs, dont les liens sont souvent encore mal connus, et par une capacité variable d'adaptation à des changements exogènes, outre que ces derniers sont souvent non-linéaires) ;
- l'estimation de la valeur économique devrait davantage se focaliser sur de faibles variations de taille ou de fonctionnement des écosystèmes, car il n'est pas réaliste de parler de la valeur totale des écosystèmes coralliens ;
- certaines méthodes d'évaluation sont plus fréquemment utilisées, ce qui pourrait avoir une incidence sur les valeurs obtenues (notamment sur la valeur de services récréatifs) ;
- la prise en compte du contexte socio-économique local est très complexe, ce qui peut en partie expliquer la grande variabilité des résultats obtenus notamment pour les valeurs de non-usage (comment ensuite transférer les valeurs ?) ;
- l'impact des activités humaines sur le fonctionnement de l'écosystème corallien est difficile à évaluer (généralement, le capital représenté par les services rendus par l'écosystème se réduit sous la pression anthropique, sauf en cas de gestion durable) ; il est probable que les services qu'offrent les écosystèmes coralliens présentent un haut degré d'inefficience potentielle : il faudrait donc prendre soin d'évaluer les potentialités plutôt que la productivité effective.

Biens et services	Valeur obtenue dans l'étude	Estimation de la valeur pour 2007 ⁵²	Localisation	Référence	Observations
Protection côtière	2 750 \$/ha/an	~ 4 500 \$/ha/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	Costanza, 1997	
	22 Mds\$ (100 M\$/ha)	-	Philippines	MacAllister, 1991	méthode des coûts de remplacement (mise en place de tétrapodes sur 22 000 km ²)
	14 000 \$/ha/an (9 000-260 000 \$/ha/an)	~ 40 000 \$/ha/an (~ 25 000 – 700 000 \$/ha/an)	Indonésie	Cesar, 1996	méthode de changement de productivités (pertes des fonctions productives)
	65 M\$	-	Jamaïque, Montego Bay	Gustavson, 1998	méthode du changement de productivité (valeur nette actualisée) appliquée au marché de la propriété foncière
	77-1540 \$/ha/an	~ 100 – 2000 \$/ha/an	Philippines	White, 2000	
	61 \$/ha/an	~ 100 \$/ha/an	Indonésie	Burke, 2002	
	125 \$/ha/an	~ 160 \$/ha/an	Philippines	Burke, 2002	
	55-1100 \$/ha/an	~ 80 – 1500 \$/ha/an	Asie du sud-est	Burke, 2002	
	2460-8360 \$/ha/an	~ 3 500 – 12 000 \$/ha/an	Sri Lanka	Cesar, 2003	
	1140 \$/ha/an	~ 1180 \$/ha/an	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles, 2005 (MSc)	
	8,4 M\$/an (1860 \$/ha/an)	~ 8,3 M\$/an	Saipan	Van Beukering, 2006	méthode des dommages évités
	4 M\$/an (250 \$/ha/an)	~ 4 M\$/an	Sainte-Lucie	WRI, 2006	
	5,4 M\$/an	~ 5,7 M\$/an	Tobago, Caraïbes	WRI, 2006	
55 - 14 000 \$/ha/an	~ 80 - 40 000 \$/ha/an (8 études considérées)				
Valeur d'existence, valeur d'option	45 MAU\$/an (2 \$/ha/an)	106 M\$/an (3 \$/ha/an)	Australie, grande barrière de corail	Hundloe, 1987	méthode d'évaluation contingente (4 AU\$/visiteur pour le maintien en l'état actuel) - évaluation limitée à la population australienne ne s'étant pas rendu sur le site des récifs
	19,6 M\$	-	Jamaïque, Montego Bay	Spash, 1998	méthode d'évaluation contingente (1,17 \$ à 2,98\$/visiteur/an pour une amélioration de 25% de l'état de conservation des récifs)
	120 \$/ha/an	~ 160 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 2002	
	<1 M\$/an	<1,3 M\$/an	Philippines	Arin, Kramer, 2002	méthode d'évaluation contingente
	2 - 120	~ 3 – 160 \$/ha/an (2 études considérées)			
Traitement des eaux	58 \$/ha/an	~ 100 \$/ha/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	Costanza, 1997	
	58 \$/ha/an	~ 75 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 2002	méthode des coûts de remplacement (purification artificielle)
	58 \$/ha/an	~ 75 – 100 \$/ha/an (2 études considérées)			

⁵² Cette actualisation a été réalisée à partir d'une variation des prix du marché (taux d'inflation) et non pas à partir d'une variation de la perception sociale (liée, elle, à une variation de la population, du bien environnemental) du service considéré, approche qui peut être jugée contestable dans le cas des services non-marchands.

Biodiversité	12 \$/ha/an (habitats)	~ 20 \$/ha/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	Costanza, 1997	
	4,9 \$/ha/an	~ 6,4 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 2002	prix fictif, pris égal à 10% du prix de marché de toute activité de conservation de la biodiversité
	0,55 \$/ha/an	~ 0,7 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 2002	dépenses de conservation
	7 \$/ha/an	~ 9,2 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 2002	10% des revenus issus de la pêche dépend des fonctions de régulation de l'écosystème
	50 \$/ha/an	~ 52 \$/ha/an	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles, 2005 (MSc)	
	3 M\$/an (services écologiques) (660 \$/ha/an)	~ 3 M\$/an (660 \$/ha/an)	Saipan	Van Beukering, 2006	méthode d'évaluation contingente (taxe de 1\$ à 10\$ pour accéder aux parcs marins existants)
	330 000 \$/ha (75 \$/ha/an)	~ 340 000 \$/ha (~ 80 \$/ha/an)	France, Guadeloupe, zone de Pigeon	Raboteur, Rodes, 2005	Méthode d'évaluation contingente (consentement à payer de 12.7 \$/visiteur/an pour préserver le site dans son état actuel)
	1 – 660 \$/ha/an	~ 1 – 660 \$/ha/an (7 études considérées)			
Services récréatifs et tourisme	3008 \$/ha/an	~ 5 000 \$/ha/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	Costanza, 1997	
	8295 \$/ha/an	~ 37 000 \$/ha/an	St Johns	Posner, 1981	
	144 MAU\$/an (41 100 AU\$/ha/an)	-	Australie, grande barrière de corail	Hundloe, 1987	méthode des coûts de transports surplús du consommateur pour des touristes locaux et étrangers
	106 MAU\$/an	-	Australie, sites de la grande barrière de corail	Hundloe, 1987	méthode des coûts de transports surplús du consommateur pour des touristes locaux et étrangers
	6 MAU\$/an	-	Australie, sites de la grande barrière de corail	Hundloe, 1987	méthode d'évaluation contingente surplús du consommateur : 8 AU\$/visiteur/an
	-	-	Galapagos	Edwards, 1991	méthode des prix hédoniques 312\$/visiteur/jour
	-	-	Key Largo, Floride	Leeworthy, 1991	méthode des coûts de transports : 285\$ à 426 \$/visiteurs/jour (prise en compte du coût d'opportunité du temps)
	325 000 \$/an (plongée) 23,2 M\$/an	~ 300 000 \$/an ~ 21,6M\$/an	Bonaire Marine Park, Barbades	Dixon, 1993	méthode d'évaluation contingente 27,4 \$/visiteur/an revenus issus du tourisme
	8,8 M\$/an (plongée) 19,2 M\$/an	~ 8,2 M\$/an ~ 17,8 M\$/an	Bonaire Marine Park, Barbades	Pendleton, 1993	revenus issus du tourisme méthode des coûts de transports
	45 \$/ha/an	~ 100 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 1992	perte de revenus (méthode du changement de productivité)
	5 M\$/an (1 - maintien des récifs dans l'état actuel) 8 M\$/an (2 - restauration des récifs vers un « excellent » état)	~ 16 M\$/an ~ 25,5 M\$/an	Jamaïque	Wright, 1995	méthode d'évaluation contingente 31 \$/visiteur/an (1) 49 \$/visiteur/an (2)
	30-4820 \$/ha	-	Indonésie	César, 1996	perte de revenus touristiques (méthode du changement de productivité) liée à la destruction des récifs
	315 M\$		Jamaïque, Montego Bay	Gustavson, 1998	perte de revenus (méthode de changement de productivité) ; valeur nette actualisée

Services récréatifs et tourisme	769 MAU\$		Australie, grande barrière de corail	Driml, 1999	perte de revenus (méthode du changement de productivité)
	97 M\$/an	~ 110 M\$/an	Hawaï	Cesar, 2002	méthode des coûts de transports
	231-2700 \$/ha/an	~ 325 – 3700 \$/ha/an	Asie du sud est	Burke, 2002	
	390 000 \$/an		Malaisie, parc marin de Pulau Payar	Yeo, 2003	Evaluation contingente.
	6243 \$/ha/an	~ 7 300 \$/ha/an	Thaïlande	Seenprochawong, 2003	Coûts de transport.
	1 654 \$/ha/an	~ 2 000 \$/ha/an	Caraïbes	Chong, 2003	
	51,6 M\$/an (10320 \$/ha/an) (activités touristiques)	~ 53,6 M\$/an (10320 \$/ha/an)	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles, 2005 (MSc)	
	184 \$/visite	~ 190 \$/visite/an	méta-analyse	Brander, 2006	
	74,4 M\$/an	~ 74,4 M\$/an	Caraïbes, Sainte-Lucie	WRI	
	20,4 M\$/an	~ 20,4 M\$/an	Caraïbes, Tobago	WRI	
	42 M\$/an	~ 42 M\$/an	Saipan	Van Beukering, 2006	surplus
	0,82 M\$/an	~ 0,82 M\$/an	Caraïbes, Sainte-Lucie	WRI, 2006	
	0,2-1 M\$/an	~ 0,2-1 M\$/an	Caraïbes, Tobago	WRI, 2006	
	45 – 8 295 \$/ha/an	~ 100 – 37 000 \$/ha/an (9 études considérées)			
Recherche et éducation	150 000 \$/an	~ 230 000 \$/an	Belize	Spurgeon, 1992	coûts d'investissement par un centre de recherche
	2,5 M\$/an	~ 3,4 M\$/an	Panama	Spurgeon, 1992	coûts d'investissement par un centre de recherche
	2,73 \$/ha/an	~ 6,2 \$/ha/an	Galapagos, parc	De Groot, 1992	coûts d'investissement par un centre de recherche
	581 000 \$/an (117 \$/ha/an)	~ 600 000 \$/an (~ 120 \$/ha/an)	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles, 2005 (MSc)	
	0,8 M\$/an (186 \$/ha/an)	~ 0,7 M\$/an (184 \$/ha/an)	Saipan	Van Beukering, 2006	coûts d'investissement par des organismes de recherche
	2 – 186 \$/ha/an	~ 6 – 184 \$/ha/an (3 études considérées)			
Pêche (et autres types de prélèvement)	220 \$/ha/an (pêche) 27 \$/ha/an (matériaux de construction)	~ 365 \$/ha/an ~ 45 \$/ha/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	Costanza, 1997	
	0,40 \$/ha/an (ornementation) 0,70 \$/ha/an (crustacés) 5,20 \$/ha/an (matériaux de construction)	~ 0,90 \$/ha/an ~ 1,60 \$/ha/an ~ 11,7 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 1992	méthode du changement de productivité
	47-777 Mds \$ (pêche)		Indonésie	Sawyer, 1992	méthode du changement de productivité
	273 \$/ha/an (exploitation minière sur 10 ans)	~ 750 \$/ha/an	Indonésie, Lombok	Cesar, 1996	Bénéfices (revenus-coûts).
	80 M\$/an (pêche) (32 \$/ha/an)	~ 205 M\$/an	Philippines	MacAllister, 1988	méthode du changement de productivité
	10 M\$/an (vente de poissons d'aquarium) (4 \$/ha/an)	~ 25 M\$/an (10 \$/ha/an)	Philippines	MacAllister, 1988	méthode du changement de productivité
	9-17 Mds\$ (pêche)		Philippines	Dixon, 1988	méthode du changement de productivité (valeur nette actualisée)
	143 MAU\$ (pêche)		Australie, grand barrière de corail	Driml, 1999	méthode du changement de productivité
	1,31 M\$ (pêche)		Jamaïque, Montego Bay	WRI, 1999	méthode du changement de la productivité (valeur nette actualisée)

Pêche (et autres types de prélèvement)	239 \$/ha/an (pêche)	~ 380 \$/ha/an	Indonésie	Burke, 2002	
	238 \$/ha/an (pêche)	~ 305 \$/ha/an	Philippines	Burke, 2002	
	120-360 \$/ha/an (pêche)	~ 170-500 \$/ha/an	Asie du sud-est	Burke, 2002	
	699 \$/ha/an (pêche)	~ 880 \$/ha/an	Caraïbes	Chong, 2003	
	266 \$/ha/an (matériaux de construction)	~ 276 \$/ha/an	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles2005 (MSc)	
	61 \$/ha/an (aquaculture)	~ 63 \$/ha/an	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles2005 (MSc)	
	84 \$/ha/an (pêche)	~ 87 \$/ha/an	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles2005 (MSc)	
	1,3 M\$/an (pêche) (290 \$/ha/an)	~ 1,3 M\$/an	Saipan	Van Beukering, 2006	surplus
	32 – 700 \$/ha/an (pêche) 1 – 4 \$/ha/an (aquariophilie) 61 \$/ha/an (aquaculture) 5 – 270 \$/ha/an (matériaux de construction)				80- 900 \$/ha/an (pêche) (8 études considérées) 1- 10 \$/ha/an (aquariophilie) (2 études considérées) 65 \$/ha/an (aquaculture) (1 étude considérée) 10 – 270 \$/ha/an (matériaux de construction) (3 études considérées)
Ressources génétiques	1,72-7,55 M\$ (1225-5385 \$/ha)	-	Jamaïque, Montego Bay	Point, 2001	Valeur marginale égale au profit généré par l'obtention d'une substance active commercialisée comme médicament
	70,09 M\$ (50 000 \$/ha)	-	Jamaïque, Montego Bay	Ruitenbeek, Cartier, 1999	Valeur nette actualisée (bénéfices calculé à partir d'un programme de bioprospection hypothétique)
	240 \$/ha/an	~ 250 \$/ha/an	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles, 2005 (MSc)	Transfert de valeurs (à partir de Ruitenbeek, Cartier, 1999)
Services culturels	0,20 \$/ha/an (activités culturelles) 0,52 \$/ha/an (donations)	~ 0,50 \$/ha/an ~ 1,20 \$/ha/an	Galapagos	De Groot, 1992	Dépenses.
	Fonctions de régulation	2 750 \$/ha/an	~ 4 500 \$/ha/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	Costanza, 1997
Séquestration du carbone	90 \$/ha/an	~ 93 \$/ha/an	France, Polynésie française, atoll de Moorea	Charles, 2005 (MSc)	Estimation à partir des prix de marchés de la tonne de CO ₂
Beauté des paysages	9,6 M\$/an (2100 \$/ha/an)	~ 9,5 M\$/an	Saipan	Van Beukering, 2006	Méthode des prix hédoniques
Valeur économique totale	375 Mds \$/an (6075 \$/ha/an)	~ 620 Mds \$/an (~ 10 000 \$/ha/an)	Ensemble des écosystèmes coralliens	Costanza, 1997	2% de la valeur des écosystèmes marins Protection côtière (45%), traitement des eaux (1%), pêche (5%), activités récréatives (49%), biodiversité (ε).
	22,68 M\$/an	~ 49,2 M\$/an	Jamaïque, Montego Bay	cité par Ruitenbeek, 1999	Pêche artisanale (1%), activités récréatives et tourisme (76%), services écologiques (7%), protection côtière (15%), bioprospection (1%)
	30 Mds\$/an 797,4 Mds\$ (50 ans, 3%)	~ 36,7 Mds\$/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	Cesar, 2003	Pêche (19%), protection côtière (30%), tourisme et activités récréatives (32%), biodiversité (19%).
	15 118 \$/ha/an	17 000 \$/ha/an	Thaïlande, mer d'Andaman	Seenprochawong, 2003	Evaluation contingente.

Valeur économique totale	85,5 M\$/an (17 100 \$/ha/an)	~ 88,7 M\$/an (~ 17 700 \$/ha/an)	France, Polynésie française	Charles, 2005 (MSc)	
	3,1 à 4,6 Mds\$/an pêche : 0,3 Mds\$/an tourisme et activités récréatives : 2,1 Mds\$/an protection côtière : 0,7-2,2 Mds\$/an	~ 3,5 à 5,2 Mds\$/an	Caraïbes	Wilkinson, Souter (IUCN), 2005	d'après WRI. Surplus liés à la pêche commerciale, aux activités nautiques payantes et à la protection côtière. Coût de l'inaction estimé à 140-420 M\$/an.
	3,5 MdsAU\$/an	~ 2,8 Mds\$/an	Australie, grande barrière de corail	Great Barrier Reef Marine Park Authority (GBRMPA), 2005	Tourisme, pêche commerciale, activités récréatives et culturelles (services non-marchands non évalués)
	61 M\$/an (8000 \$/ha/an)	~ 60,5 M\$/an (7900 \$/ha/an)	Saipan	Van beukering, 2006	Pêche commerciale (3%), activités récréatives (9%), tourisme (68%), recherche (2%), services écologiques (5%), protection côtière (13%)
	1000-6000 \$/ha/an	~ 1050-6300 \$/ha/an	Ensemble des écosystèmes coralliens	PNUE, 2006	Autres références citées : - 1 400-75 000 \$/ha/an, Sri Lanka (Berg et al, 1998) - 1 430 \$/ha/an, îles Samoa, USA, (Spurgeon et Roxburgh, 2005) - 8/500/10000 \$/ha/an (selon la nature des activités économiques principales rendues possibles par l'existence des récifs coralliens : agriculture, protection côtière et habitats, activités touristiques).
	1000 – 17 100 \$/ha/an	1050 – 17 700 \$/ha/an (5 études considérées)			

	Valeurs obtenues dans les études	Estimations des valeurs pour 2007	
Biens et services marchands			
Services récréatifs (y compris non-marchands)	45 – 8 295 \$/ha/an	~ 100 – 37 000 \$/ha/an	30-75%
Pêche Aquariophilie	32 – 700 \$/ha/an 1 – 4 \$/ha/an	~ 80- 900 \$/ha/an ~ 1- 10 \$/ha/an	1-25%
Aquaculture	1 – 60 \$/ha/an	~ 1 – 65 \$/ha/an	ε
Matériaux de construction	5 – 270 \$/ha/an	~ 10 – 270 \$/ha/an	ε
Services non-marchands			
Protection côtière	55 - 14 000 \$/ha/an	~ 80 - 40 000 \$/ha/an	15-50%
Recherche et éducation	2 – 186 \$/ha/an	~ 6 – 184 \$/ha/an	0-2%
Biodiversité	1 – 660 \$/ha/an	~ 1 – 660 \$/ha/an	1-20%
Traitement des eaux	58 \$/ha/an	~ 75 – 100 \$/ha/an	1-5%
Valeur d'existence, valeur d'option	2 – 120 \$/ha/an	~ 3 – 160 \$/ha/an	ε
Valeur économique totale			
	1000- 17 100 \$/ha/an (Costanza : 6 075 \$/ha/an)	~ 1000- 17 700 \$/ha/an (Costanza : ~ 10 000 \$/ha/an)	

C – L'expérience française : vers une évaluation socio-économique des récifs coralliens dans les collectivités d'outre-mer

Dans le cadre du plan d'action 2006-2010 de l'IFRECOR, il est prévu de déterminer la contribution socio-économique des récifs coralliens dans les collectivités d'outre-mer françaises concernées. Plus précisément, il est envisagé :

- d'obtenir une première estimation de la valeur socio-économique des écosystèmes coralliens par nature de biens et services rendus (pêche, tourisme, industrie, services environnementaux...) pour chacune des huit collectivités d'outre-mer⁵³ ;
- de diffuser l'information auprès des décideurs locaux et nationaux, après une analyse coûts-avantages des mesures susceptibles d'être mises en place pour assurer la préservation des écosystèmes, afin d'augmenter de façon significative leur prise en compte lors de l'élaboration des politiques d'aménagement du territoire (mise en place d'aires marines protégées, définition de plans de gestion, de restauration, de valorisation des écosystèmes coralliens, amélioration de la connaissance et de la communication).

En 2008, une première étude a été lancée en Martinique, pour déterminer la valeur économique totale des récifs coralliens ; les résultats seront disponibles fin 2008. Les services non-marchands seront évalués par la méthode d'analyse conjointe. Il est ensuite prévu d'étendre la démarche à d'autres collectivités d'outre-mer, puis à partir d'un transfert des valeurs environnementale, d'obtenir la valeur économique totale du patrimoine corallien français.

⁵³ Les biens naturels n'acquièrent une valeur d'échange qu'à partir du moment où ils commencent à se raréfier et qu'il devient nécessaire d'engager une dépense monétaire pour pouvoir continuer à en tirer profit.

Principales références bibliographiques

- Beaumais O., 2002, Economie de l'environnement : méthodes et débats
- Bigot L., Chabanet P., Charpy L., Conand C., Quod J.-P., Tessier E., 2000, Suivi des Récifs Coralliens", PRE-COI/UE
- Boullier N., La protection des récifs coralliens en droit international de l'environnement
- Bouvron M. et Hernandez S., 2008, projet de document de travail D4E sur l'évaluation des fonctions écologiques des milieux en France
- Cesar H., 2000, Collected essays on the economics of coral reefs
- Charles M., 2005, Functions and socio-economic importance of coral reefs and lagoons and implications for sustainable management
- David G. et Mirault E., 2003, L'estimation de la valeur socio-économique d'un patrimoine naturel comme outil de développement durable : l'exemple des récifs coralliens de la Réunion
- GCRMN, 2004, Status of coral reefs of the world
- Grime J.-P., 1997, Biodiversity and Ecosystem Function: the Debate Deepens
- Harmelin-Vivien M.-L., 1994, The effects of Storms and Cyclones on Coral Reefs
- Hassan R., Scholes R., 2005, Millennium Ecosystem Assessment
- Heal G., 2005, Les coûts de l'inaction face au recul de la biodiversité
- Hooper D.-U. et Vitousek P.-M., 1997, The Effect of Plant Composition and Diversity on Ecosystem Processes
- Mirault E., 2006, Les fonctions et enjeux socio-économiques des écosystèmes récifaux : une approche géographique des valeurs de l'environnement appliquée à l'île de la Réunion
- OCDE, 2007, Analyse coûts-bénéfices et environnement : développements récents.
- Salvat B., 2007, L'état de santé des récifs coralliens de l'outre-mer français : l'action du «Global - Coral Reef Monitoring Programme» et la participation des collectivités de l'outre-mer
- Spalding M., Ravilious C., Green E., 2001, World atlas of coral reefs
- UNEP-WCMC, In the front line : shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs, 2006