LA RESTAURATION RECIFALE

Guide pratique à l'usage des décideurs et aménageurs

Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ÉCOLOGIE
ET DU
DÉVELOPPEMENT DURABLE

PROSCIENCE

TE TURU 'IHI

IFRECOR

Polynésie Française

Le présent rapport doit être cité comme suit :

PORCHER M., JOB S., SCHRIMM M., MORANCY R. - La Restauration Récifale, guide pratique à l'usage des décideurs et aménageurs - Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Proscience Te Turu'Ihi, IFRECOR Polynésie Française - Carex Environnement, Septembre 2003 - 32 p.

SOMMAIRE

EDITO 1

AVANT-PROPOS 2

1 GENERALITES SUR LES ECOSYSTEMES CORALLIENS

1.1 *Introduction* 3

1.2 *Importance écologique et économique des récifs coralliens* 4

1.3 *Un écosystème menacé* 5

1.4 *La France et ses récifs coralliens* 7

2 LA RESTAURATION EN MILIEU RECIFAL

2.1 *Les opérations de restauration dans le monde* 9

2.2 *Origine des opérations de restauration* 10

2.3 *Types de restauration et techniques utilisées* 11

2.4 *La transplantation comme moyen de restaurer les récifs* 13

3 EXEMPLES DE RESTAURATIONS EN MILIEU RECIFAL

3.1 *Restauration physique d'un récif dynamité (Indonésie)* 16

3.2 *Restauration physique d'un site après échouage de navires (Floride)* 17

3.3 *Restauration biologique d'un site après échouage d'un navire (Porto Rico)* 18

3.4 *Restauration « mixte » d'un récif détruit par le passage d'un cyclone (La Réunion)* 19

3.5 *Restauration « mixte » d'un récif dégradé par des opérations d'extraction corallienne (Bora-Bora)* 21

4 PRATIQUES DE LA RESTAURATION ET RECOMMANDATIONS

4.1 *Recommandations générales* 23

4.2 *Recommandations concernant l'utilisation de récifs artificiels* 25

4.3 *Recommandations concernant la transplantation* 29

CONCLUSION

Bibliographie 30

Annexes 31

EDITO

Ce guide a pour but de fournir aux décideurs, scientifiques et techniciens de l'environnement concernés par la gestion du milieu récifal, des informations pratiques concernant la restauration d'écosystèmes menacés : objectifs de la restauration, paramètres à prendre en compte pour décider de la pertinence d'une opération de restauration, techniques utilisables.

Ce document ne prétend pas fournir de « recettes ». Il met au contraire en évidence, notamment à partir d'exemples, la diversité des milieux à restaurer et leurs contraintes et donc la variété des solutions techniques envisageables. Chaque cas étant particulier, l'objectif est d'apporter au lecteur des éléments de réflexion pour faire des choix en matière de restauration récifale. Celui-ci pourra ensuite se référer à la bibliographie détaillée fournie en annexe et qui repose sur une analyse concernant plus de 150 publications.

Ce document a été élaboré grâce aux financements conjoints du ***ministère de l'écologie et du développement durable*** *(via le programme national de recherche "Recréer la nature") et du comité local de l'***IFRECOR** *en Polynésie française.*

Les auteurs remercient en particulier :

❑ ***Véronique BARRE***
Ministère de l'écologie et du développement durable
Direction des études économiques et d'évaluation environnementale
Service de la recherche et de la prospective

❑ ***Annie AUBANEL***
Membre du comité national de l'IFRECOR en Polynésie française

❑ ***Jean-Louis CHAPUIS et Geneviève BARNAUD***
Muséum National d'Histoire Naturelle
Coordinateurs du programme national de recherche "Recréer la nature"

❑ ***Raymond BAGNIS***
Président de l'association "Proscience TE TURU 'IHI "

AVANT-PROPOS

L'écosystème corallien se dégrade de façon accélérée depuis quelques décennies par suite d'une augmentation de la pression démographique des populations riveraines avec leurs activités perturbatrices qui se conjuguent avec les dégradations dues aux phénomènes naturels. Qu'il s'agisse de sur-exploitation des ressources pour l'alimentation, le plus souvent vivrière mais où apparaît de plus en plus la commercialisation, c'est une exploitation qui se fait parfois sans respect du milieu et de la nécessité de sa pérennité. Qu'il s'agisse de projets de développement, à terre comme dans les lagons, avec leur cortège de dégradations atteignant les récifs coralliens, de l'urbanisation aux infrastructures portuaires et touristiques, les zones récifales dégradées se multiplient. Les phénomènes naturels enfin, cyclones ou blanchissement-mortalité des coraux, plus fréquents depuis deux décennies, font le lit de zones dégradées qui n'arrivent pas à récupérer normalement face aux pollutions et dégradations humaines. Résultat : une multiplication des zones récifales dégradées.

Au-delà des aménagements dont sont l'objet les milieux naturels en vue d'une gestion rationnelle et durable des espaces et de leurs ressources, les travaux de restauration de milieux dégradés ne datent que de quelques décennies. En 1995, le ministère de l'environnement eut le mérite de galvaniser les énergies des chercheurs et gestionnaires en lançant le programme " Recréer la Nature ". Deux projets de restauration furent retenus, l'un à la Réunion, l'autre en Polynésie française. À cette époque, des travaux avaient déjà été publiés, surtout étrangers mais aussi français, sur des sujets traitant de la restauration physique et biologique de milieux coralliens dégradés. Les premiers travaux sur la restauration récifale et la transplantation de coraux datent de la fin des années 70 et en 1999 un Symposium International leur fut consacré en Floride.

L'initiative Internationale en faveur des Récifs Coralliens (ICRI), créée en 1995, a recommandé à plusieurs reprises dans ses résolutions la nécessité de développer ces actions de restauration. Il en est de même de l'Initiatives Française pour les Récifs Coralliens (IFRECOR) qui a retenu dans son programme national une action sur la " restauration des zones coralliennes dégradées " animée par la Polynésie française.

C'est dans ce contexte et avec l'appui du ministère de l'écologie et du développement durable et du comité polynésien de l'IFRECOR que ce guide voit le jour. Qui dit guide dit pratique. C'est ainsi que l'ont voulu les auteurs. Ce guide pratique est un produit éducatif et technique destiné tout à la fois aux chercheurs et gestionnaires des habitats coralliens comme aux responsables des services administratifs et des entreprises du secteur privé ayant à traiter des aménagements en milieu lagonaire et récifal. Une présentation des récifs coralliens et de l'enjeu que représente leur survie, l'exposé des possibilités de restauration de sites dégradés, des études de cas et les pratiques de restauration recommandées, constituent les chapitres de ce guide. Bravo et merci aux auteurs pour cette contribution claire et didactique qui devrait susciter intérêt et projets.

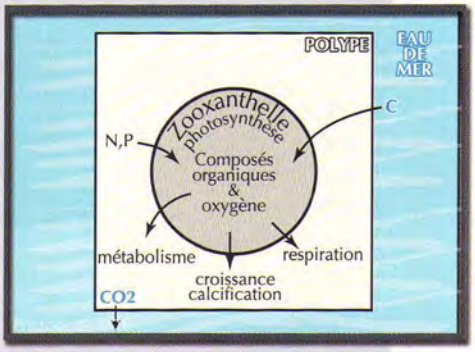
Dans toutes les collectivités françaises outre-mer possédant des récifs coralliens sur leur littoral, des Caraïbes à l'Océan Indien et au Pacifique, il existe des zones dégradées, parfois depuis longtemps (exemples : zone d'extraction de matériaux coralliens, pollution terri gène...) ou en cours de dégradation. Ce guide est un recueil de ce qui peut être fait pour restaurer ces zones une fois supprimée la cause de leur détérioration. Il y va non seulement du rétablissement du fonctionnement normal d'un écosystème où chaque unité tient sa place, mais aussi de son intérêt patrimonial, éducatif, esthétique, touristique et en fin de compte économique. Un milieu corallien sain est indispensable pour toutes les activités humaines littorales en zone tropicale (pêcheur, perliculteur, baigneur, plongeur, surfeur, touriste...). L'oublier serait imaginer que l'Homme peut vivre sans la nature, sans un environnement qui a le plus souvent imprégné sa culture.

Bernard SALVAT
EPHE-CNRS
Chair ICRI 1999-2000

1.1 - INTRODUCTION

L'écosystème corallien est souvent assimilé, de par sa luxuriance, à une véritable «forêt sous-marine». Avec la forêt tropicale, il constitue l'un des écosystèmes les plus **diversifiés**, les plus **complexes** et les plus **productifs** de la planète.
Son extrême complexité lui confère toutefois une grande fragilité.

A la base de l'écosystème corallien, les **polypes** - animaux hébergeant dans leurs tissus des **micro-algues symbiotiques** (zooxanthelles) élaborent des structures calcaires sous-marines : les **récifs coralliens**.



En pratiquant la photosynthèse, les algues symbiotiques fournissent aux polypes de **l'oxygène** et des **molécules** essentielles à la construction du squelette calcaire tandis que le polype fournit aux algues un **refuge** et des **déchets azotés** et **phosphorés** pour leur métabolisme protidique.

Deux écosystèmes sont associés aux récifs coralliens :

• Les **herbiers de phanérogames marines** : zones de nutrition, de reproduction et de nurserie pour les poissons. Ils jouent un rôle important dans la stabilisation du substrat sédimentaire et l'oxygénation des eaux.

• Les **mangroves** : zones de reproduction et de nurserie. Leur rôle est essentiel dans la protection des côtes contre les tempêtes et l'érosion en fixant les sédiments.

Ces trois écosystèmes occupent environ un tiers des littoraux peu profonds du monde : récifs coralliens (15%), herbiers (9%) et mangroves (9%).

1.2 - IMPORTANCE ECOLOGIQUE ET ECONOMIQUE DES RECIFS CORALLIENS

Foyer de biodiversité, les récifs coralliens abritent des milliers d'espèces dont les 3 groupes essentiels sont les coraux, les mollusques et les poissons. On y trouve également des échinodermes (oursins, holothuries, étoiles de mer, ophiures), des crustacés (crevettes, langoustes, crabes), des vertébrés (mammifères, oiseaux de mer), des éponges, des vers marins, des ascidies, et bien d'autres habitants. Des espèces rares (certains coquillages ou poissons) ou remarquables (raies manta, tortues) sont inféodées aux récifs coralliens.

Source d'emplois : 100 millions d'individus ont une activité en étroite relation avec les récifs coralliens (pêches vivrière et commerciale, perliculture, tourisme, artisanat...).

Source de nourriture, les récifs et écosystèmes associés constituent la principale source de protéines pour de nombreux insulaires.

Le tourisme, première industrie au monde repose, en zone intertropicale côtière, sur la luxuriance et la bonne santé des récifs coralliens.

Les récifs coralliens sont à l'origine de la formation de nombreux **atolls** et leur présence en bordure du littoral assure la **protection des côtes** de l'action des vagues ou d'événements cycloniques (érosion).

Les coraux sont utilisés comme **matériaux de construction** dans de nombreuses îles.

Ils présentent un intérêt dans le domaine **médical** (prothèses) et **pharmaceutique**.

Ils sont parties intégrantes d'une **culture** et de **traditions** pour de nombreuses populations.

1.3 - UN ECOSYSTEME MENACE

Apparus sur terre il y a environ 500 millions d'années, les récifs coralliens connaissent des dégradations importantes depuis ces dernières décennies. D'après le bilan de l'état de santé des récifs coralliens mondiaux en 2002, il a été estimé que **58% des récifs sont menacés** et **10% sont sévèrement dégradés** ou détruits. Les sources de perturbation sont diverses, d'origines naturelle et anthropique, mais leurs conséquences convergent toutes vers la **déstabilisation de l'écosystème**.

Les causes d'origine naturelle

Causes de dégradations	Types de dégradation
Effets de cyclones	• Destruction mécanique au niveau des platiers coralliens et des pentes externes, pouvant entraîner localement de profondes modifications géomorphologiques
Incidences de fortes marées basses prolongées (dépression barométrique)	• Emersion prolongée de la partie supérieure des massifs coralliens
Période prolongée de temps très calme, en période chaude	• Augmentation de la température de l'eau, confinement, risque d'eutrophication • Phénomène général de blanchissement des coraux sur le platier et pente externe
Apports terrigènes massifs dans les lagons, en période pluvieuse, phénomène fréquent en zone tropicale, lié au cumul des conditions suivantes - Fortes pluies tropicales - Forte épaisseur de matériaux d'altération - Forte pente	• Turbidité élevée des eaux et hyper sédimentation fine pouvant entraîner l'asphyxie des herbiers et • Dégradation rdes paysages sous-marin
Infestation de certaines espèces (l'étoile de mer Acanthaster planci par exemple)	• Destruction rapide de grandes étendues récifales
Changements climatiques: El Nino plus sévères et fréquents, réchauffement de la planète, cyclones plus sévères et fréquents...	• Augmentation des phénomènes de blanchissement des coraux, destruction mécanique, asphyxie des coraux...

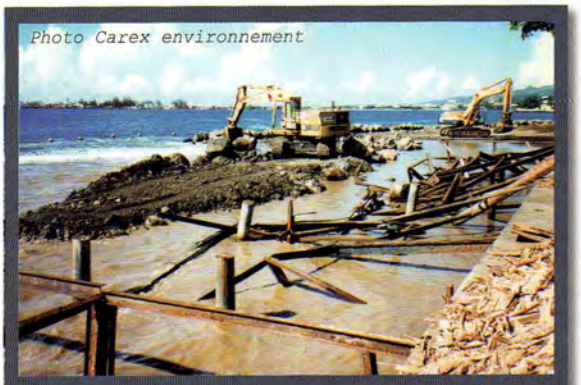
Les causes d'origine anthropique

Causes de dégradations	Types de dégradation
Suppression du couvert végétal pour l'urbanisation ou l'agriculture (terrassements entraînant une érosion des sols et des apports terrigènes importants dans les lagons en période pluvieuse).	• Forte turbidité des eaux (facteur limitant la croissance des coraux) • Asphyxie des coraux par hyper sédimentation • Limitation de la fixation des larves et donc de la recolonisation corallienne • Dégradation des paysages sous-marins -
Remblaiement sur platier récifal (complexes industriels, urbanistiques, ports, aéroports, plages...)	• Destruction mécanique des écosystèmes au droit des remblais • Dégradation des zones voisines par apports terrigènes, augmentation de la turbidité des eaux et asphyxie des coraux par hyper sédimentation • Risque de formation des zones stagnantes (fonction de la géométrie des remblais) et d'eutrophisation • Effet de coupure (physique, biologique, socio économique) • Pollutions induites par les infrastructures mises en place sur les remblais • Dégradation des paysages littoraux
Dragage (extraction de matériaux, creusement de chenal, port, marina, élargissement de passe, aire de baignade, etc...)	• Destruction mécanique au droit de l'excavation • Dégradation des zones voisines par le mouv ement des engins, la mise en place de chemins de drague et les apports de panaches turbides entraînant des phénomènes d'hyper sédimentation • Formation de zones pièges dans les excavations (envasement, zone sans vie, recolonisation difficile, accumulation de macrodéchets...) • Modification des conditions hydrodynamiques et sédimentologiques locales • Dégradation du paysage • Risque de développement de foyers de ciguatera

Causes de dégradations	Types de dégradation
Rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales (chargées en matériaux terrigènes, matières organiques, polluants divers, macrodéchets) : - Emissaire en mer - Exutoire d'eau pluviale - Embouchure de cours d'eau	• Pollution organique favorisant la prolifération des algues au détriment des coraux • Pollution chimique (effets toxiques sur différentes espèces) • Pollution bactérienne : incidence sur la santé publique • Apports terrigènes (turbidité et asphyxie des coraux)
Décharge d'ordures ménagères, apports de macrodéchets	• Pollutions (variables en fonction des déchets) • Eutrophisation en zone semi-confinée par l'apport excessif de matières organiques • Dégradation du paysage • Axphyxie de certaines espèces par ingestion de sacs plastiques
Activités touristiques (cumul des différentes dégradations énumérées précédemment dans le cas d'aménagement de complexes touristiques importants, auxquels s'ajoutent les effets de la pression touristique sur le récif)	• Destruction mécanique par piétinement, ancrage des bateaux, coups de palme des plongeurs • Collecte • Pollution par les bateaux
Surexploitation des ressources marines (utilisables pour l'alimentation et l'artisanat)	• Appauvrissement des stocks de poissons et coquillages
Pollutions diverses liées aux rejets industriels, exploitation pétrolière, déversement accidentels en mer...	• Dégradations variables, en fonction du type de pollution et des quantités rejetées

Destruction mécanique par un cyclone

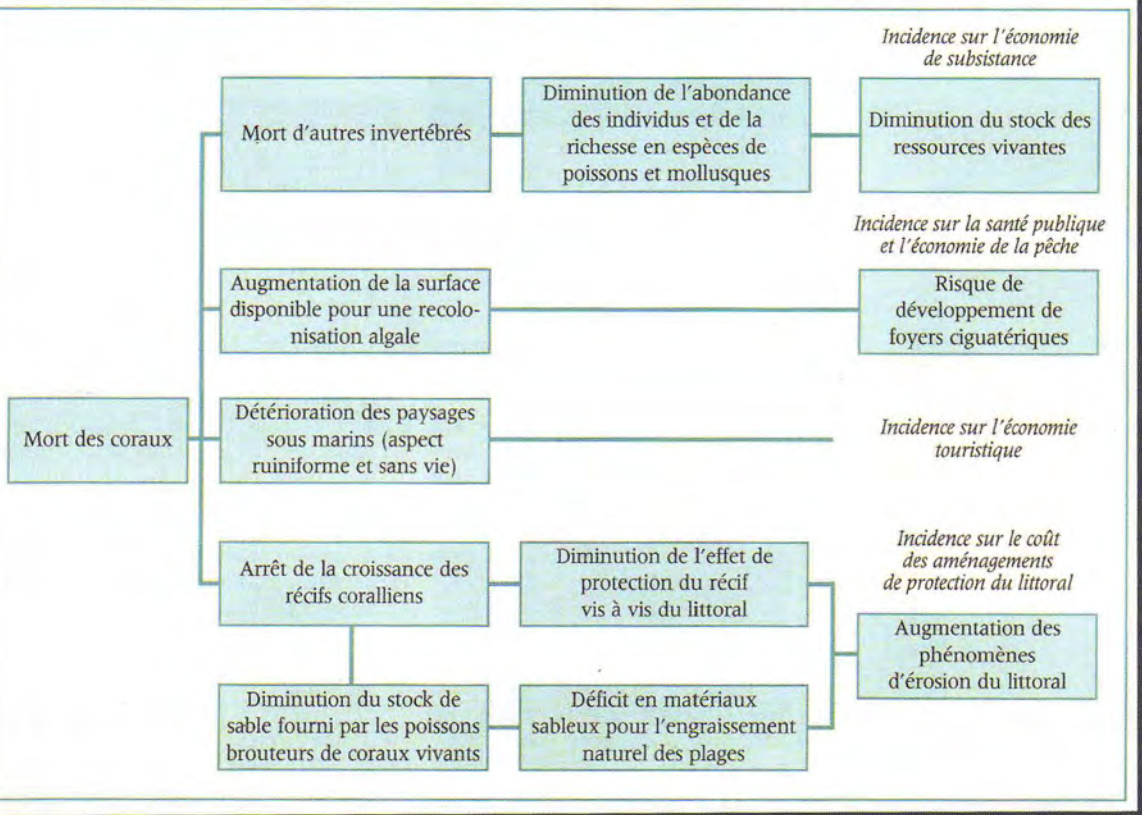
Phénomène de blanchissement



Travaux d'aménagement côtier

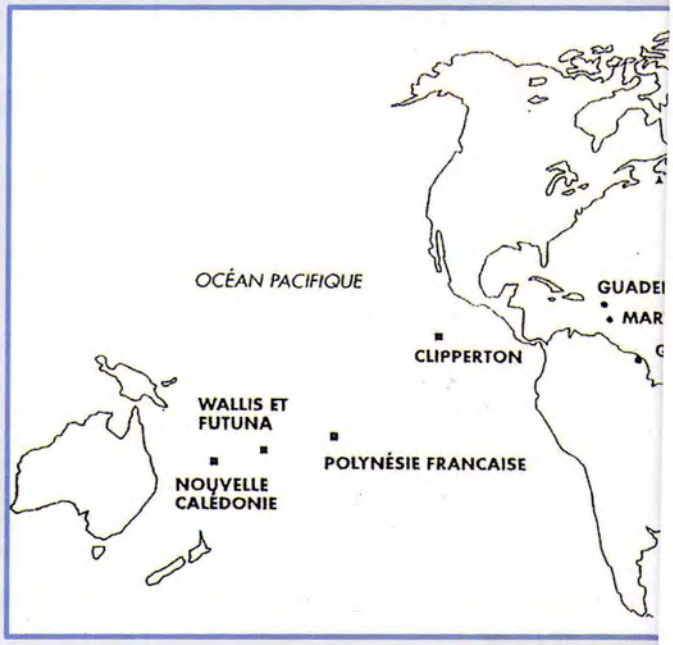
Opération de dragage en mer

Les principales incidences de la mortalité des coraux



1.4 - LA FRANCE ET SES RECIFS CORALLIENS

POLYNESIE FRANCAISE	
Densité	55 hab/km² (34% à Papeete)
% de récif dégradé	10% détruits à Tahiti, très variable selon les autres îles hautes
Enjeux	20% des atolls coralliens du globe Tourisme, perliculture, pêche
Pressions majeures	· Cyclone, blanchissement, crises dystrophiques dans les lagons, *Acanthaster planci* · Iles de la Société : Extraction de matériaux, remblais et anthropisation du rivage,tourisme aménagements côtiers et pollution tellurique, eaux usées



WALLIS ET FUTUNA	
Densité	100 hab/km² (67% à Mata-Utu (Wallis)
% de récif dégradé	Faible - non quantifié
Enjeux	Peu connus, pêche de subsistance
Pressions majeures	Extraction corallienne, érosion et sédimentation, aménagements côtiers, agriculture, pêche

NOUVELLE CALEDONIE	
Densité	11 hab/km² (60 % à Nouméa)
% de récif dégradé	10% détruit à Nouméa. Faible sur les autres sites
Enjeux	Seconde plus grande barrière récifale au monde (1 600 km de longueur), double récif-barrière. Foyer de biodiversité et diversité géomorphologique, endémisme Pêche vivrière, tourisme
Pressions majeures	. Cyclone, blanchissement, *Acanthaster planci* Exploitation minière (Nickel), sédimentation terrigène, aménagement du littoral, remblais et dragage, pollution industrielle et domestique (Nouméa)

La restauration des récifs coralliens dégradés consiste en une **intervention humaine** directe visant à rétablir les conditions nécessaires à la vie récifale et à favoriser cette reprise.

Cette idée est apparue au cours de la dernière décennie, face à une **dégradation générale** et croissante des écosystèmes coralliens et écosystèmes associés, et devant la nécessité de **préserver la biodiversité.**

2.1 - LES OPERATIONS DE RESTAURATION DANS LE MONDE

Des opérations de restauration récifale ont été menées dans l'ensemble de la zone intertropicale comportant des récifs : Océan Indien, Océan Pacifique, Mer des Caraïbes, Mer Rouge, Australie, Amérique Centrale et Amérique du Nord. Un grand nombre d'entre elles ont été réalisées aux Etats-Unis, en particulier dans l'état de Floride, suite à

La répartition géographique des opérations de restauration récifale apparaît davantage liée à la situation et aux enjeux économiques des pays plutôt qu'aux besoins réels. Des techniques à faibles coûts et faibles contraintes technologiques sont à développer.

Structures artificielles et transplants coralliens pour la restauration d'un site dégradé aux Maldives

Restauration physique après échouage d'un navire en Floride

l'échouage de navires. Ce type d'intervention est largement facilité par les infrastructures et les moyens logistiques et financiers en place dans cette zone. Les activités de restauration sont souvent onéreuses, requièrent des matériaux et techniques pointus, et leur faisabilité est donc étroitement liée à la situation et aux enjeux économiques du pays concerné.

Il se trouve que la majorité des récifs coralliens de la planète se situent sur les littoraux de **pays en voie de développement**, (sur 110 pays bordés de récifs coralliens, 105 sont des PVD), et sont donc gérés localement par les communautés de pêcheurs.

La plupart des techniques développées à l'heure actuelle ont donc un coût trop élevé pour répondre à leurs besoins, du fait de leurs ressources financières limitées. Cette observation souligne une nécessité de développer des techniques à faibles coûts et faibles contraintes technologiques.

2.2 - ORIGINE DES OPERATIONS DE RESTAURATION

Une restauration est entreprise lorsque l'on veut remédier à une dégradation de l'écosystème. Au vu des multiples agressions naturelles et anthropiques sur les récifs et des opérations conduites jusqu'à ce jour, certaines tendances sont à noter :

Destruction mécanique du récif

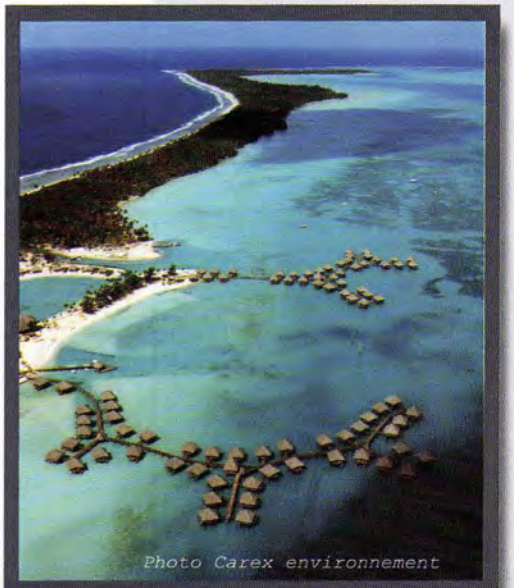
• La plupart des opérations ont été menées à la suite d'une destruction mécanique du récif lors de **l'échouage de navires**.

• De nombreuses restaurations ont été réalisées après des dégradations liées à des travaux **d'aménagement du littoral** (dragage, construction d'une jetée, mise en place d'un émissaire...) ou suite à des **rejets polluants** (rejets urbains, rejets d'usines...) ; et dans des sites à **forte fréquentation touristique**.

Pêche à la dynamite

• Les causes majeures de destruction des récifs dans les pays en voie de développement sont la **surexploitation des ressources** et les **techniques de pêche destructives**. La restauration de ces récifs apparaît comme vitale pour les populations concernées.

• Dans une moindre mesure, des opérations de restauration ont été conduites sur des récifs dégradés par le passage d'un **cyclone**, ayant subi un **blanchissement** significatif ou envahi par l'étoile de mer ***Acanthaster planci***.



Tourisme à Bora Bora

Dans tous les cas, les opérations de restauration ont été entreprises afin de répondre à une demande sociale et à des besoins économiques que ce soit pour maintenir et développer le tourisme ou pérenniser des ressources alimentaires vitales pour les riverains.

2.2 - ORIGINE DES OPERATIONS DE RESTAURATION

Une restauration est entreprise lorsque l'on veut remédier à une dégradation de l'écosystème. Au vu des multiples agressions naturelles et anthropiques sur les récifs et des opérations conduites jusqu'à ce jour, certaines tendances sont à noter :

Destruction mécanique du récif

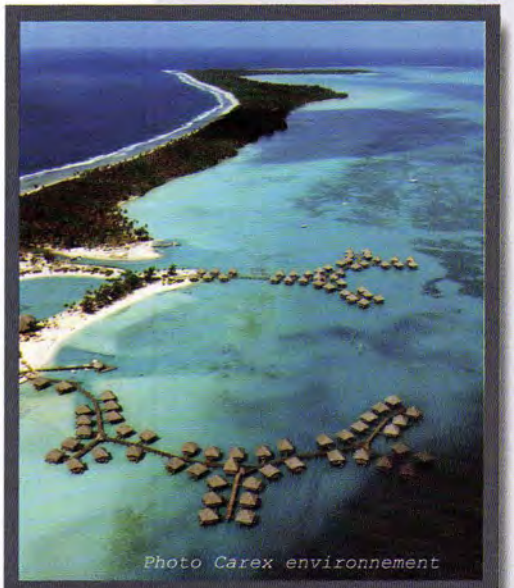
• La plupart des opérations ont été menées à la suite d'une destruction mécanique du récif lors de **l'échouage de navires**.

• De nombreuses restaurations ont été réalisées après des dégradations liées à des travaux **d'aménagement du littoral** (dragage, construction d'une jetée, mise en place d'un émissaire...) ou suite à des **rejets polluants** (rejets urbains, rejets d'usines...) ; et dans des sites à **forte fréquentation touristique**.

Pêche à la dynamite

• Les causes majeures de destruction des récifs dans les pays en voie de développement sont la **surexploitation des ressources** et les **techniques de pêche destructives**. La restauration de ces récifs apparaît comme vitale pour les populations concernées.

• Dans une moindre mesure, des opérations de restauration ont été conduites sur des récifs dégradés par le passage d'un **cyclone**, ayant subi un **blanchissement** significatif ou envahi par l'étoile de mer ***Acanthaster planci***.



Tourisme à Bora Bora

Dans tous les cas, les opérations de restauration ont été entreprises afin de répondre à une demande sociale et à des besoins économiques que ce soit pour maintenir et développer le tourisme ou pérenniser des ressources alimentaires vitales pour les riverains.

2.3 - TYPES DE RESTAURATION ET TECHNIQUES UTILISEES

La première étape de toute restauration est la **suppression de la cause de dégradation,** démarche qui s'inscrit dans une gestion intégrée de l'ensemble de la zone côtière, tant au niveau des déteriorations générées à terre que sur les récifs eux-même.

Les opérations de restauration des récifs coralliens se répartissent en 3 catégories. Il peut s'agir de :

- *Restauration physique*
- *Restauration biologique*
- *Restauration « mixte » (physique et biologique)*

Barge transportant du sable pour la restauration physique d'un site dégradé

2.3.1. Restauration physique

La restauration physique est nécessaire lorsque le récif a subi une modification structurelle, que le substrat demande à être stabilisé. Elle se traduit par la réparation ou la création d'un substrat ou, encore, l'augmentation de sa surface pour favoriser le recrutement naturel (recrutement corallien, colonisation par la faune et la flore récifale) et améliorer la dynamique de l'écosystème. La restauration physique est particulièrement utile dans le cas où le substrat récifal est endommagé de telle manière que la recolonisation du milieu par des espèces récifales semble difficile ou que le récif ne joue plus son rôle (protection du littoral contre l'érosion par exemple).

La technique la plus couramment utilisée est la mise en place de structures naturelles (blocs ou pâtés coralliens morts) ou artificielles (pneus, épaves, structures métalliques ou en béton...).

Dans certains cas, lorsque la dégradation n'est pas trop importante, la restauration peut simplement se limiter à un nettoyage du site, comme ce fut le cas à Saint Martin (Antilles Néerlandaises) après l'échouage du navire Horizon (Goldberg et Caballero, 1999).

Nettoyage du fond sur un site dégradé lors de l'échouage d'un navire.

2.3.2. Restauration biologique

Elle fait intervenir la manipulation d'espèces vivantes du milieu récifal (coraux, poissons, oursins, algues...). Dans la plupart des cas, la restauration biologique se fait :

• Par la **re-fixation** de fragments ou de colonies coralliennes cassées, elle est généralement réalisée au moyen de fils, tuteurs et/ou clous en inox ou en acier.

• Par la **transplantation** d'espèces issues du milieu naturel (site non dégradé) ou de cultures (aquariums, fermes, etc.).

Refixation de branches cassées (Acropora palmata) après échouage d'un navire

• Par l'**ensemencement** d'un substrat, au moyen de fragments de coraux ou de larves préalablement cultivées *in vitro* puis libérées en pleine eau.

Une bonne connaissance du fonctionnement de l'écosystème récifal et du réseau d'interactions entre les différentes espèces qui le constituent permet d'agir sur certains paramètres de l'écosystème pour favoriser le retour à l'équilibre du site dégradé. C'est le cas, par exemple, de récifs dégradés par la surexploitation des poissons récifaux au Kenya (McClanahan, 1999). Suite à une intervention visant à réduire la population d'oursins, les algues se sont développées sur le récif, attirant une faune ichtyologique herbivore. Cette faune a consommé les algues, principales compétitrices des coraux, favorisant ainsi le recrutement corallien.

2.3.3. Restauration " mixte "

Ce type de restauration, à la fois physique et biologique, est utilisé lorsque le substrat récifal a été sévèrement endommagé par une action humaine ponctuelle qui nécessite une réhabilitation physique, l'ampleur de la perturbation compromettant la recolonisation naturelle du milieu par des espèces récifales.
Dans la plupart des cas, la restauration physique du site (reconstitution du substrat, ré-ensablement, etc.) est accompagnée de la transplantation de coraux sur le nouveau substrat. Cette technique a été largement utilisée pour la restauration de récifs dégradés par l'échouage de navires.

Transplants coralliens sur structure artificielle. Jardin Corallien à Bora-Bora

2.4 - LA TRANSPLANTATION COMME MOYEN DE RESTAURER LES RECIFS : AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Une abondante documentation existe sur le rôle potentiel de la transplantation corallienne dans la gestion des récifs. Un des premiers rapports écrits à ce sujet décrivait la transplantation de deux espèces de coraux dans la Baie de Kanehoe (Hawaï) souffrant d'une importante mortalité corallienne par eutrophisation (Maragos, 1974).

Par la suite, la transplantation a été envisagée dans de nombreuses circonstances :

• Pour **augmenter la couverture corallienne** dans des sites à forte valeur économique, où les récifs ont été endommagés par des perturbations d'origine naturelle, invasion d'*Acanthaster planci* ou cyclones par exemple, ou si le site possède une couverture corallienne naturellement pauvre.

• Pour **accélérer la régénération** d'un récif dégradé par des opérations d'aménagement (construction hôtelière par exemple, pose d'un émissaire...).

• Pour **préserver des espèces rares** présentes dans des sites " à risque ".

• Pour répondre aux besoins de **l'aquariophilie** (approvisionnement en coraux pour les aquariums privés ou publics).

L'objectif de la transplantation est d'augmenter le nombre de colonies coralliennes adultes (probabilité de survie et taux de croissance supérieurs) dans un écosystème dégradé.

En général, la transplantation concerne des coraux, mais également de manière plus rare des bénitiers, mollusques et autres organismes.

Les **avantages** de la transplantation sont :

• D'éviter la phase juvénile vulnérable et à faible taux de croissance.

• D'augmenter le recrutement naturel par la production locale de larves.

Quelques **inconvénients** sont toutefois liés à la transplantation :

• Ce sont des techniques coûteuses en temps, en main d'œuvre, aux niveaux logistique, matériel et financier. Seul un nombre limité de coraux peuvent être "plantés" par un plongeur en une heure.

• Les pertes de transplants dues à la prédation et aux fissures du ciment/époxy peuvent être assez élevées.

• La transplantation induit l'introduction d'une quantité importante de matériel étranger dans le milieu ce qui pourrait avoir un effet néfaste sur l'écosystème. Par exemple, transplanter des coraux à fort taux de croissance (ex. *Acropora*) dans une zone où le recrutement est naturellement important peut éventuellement conduire à la mort d'espèces à taux de croissance plus faible (ex. formes massives) par excès de compétition sur ces dernières.

Il est donc essentiel de définir clairement les objectifs de la restauration, d'effectuer une étude de "rentabilité" écologique et économique avant toute opération de transplantation et de s'entourer de scientifiques et/ou techniciens compétents avertis des conséquences écologiques de ce type de manipulations.

D'où proviennent les transplants ?

• Du site même où ils sont transplantés (ex. re-fixation de colonies cassées).

• D'un site " donneur " qui possède les mêmes caractéristiques écologiques (hydrodynamisme, bathymétrie, physico-chimie, géomorphologie...), que le site de transplantation.

• De **fermes coralliennes** où ils ont été cultivés.

Il existe de nombreuses fermes coralliennes dont l'objectif est de produire des coraux pour répondre aux besoins de l'aquariophilie et de la recherche scientifique principalement, tout en minimisant les prélèvements dans le milieu naturel. En général, la plupart des fermes prélèvent les coraux sauvages, les cassent et les bouturent.

Différentes techniques de culture sont utilisées :

- par électrolyse,
- par culture en bassin,
- par culture en mer.

Bouturage de fragments coralliens

Une méthode alternative à la transplantation se développe ces dernières années : le **réensemencement** des récifs par disperssion dans le milieu naturel **de larves de coraux cultivées *in vitro***. Les larves sont récoltées après la ponte des coraux, cultivées dans des réservoirs puis relâchées sur le récif quand elles sont suffisamment développées et prêtes à se fixer. Les larves peuvent également être cultivées dans des cages flottantes libres. Ceci permet de diminuer la mortalité larvaire souvent très importante durant la phase pélagique. Des études sont actuellement menées afin de développer des techniques pour favoriser la fixation des larves sur le récif. Par exemple, il a été mis en évidence que la présence d'algues calcaires encroûtantes ou de substances chimiques naturellement présentes dans les organismes cotoyant les coraux, favorisent la fixation et la survie des larves sur un substrat.

La transplantation de coraux est une technique lourde qui ne devrait être envisagée que dans des sites où les perturbations environnementales ont été telles que le substrat n'est plus favorable à la fixation des larves et/où le recrutement naturel ne peut donc plus se faire.

3) EXEMPLES DE RESTAURATIONS EN MILIEU RECIFAL

Afin de pouvoir fournir un maximum d'informations utiles au lecteur, 5 études de cas ont été choisies sur la base des critères suivants :

- Disponibilité du bilan de la restauration
- Réussite de l'opération de restauration
- Variété des techniques utilisées (restauration physique, biologique, « mixte », transplantations de coraux, récifs artificiels...)
- Diversité du coût des opérations

Les opérations sélectionnées concernent :

- La restauration physique d'un récif dynamité (pêche à l'explosif) en Indonésie.

- La restauration physique d'un site après échouage de navires en Floride.

- La restauration biologique d'un site après échouage d'un navire à Porto Rico.

- La restauration « mixte » d'un récif détruit par les conséquences d'un cyclone à la Réunion.

- La restauration « mixte » d'un récif dégradé par des opérations d'extraction corallienne à Bora-Bora.