

Manuel de réhabilitation récifale

Ouvrage finalisé par :

le groupe de travail « Restauration et Remédiation » dirigé par le spécialiste de renommée mondiale Alasdair Edwards de l'Université de Newcastle, rattaché au projet CRTR (Coral Reef Targeted Research) financé par la Banque mondiale ; en partenariat avec le CRISP (Initiatives Corail pour le Pacifique) financé par l'AFD, dans le cadre de sa composante 2B :

« Restauration récifale des écosystèmes coralliens ».

17 spécialistes de milieux coralliens ont participé à la rédaction de ce manuel de 172 pages téléchargeable sur le site : www.gefcoral.org.



La réhabilitation récifale est une discipline encore très jeune. On constate qu'à travers le monde de nombreux projets ont été menés avec succès, mais pour la plupart, sur des étendues limitées, de quelques hectares. Au delà des contraintes techniques et financières restent le plus souvent très fortes. On constate aussi que de nombreuses opérations de restauration ont échoué pour des raisons très variées (choix des sites pas toujours pertinents ou insuffisamment étudiés, méthodologie peu performante ou pas adaptée au site, contraintes extérieures durant la restauration d'ordre météorologique ou biologique fragilisant l'opération, contraintes en personnel et financières pour le suivi et la maintenance des sites restaurés).

En l'état actuel des connaissances, nous pouvons considérer que l'on sait ce qu'il ne faut pas faire en matière de restauration récifale, mais nos connaissances sont encore insuffisantes pour déterminer avec précision ce qu'il faudrait faire pour qu'une restauration aboutisse à un succès, d'autant plus lorsque sont traitées de grandes étendues de récifs dégradés (plusieurs hectares). L'élevage de fragments coralliens est une technique qui commence à être maîtrisée, dans des nurseries mises en place *in situ*, un doute subsiste encore sur l'avenir de ces fragments (en terme de survie et de capacité à se reproduire) dans le cas de leur transplantation sur des récifs à restaurer.

A partir des enseignements tirés des nombreuses études de cas répertoriées à travers le monde et le partage de connaissances et expériences d'experts en la matière, le manuel a pour objectif :

- d'optimiser le succès des réhabilitations
- de proposer des protocoles permettant de restaurer de larges surfaces de récifs dégradés, tout en limitant l'impact sur les sites donneurs et le coût de l'opération

- de mettre en lumière les paramètres à prendre en compte au niveau de la préparation d'un projet de restauration afin de limiter les échecs
- de mettre en évidence les limites actuelles de la restauration des récifs.

Les propositions de l'ouvrage reposent sur une démarche responsable conduisant avant toute action à se poser les questions préliminaires suivantes :

- Pour un site donné dégradé, la restauration récifale est-elle la solution envisageable en l'état actuel des connaissances et en intégrant à la réflexion les problématiques liées au changement climatique (qui sont déjà et seront très importantes pour les milieux récifaux) ?
- Et si la réponse est : oui une opération de restauration récifale se justifie, comment peut-on optimiser sa réussite à la fois pour le site dégradé et l'ensemble des milieux voisins concernés, tout en prenant en compte de façon raisonnée les contraintes et les impacts socio-économiques du projet ?



Cet ouvrage est le premier, en matière de réhabilitation récifale, aussi complet, faisant l'état de l'art et fournissant aux praticiens et chercheurs un outil pragmatique permettant d'aborder les différents aspects de la réhabilitation de façon qualitative et quantitative en précisant à chaque étape d'un projet les limites scientifiques et techniques à prendre en compte pour aboutir à sa réussite.

L'ouvrage met en évidence sans concession la complexité, les difficultés scientifiques, techniques et financières de la réhabilitation récifale et accorde une importance majeure à la réflexion préliminaire permettant d'estimer les enjeux et les risques d'un projet de réhabilitation afin de prendre ou non la décision de réaliser une opération de réhabilitation.



Contenu de l'ouvrage

Il comprend 8 chapitres :

1. Objectifs et étendue du manuel

2. Les différentes étapes d'un projet de réhabilitation

Ce chapitre présente de façon détaillée et pragmatique les différentes étapes à prévoir et leur contenu :

- Réaliser l'analyse préliminaire du projet
- Mener une réflexion permettant de décider si une opération de restauration est nécessaire ou non
- Elaborer un programme de réhabilitation
- Conduire une opération de réhabilitation et effectuer son suivi temporel.



4. La construction et la gestion de nurseries pour l'élevage de coraux

Une opération de restauration récifale sur une surface importante nécessite de transplanter des milliers voire des dizaines de milliers d'éléments coralliens. La collecte de coraux sur des sites donneurs voisins peut alors devenir très préjudiciable pour le milieu récifal donneur, il est donc impératif pour de tels projets de prévoir la construction de nurseries de coraux qui ne nécessiteront initialement que l'apport de quelques petits fragments coralliens ou colonies mères.

Par rapport au guide pratique publié précédemment, ce manuel consacre plus de 20 pages à la description détaillée des différentes opérations liées à la réalisation de cultures coralliennes asexuées : sélection du site de nurserie, construction de la nurserie, techniques de stockage des fragments coralliens et maintenance.

3. La gestion des risques dans un projet de restauration récifale

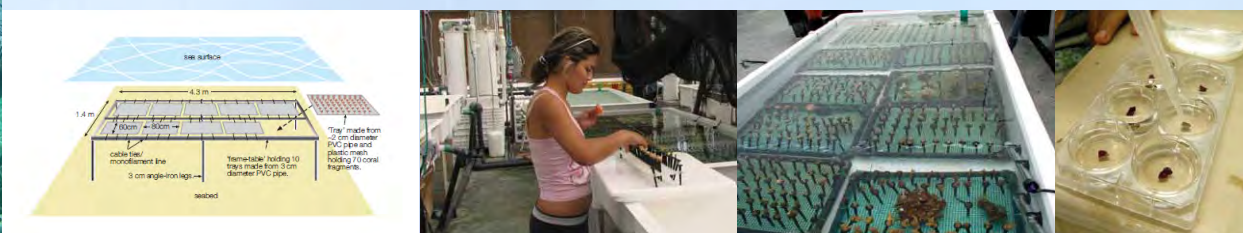
Les auteurs ont décidé de consacrer un chapitre spécifique à la question des risques et à leur gestion dans les projets de restauration récifale. En effet, cela reste une opération très délicate et confrontée à de multiples risques tant au niveau de la préparation du projet que de sa réalisation.

Le chapitre formalise les leçons tirées des études passées en présentant une approche structurée et des protocoles d'évaluation relativement simples afin de minimiser à l'avenir les risques pour les futurs projets. Les méthodologies décrites permettent de cerner au mieux les risques, de les hiérarchiser et ensuite d'optimiser leur gestion durant les différentes étapes d'un projet.

5. L'élevage de larves coralliennes pour la réhabilitation récifale

Comme précédemment pour les cultures asexuées coralliennes, ce chapitre est important (environ 20 pages) et présente de façon détaillée les différents aspects scientifiques et techniques d'une opération d'élevage de larves coralliennes (capture, élevage, fixation). Cette technique, contrairement à la précédente, évite de fragmenter les colonies donneuses, réduisant ainsi les dommages collatéraux aux récifs voisins. D'autre part, les colonies coralliennes produites sexuellement ont leur propre empreinte génétique (il ne s'agit pas de clones), maintenant ainsi une diversité génétique au niveau du récif restauré.

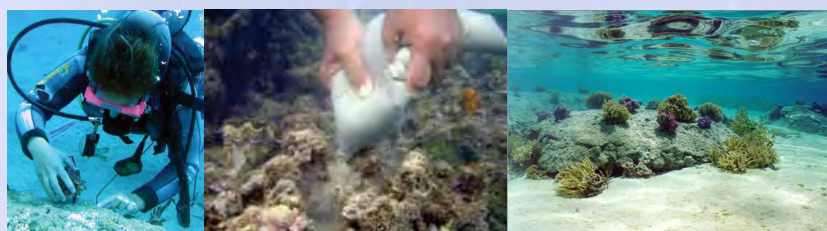
La culture de larves est encore au stade expérimental et nécessite davantage d'expérimentation. Pour cette raison, ce chapitre est plus spécifiquement destiné aux chercheurs souhaitant appliquer et développer cette technique pour de futurs projets de restauration.



6. Les méthodes de transplantation corallienne

Les différents moyens techniques utilisés pour fixer des transplants et les suivre sont décrits en détail en s'appuyant

sur de nombreux exemples concrets et présentés dans des tableaux de bord fournissant des éléments quantitatifs (densités des transplants, tailles, techniques de fixation etc.).



7. Evaluation des coûts d'une restauration

Connaitre précisément les coûts associés aux projets de restauration fournissent un certain nombre d'avantages :

- aborder le projet de restauration de manière réaliste en tenant compte des coûts pour optimiser sa préparation.
- Permettre de comparer les coûts de différentes méthodes.
- Identifier les parties les plus onéreuses d'un projet et tenter en conséquence d'optimiser la gestion de ces postes.
- Sensibiliser les décideurs et aménageurs en leur présentant l'importance des coûts associés aux restaurations et l'intérêt d'adopter une démarche préventive (de conservation et de

gestion des milieux naturels) vis-à-vis de l'environnement dans les projets d'aménagements afin d'éviter d'avoir recours à ce type de technique.

- Faire une analyse coûts / bénéfices dans un programme de gestion du milieu récifal entre une restauration passive et active.

Ce chapitre fournit les outils techniques nécessaires à l'estimation du coût des différents postes d'un projet et présente de nombreux exemples de calculs de ces coûts.

Local usage rates	Monthly	Quarterly	Yearly
Local use 1 (Inshore) nursery - e.g. scientific demonstration	\$500	\$1,500	\$5,000
Local use 2 (Inshore) nursery - e.g. research educational	\$500	\$1,500	\$5,000
Local use 3 (Inshore) nursery - e.g. tourist educational	\$500	\$1,500	\$5,000

Item	Equipment consumables	Personnel	Time input by personnel	Material	Travel	Other	Subtotal	Total
1.1. Survey to predict dates of spawning	\$14	0.0	0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$14	\$14
1.2. Collection of corals of 10-15 gravid colonies of 3 species	\$125	0.5	0.5	\$18	\$18	\$0.0	\$161	\$175
2. Construction of 10 cage nursery with 300 trays (800mm x 300mm)	\$4,400	0.4	0.4	\$2,411	\$1,390	\$0.0	\$8,201	\$12,601
3. Annual input of 300 trays: line holders, cage repair, etc.	\$1,100	0.6	0.6	\$60	\$0.0	\$0.0	\$1,160	\$1,660
3. Establishing material in cage culture	\$3,300	1.3	1.3	\$4,886	\$6,111	\$0.0	\$14,300	\$17,660
4. Maintenance of material in cage culture (1 year)	\$3,400	1.0	1.0	\$1,211	\$602	\$0.0	\$5,213	\$8,613
5. Transfer of juveniles to restoration site	\$420	0.4	0.4	\$1,116	\$24	\$0.0	\$1,560	\$2,000
6. Monitoring and maintenance of restoration site (1 year)	\$150	1.0	1.0	\$1,211	\$18	\$0.0	\$1,379	\$1,779
Annualized total (nursery construction cost split over 3 years)	\$4,950	4.2	4.2	\$1,200	2,448	\$0.0	\$8,600	\$12,800
Capital equipment - costs split over 3 years	\$1,800							
Diving equipment - costs split over 3 years	\$1,800							
Number of coral polyps settled	168,000							

What-If? Scenarios	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%
% survival at one year (of 500,000 settled polyps)	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%
Survivors after 1-year cage culture	2500	5000	7500	10000	12500
Cost per 1-year juvenile in cage culture	\$2.88	\$1.91	\$1.69	\$1.59	\$1.52
Cost per 1-year juvenile outplanted	\$3.83	\$2.66	\$2.45	\$2.34	\$2.27

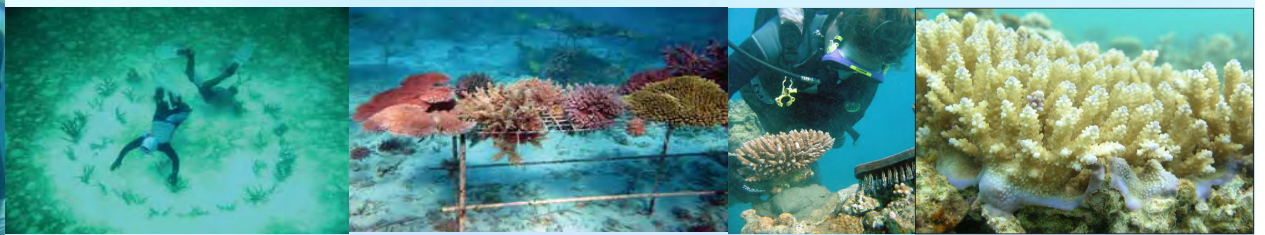
Survival rate (%) from 1 to 2 years old	60	70	80	90	100
Cost per 1-year juvenile in cage culture	\$4.69	\$3.47	\$3.20	\$3.07	\$2.99
Cost per 1-year juvenile outplanted	\$5.35	\$3.97	\$3.66	\$3.51	\$3.41
Cost per 1-year juvenile in cage culture	\$6.24	\$4.63	\$4.27	\$4.09	\$3.98
Cost per 1-year juvenile outplanted	\$7.19	\$5.58	\$5.13	\$4.91	\$4.78
Cost per 1-year juvenile in cage culture	\$8.37	\$6.55	\$6.14	\$5.91	\$5.79
Cost per 1-year juvenile outplanted	\$9.27	\$7.27	\$6.84	\$6.58	\$6.46
Cost per 1-year juvenile in cage culture	\$10.49	\$8.27	\$7.84	\$7.58	\$7.46
Cost per 1-year juvenile outplanted	\$11.49	\$9.27	\$8.84	\$8.58	\$8.46

8. Les enseignements des projets de réhabilitation réalisés

Dix études de cas localisées dans différents points du monde et présentant des problématiques variées sont décrites de façon détaillée sous forme de fiches fournissant les caractéristiques du projet :

localisation, contexte, objectifs, méthodes, suivis, résultats obtenus, aspects sociaux et communautaires, moyens mis en œuvre et coûts des différents postes, leçons et références.

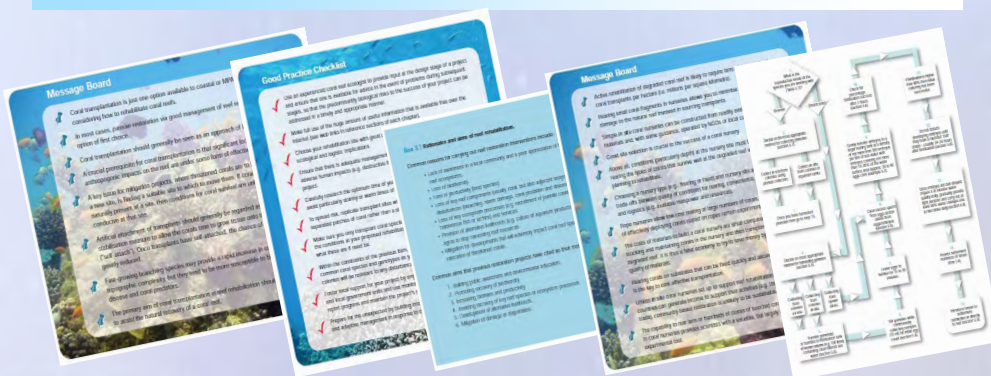
Ces cas ont été choisis à partir d'une enquête réalisée au niveau international auprès de 40 personnes impliquées dans des projets de restauration récifale.



Présentation et organisation du manuel

Chaque chapitre traite les problèmes sous forme de questions, introduisant le titre des paragraphes. Les différents thèmes sont illustrés par des photographies sous-marines, des schémas pour les techniques présentées, des arbres de décision et organigrammes pour synthétiser les démarches méthodologiques, des tableaux récapitulatifs permettant des comparaisons aisées des éléments quantitatifs. Les éléments majeurs à retenir sont présentés dans des encadrés de couleurs différentes. Il en est de même pour les recommandations et les bonnes pratiques qui sont rappelées dans des encadrés à part.

Chaque chapitre ou thème possède ses références bibliographiques spécifiques afin d'éviter une recherche fastidieuse en fin d'ouvrage et les références ont été volontairement limitées aux ouvrages essentiels.



Les activités et publications françaises et du CRISP dans le domaine de la restauration récifale

Les principales opérations de restauration récifale réalisées en France sont relativement récentes et remontent à une vingtaine d'années. Elles ont été menées principalement en Polynésie Française, puis à la Réunion, à Mayotte et plus récemment en Nouvelle-Calédonie par des équipes le plus souvent composées de chercheurs des universités locales et d'ingénieurs en bureaux d'études. Ces travaux ont permis la rédaction des premiers guides pratiques et documents conséquents sur la restauration récifale en France.

Quelques ouvrages :

Titre : Milieu Littoral et Récifal Intertropical et Aménagement - Guide pratique
Auteur : Michel Porcher
Editeur : Ministère de l'Environnement Français
Date : 1993
Nbr de pages : 238pp.



Titre : La restauration récifale - guide pratique à l'usage des décideurs et aménageurs
Responsable technique et scientifique : Michel Porcher (Carex environnement /Groupe GINGER)
Auteurs : Sandrine Job et Muriel Schrimm (Carex environnement / Groupe GINGER)
Editeurs : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et IFRECOR Polynésie-française
Date : 2003
Nbr de pages : 32pp.



Titre : Synthèse des différentes études et travaux de restauration récifale effectués dans les collectivités d'outre-mer
Responsable technique et scientifique : Michel Porcher (Carex environnement /Groupe GINGER)
Auteur : Sandrine Job (Carex environnement / Groupe GINGER)
Editeur : Ministère du développement durable de l'environnement, de l'aménagement et de la qualité de la vie, chargé de la prévention des risques naturels et IFRECOR Polynésie française
Date : 2006
Nbr de pages : 41pp.



Titre : Programme National de Recherche « Recréer la Nature » Réhabilitation de zones récifales coralliennes dégradées Récapitulatif des travaux de recherche et des actions de transfert
Responsable Scientifique : Bernard Salvat - Centre de Biologie et d'Ecologie Tropicale et Méditerranéenne.
Responsable technique : Michel Porcher - Carex
Editeurs : Carex environnement /EPHE
Date : 2000
Nbr de pages : 66 pp.



Les publications les plus récentes ont été réalisées dans le cadre de la composante 2B du CRISP : Restauration récifale des écosystèmes coralliens.

Les activités de cette composante ont été menées de 2005 à fin 2010 par le Département Milieu Marin du Groupe GINGER
 Pilote : Michel Porcher (responsable technique et scientifique) et Sandrine Job (organisation et réalisation des missions de terrain et auteur des rapports d'études) en partenariat avec FSPI (Foundation of the peoples of the South Pacific International).

Le projet comportait deux volets :

Volet 1 : Restauration récifale de 2 sites dégradés, à Fidji et à Tuvalu comprenant :

- la rédaction d'un rapport bibliographique concernant la restauration récifale
- la sélection de sites à restaurer
- la réalisation des études de sites (dans l'île de Moturiki aux Fidji et dans l'atoll de Funafuti à Tuvalu) ;
- la restauration des sites et leurs suivis (sur 12 et 18 mois).

Volet 2 : Rédaction d'ouvrages sur la restauration récifale.

Dans le cadre de ce volet 2, un guide pratique « Reef Restoration - Concepts and Guidelines » a été édité, en anglais (mi-2007) et en français (mi-2008) en partenariat avec le programme de recherche CRTR afin de mutualiser les efforts des programmes dans cette thématique commune, les composantes « Restauration Récifale » du CRISP et du CRTR ayant des objectifs similaires et des délais de rendus compatibles. Ce guide a été suivi de la rédaction du manuel « Reef Rehabilitation » présenté dans cette plaquette et qui est paru en Juillet 2010.

Les publications produites sous l'égide du programme CRISP sont téléchargeables sur le site www.crisponline.net.

Le manuel de réhabilitation (en anglais) est disponible sur www.gefcoral.org



Titre : Motoriki restoration site (Fiji) - Monitoring report

Authors : Sandrine Job, Dave Fisk
Date : December 2006

Nbr of pages : 35 pp.
Component : 2B Rehabilitation of coral reef ecosystems

Project : 2B1 Implementation of reef restoration pilot sites



Titre : Funafuti Atoll (Republic of Tuvalu) - Coral reef restoration project, 1 to 18 months post-trial monitoring report

Authors : Dave Fisk, Sandrine Job
Date : March 2009

Nbr of pages : 44 pp.
Component : 2B Rehabilitation of coral reef ecosystems

Project : 2B1 Implementation of reef restoration



Titre : Funafuti Atoll coral reef restoration project (Republic of Tuvalu) - Baseline report

Author : David Fisk
Date : June 2007

Nbr of pages : 42 pp.
Component : 2B Rehabilitation of coral reef ecosystems

Project : 2B1 Implementation of reef restoration pilot sites



Titre : Restauration récifale, concepts & recommandations : faire des choix raisonnés de gestion dans un environnement incertain

Auteurs : Alasdair Edwards, Eduardo Gomez
Editeur : Programme Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management, St Lucia, Australie

Date : 2007
Nbr de pages : 38 p.

Composante : 2B Restauration récifale

Projet : 2B2 Edition de manuels sur la restauration



Editeur : CRISP - Plaquette : Michel Porcher S2C (pour GINGER) et Sandrine Job (consultante) **Réalisation maquette et mise en page :** Anne-laure Porcher
Crédits photos : Reef Rehabilitation Manuel , Sandrine Job et Michel Porcher.