



SUIVI DE L'ETAT DE SANTE DES RECIFS CORALLIENS DES ILES DU SUD OUEST OCEAN INDIEN »

(Réseau COI/GCRMN- WIO node)

SYNTHESE REGIONALE 2010



Flic en Flac (Ile Maurice) juin 2010

Décembre 2010

Titre : Suivi de l'état de santé des récifs coralliens des îles - Sud Ouest de l'Océan Indien – Réseau COI/GCRMN Synthèse régionale 2010	Nb pages : 66
Date : Décembre 2010	
Auteurs : Bruce CAUVIN, Meera KOONJUL, Rodney QUATRE, Soifa AHAMED, Charlotte GOUGH, Sabrina DESIRE et Jean Pascal QUOD <u>Avec la contribution de:</u> AHAMADA Saïd / BIJOUX Jude / BIGOT Lionel / Pascale CHABANET / Emmanuel TESSIER / Harold CAMBERT / Claire BISSERY	Diffusion • Libre ☐ • Restreinte ☒ • Confidentielle ☐

Secrétariat Général – COI : <u>Remerciements:</u> Gina BONNE- Chargée de mission– Secrétariat Général – Avenue Sir Guy Gorget, Q4- BP 7 – Quatre Bornes – MAURITIUS James Anderson (RECOMAP)

Réseau MAURICE / RODRIGUES : <u>Point focal national</u> : Albion Fisheries Research Centre (AFRC) (Mrs M.KOONJUL) <u>Antenne du réseau à Rodrigues</u> : Shoals Rodrigues (M.S.DESIRE, J.RAFFIN, S.PERRINE, R JHANGEER-KHAN) <u>Partenaires</u> : MMCS, Forever Blue
--

Réseau COMORES <u>Point focal national</u> : Soifa AHAMED (AIDE) <u>Remerciements techniciens (contributions) :</u> Saïd AHAMADA (Progeco), Jaffar MHOUDDINE, Aboubakar AFOUALOU (AIDE -Anjouan), Fouad A. RABI, et Ahamada YOUSOUF. (PMM, Mohéli)
--

Remerciements des tutelles, institutions : Nous voudrions également exprimer notre profonde gratitude envers toutes les personnalités ayant facilité la réalisation de cette étude notamment Mr Monamed BACAR Dossar, Kamar BOINALI, Mme Fatouma ABDALLAH.

Réseau MADAGASCAR :

Le présent rapport a été rendu possible grâce aux collaborations des personnes :
BLUE VENTURES (Sophie BENBOW, Alasdair HARRIS, Charlotte GOUGH)
WWF (Volanirina, Fidy RAMAHERY)
CORDIO (David OBURA)
Madagascar National Parks MNP (Jocelyn RAKOTOMALALA, Domoina RAKOTOMALALA, Odile VENTY)

Réseau SEYCHELLES :

Point Focal National : Rodney QUATRE (Seychelles National Park Authority)
Tutelle : Ministère de l'Environnement (Mr. Fanchette RONLEY) / Global Vision International
Jude BIJOUX (Progeco)

Réseau RÉUNION :

Point Focal Technique: Bruce CAUVIN (GIP Réserve Nationale Marine de La Réunion)
Point Focal scientifique : M.Jean Pascal QUOD– ARVAM
Tutelle : Ministère de l'Environnement - DIREN (Mme Anne NICOLAS) / REGION REUNION

Le présent rapport a été rendu possible grâce aux collaborations des personnes ou organismes suivants :

- Emmanuel TESSIER (Directeur GIP RNMR)
- Équipe des Ecogardes (Christophe CADET, Yanick CLAIN, Willy DOMITIN)
 - IRD (Mme Pascale CHABANET),
 - ECOMAR (Lionel BIGOT)
- ARVAM / PARETO (Harold CAMBERT et Claire BISSERY)

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION

2. RESUME

3. LE SUIVI DES RECIFS

3.1. Les COMORES

3.2. MADAGASCAR

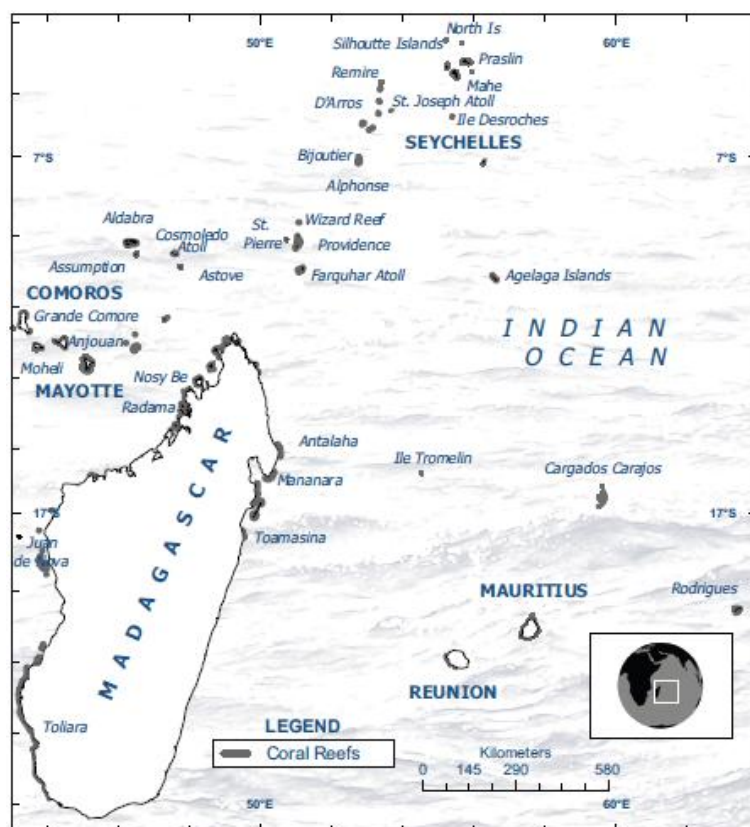
3.3. MAURICE / RODRIGUES

3.4. LA REUNION

3.5. Les SEYCHELLES

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5. BIBLIOGRAPHIE



Carte 1 : Nœud n°3 du réseau GCRMN : les Îles du Sud Ouest de l'Océan Indien

1) INTRODUCTION

Le réseau du suivi de l'état de santé des récifs coralliens des Iles du Sud Ouest de l'Océan Indien a été créé en octobre 1997, dans le cadre d'un séminaire international intitulé « Homme-Récif » organisé à Madagascar. En 1999, ce réseau régional a été reconnu officiellement comme « nœud » régional du GCRMN (Réseau Mondial de Surveillance de l'état de santé des récifs coralliens) pour la région des îles du Sud Ouest de l'Océan Indien (GCRMN West Indian Ocean Node n°3). Ce réseau mondial regroupe plus de 350 experts de 96 pays regroupés en 17 grandes régions.

La mise sur pied du réseau régional repose initialement sur une initiative du Programme Régional Environnement (1995-2000), un important programme régional financé par l'Union Européenne (UE) et mise en œuvre par la Commission de l'Océan Indien (COI).

Afin de renforcer les réseaux nationaux et la réalisation des activités de monitoring des récifs, a été mis en œuvre un programme financé pour 3 années (2000 – 2003) par le GEF (World Bank) et l'Union Européenne et qui est ensuite prolongé d'une année et demie par avenant spécifique jusqu'en Juillet 2005. Ce réseau a permis un meilleur échange entre les états de la sous région, par des actions de formation, une mise à niveau des équipements pour le suivi et monitoring, ainsi que des actions de sensibilisation auprès de la population.

La coordination et l'animation de ce réseau ont été réalisées par différentes personnes ressources ou points focaux nationaux :

- de 2002 à 2003 par Lionel Bigot (France-La Réunion).
- en 2004 par Jean Maharavo (Madagascar) et Jude Bijoux (Les Seychelles).
- en 2005 par Saïd Ahamada (Les Comores) et Meera Koonjul (Ile Maurice).
- entre 2006 et 2008 par Jude Bijoux (Les Seychelles) et Saïd Ahamada (Les Comores)
- depuis 2008 par Bruce Cauvin (France-La Réunion).

Cependant depuis 2005 (fin du PRECOI UE), ce réseau connaît des problèmes par manque de financements pérennes. Certains pays (notamment Madagascar et les Comores) ont des difficultés pour réaliser les suivis.

En 2007, un audit a été réalisé par Jan Post (consultant auprès de la COI-RECOMAP) sur le fonctionnement du Réseau Récif COI et une rencontre entre ses membres a pu être réalisée à l'Ile Maurice (Quatre-Borne) afin d'établir une synthèse régionale pour le rapport mondial « World Status of Coral Reef of the Word 2008 » (Wilkinson & al). Une formation a aussi été réalisée afin de déterminer des pistes de financement de ce réseau (notamment d'envisager la réalisation d'un « trust fund »). Malheureusement, le contexte de crise économique mondiale (2008-2010) n'a pas permis de faire aboutir cette solution préconisée par des économistes. Malgré ces problèmes, la volonté des points focaux du réseau de continuer d'échanger des informations sur l'état de santé des récifs coralliens de cette région a permis de maintenir cette précieuse collaboration à l'échelle régionale.

Cependant, les difficultés rencontrées pour réaliser ces suivis, risques à court terme, de mettre en danger la pérennisation de ce réseau. Ainsi, lors de la réunion réalisée en juin 2010, Jean Pascal Quod (Arvam) a proposé comme solution éventuelle, la réalisation d'un Observatoire Régional des Récifs Coralliens (ORRC) sous forme associative (ou autre) avec des financements provenant de partenaires privés. Une étude préalable de faisabilité de création de cet observatoire a été demandée à COI-RECOMAP dans ce sens par le réseau.

En juin 2010 à l'Ile Maurice (Flic en Flac), cette réunion du réseau a pu être réalisée et organisée grâce au support financier de COI-RECOMAP et de son représentant Monsieur James Anderson.

2) RESUME

La présente synthèse régionale est le fruit des travaux des points focaux nationaux du Réseau Récif qui se sont réunis à Flic en Flac (Ile Maurice) au mois de juin 2010, durant un atelier technique d'échange. Cette réunion permis aussi de réaliser une formation au logiciel CoReMo 3 aux membres du réseau, une formation dispensée Claire Bissery de l'Arvam/Pareto.

Le projet CoReMo (pour Coral Reef Monitoring) est un projet développé par l'ARVAM et financé dans le cadre d'une convention avec la Région Réunion, le Ministère d'Outre-Mer (MOM), et l'Union Européenne. Le partenariat établi avec le World Fish Center en Malaisie permet d'assurer à CoReMo une bonne interopérabilité avec les bases mondiales REEF BASE et FISH BASE, au travers des programmes GCRMN et REEF CHECK. Issu d'une collaboration réussie à l'échelle régionale sous l'égide de la (COI), le projet vise à développer un progiciel relatif selon des méthodes mises en œuvre par (i) les scientifiques et (ii) les non-scientifiques. Ce programme a été initié dès 1998 et a permis de disposer d'une version II utilisée et développée sous Access 97 par l'ensemble des pays de la région. La version 3 de CoReMo est aujourd'hui un exécutable sous système d'exploitation Windows grâce auquel des protocoles simples, efficaces et harmonisés sont développés pour comptabiliser les peuplements benthiques (faune fixée dont les coraux, faune mobile) et ichtyologiques (poissons). Les protocoles de suivi de l'état de santé des récifs coralliens actuellement mis en œuvre ont été standardisés et la version 3 est désormais disponible (contact Jean Pascal QUOD-Arvam). Le transfert des données concernant La Réunion de CoReMo II à CoReMo III a été réalisé en 2010.

<http://www.coremo3.com/> (contact Jean Pascal QUOD-Arvam).

Les analyses qui découlent de ces résultats permettent de dire que :

• Les Comores :

Sur l'archipel, le suivi de l'état de santé des récifs coralliens est réalisé sur 20 stations réparties sur 9 sites et 3 secteurs (Iles d'Anjouan, de Grande Comore et de Mohéli). Les résultats de ces suivis ont permis de mettre en évidence une tendance globale à la régénération des coraux (15 à 70 % de corail vivant) après le blanchissement survenu en 1998. Cependant, le taux de recouvrement corallien est très élevé sur certains sites et faible sur d'autres. La vitesse de régénération est variable en fonction de l'exposition des sites aux vents et aux pressions humaines (techniques de pêche nuisibles, sédimentation liée à la déforestation des bassins versants, rejet de déchets sur le littoral accentués par le blanchissement corallien).

L'Archipel a aussi connu deux périodes (de 1998 à 1999 et de 2007 à 2010) où des mortalités coralliennes ont été constatées. Phénomènes qui semblent avoir un lien avec le phénomène de réchauffement climatique ressenti au cours de ces années.

Entre ces périodes de mortalité, s'intercale entre 2001 à 2007 une période où on constate une reprise de la vitalité des récifs coralliens de l'archipel.

Il serait souhaitable de voir dans quelle stratégie pour un pays tel que les Comores, ayant d'énormes difficultés financières, peuvent encore assurer les suivis en collaboration avec les autres pays de la région et par l'appui des bailleurs intervenant dans la gestion durable des zones côtières.

• Madagascar :

Les récifs coralliens de Madagascar constituent un réservoir de biodiversité marine car ils font partie des plus riches du monde. (+ de 380 espèces de coraux, + de 788 espèces de

poissons. Sur la « Grande Ile », Les récifs coralliens s'étendent sur 1400 km de linéaire côtier pour une superficie de 2400 km². Ils sont surtout localisés sur la côte Ouest et le Nord-Est de l'Ile. Il y a 60 stations du suivi de l'état de santé des récifs coralliens réparties sur 6 secteurs. Madagascar est la plus grande ile de la région Sud-Ouest de l'Océan Indien (587 000 km², elle s'étend sur 4 degrés de latitude). L'éloignement géographique et l'inaccessibilité de nombreux récifs coralliens, ont eu pour conséquences généralement d'axer les efforts des suivis sur un petit nombre de sites accessibles (notamment celles du Sud-Ouest comme Andavadoaka, Anakao et Ifaty). Cette caractéristique géographique (vaste territoire) créé aussi des conditions environnementales différentes d'une région à l'autre, ceci induit des difficultés afin de réaliser des comparaisons et regroupements de résultats entre les différents sites. Cependant, un grand nombre d'études menées sur les récifs coralliens de Madagascar conclues que les récifs malgaches sont considérablement dégradés.

- **Maurice / Rodrigues :**

L'Ile Maurice est bordée par 150 km de récifs frangeants le long d'un linéaire côtier de 322 km. Il y a 243 km² de récifs coralliens, entourant l'île presque complètement (sauf à l'embouchure des rivières). L'île dispose aussi d'une biodiversité marine remarquable avec notamment 159 espèces de coraux durs. Le suivi des récifs est réalisé sur 25 stations réparties sur 12 sites. D'une manière générale, sur toutes les stations du suivi, la couverture en coraux vivants a diminué au cours des dernières années principalement en raison de facteurs comme le blanchissement corallien, la prolifération d'algues due à l'augmentation de la température de l'eau de mer en période estivale et aussi la sédimentation de boue provenant du milieu terrestre pourrait avoir aussi aggravé la situation des récifs coralliens.

L'Ile Rodrigues est bordée par un récif frangeant qui forme une bande presque continue d'environ 90 kilomètres de longueur. Le récif enferme un lagon peu profond, il a une superficie de 240km², ce qui représente deux fois la superficie de l'île elle-même. A Rodrigues, le marnage maximal est d'environ 1,5 m et la profondeur moyenne dans le lagon est inférieure à 2m, ainsi de nombreuses zones sont exposées aux petites marées de printemps. La profondeur de l'eau juste au-delà des pentes externes est habituellement dans la gamme de 10m à 30m. Les récifs de l'île se composent principalement de coraux scléractiniaires, avec le genre *Acropora spp.* qui est dominant sur les pentes externes et sur les platiers coralliens. 140 espèces de coraux ont été répertoriés à Rodrigues au cours du premier atelier de la biodiversité marine qui s'est tenue en septembre 2001, 25 sont des *Acropora spp.* (*Shoals of Capricorn Programme*, 2002). Les couvertures coralliennes sur les pentes externes des récifs autour de Rodrigues sont relativement saines, tandis que les zones des platiers sont plus fortement touchés, tant par la pêche (en particulier le piétinement par les pêcheurs de poulpes (Clark, 2001)) et par des phénomènes de blanchissement coralliens (Hardman et al., 2004).

- **La Réunion :**

L'Ile de La Réunion est bordée par 25 km de récifs frangeants, le long d'un linéaire côtier de 200 km. Il y a environ 16 km² de récifs coralliens essentiellement localisés sur les côtes Ouest et Sud de l'Ile. La biodiversité des récifs coralliens est importante, elle est estimée à plus de 3500 espèces animales et végétales. Une Réserve Naturelle Nationale Marine a été créée en 2007 regroupant l'ensemble des récifs de la côte Ouest de l'Île afin de protéger ces milieux récifaux. Le suivi des récifs est réalisé selon 2 protocoles : le « LIT Expert » (ou GCRMN « Expert ») sur 14 stations réparties sur 4 secteurs (est coordonné par le gestionnaire de la Réserve Marine : Le GIP RNMR) et le « PIT Intermédiaire » ou Reef Check réparties sur 17 stations, ce suivi est réalisé par l'Arvam en collaboration avec des «éco-volontaires ». Le résultat de ces suivis montre une situation contrastée de l'état de santé des récifs coralliens à La Réunion : Les pentes externes de St Gilles et Etang Salé ont vu leurs taux de recouvrements coralliens fortement diminués en

l'espace d'une décennie avec une régression important du genre *Acropora* sur les pentes externes. La situation des platiers coralliens dans les zones caractéristiques de zones « saines » présente globalement des variations des recouvrements coralliens en « dents de scie » et elle est globalement stable dans les zones caractéristiques de platiers « perturbés ». En 2009, un phénomène de blanchissement corallien a été observé, les suivis des prochaines années permettront d'établir un diagnostic sur la survie des colonies coralliennes suite à ce phénomène.

- **Les Seychelles :**

L'archipel des Seychelles est composé de 115 îles : 43 îles granitiques (groupe de Mahé) et 73 îles coralliennes périphériques. Il y a environ 1690 km² de récifs coralliens aux Seychelles. Les récifs coralliens sont des écosystèmes très importants aux Seychelles, ils permettent à la population d'en tirer des bénéfices à la fois directement (pêche artisanale) ou indirectement (écotourisme). Le réseau de surveillance des récifs coralliens qui a été mis en place dans le cadre du projet de la COI a été très efficace au cours de l'exécution de ce projet. Cependant depuis la fin 2004 (fin du financement de la COI), il est désormais malheureusement plus ou moins actif. Cependant, les autorités des Seychelles qui sont désormais responsables du réseau, ont prévu de relancer le réseau national. Il y a 81 sites de surveillance pour les îles granitiques des Seychelles, cependant la plupart ne font pas l'objet d'un suivi régulier (27 stations sont cependant régulièrement effectuées). En 1998, un événement majeur de blanchissement corallien associé à des mortalités massives des coraux avait fortement impacté la vitalité de l'ensemble des récifs seychellois. Depuis les taux de recouvrements coralliens sont globalement en augmentation sauf en 2008 et 2009 où on observe une légère baisse (entre 1 et 2 %) de la moyenne du recouvrement total des stations.

Pays	Stations du GCRMN Niveau "Expert"	Stations du ReefCheck Niveau	Site en AMP	Nom de l'AMP	Secteur (Sites)
Les Comores	2				Grde Comore (Mitsamiouli)
	2				Grde Comore (Itsandra)
	1				Grde Comore (Le Moroni)
	1		1	Parc Marin de Mohéli	Mohéli (Itsamia)
	9		5	Parc Marin de Mohéli	Mohéli (Nioumachoi)
	1				Mohéli (Fomboni)
	2				Anjouan (Wani)
	1				Anjouan (Bimbini)
	1				Anjouan (Moya)
Madagascar	5				Maintirano
	10				Belo sur Mer/Andranopasy
	18		3	Velondriake	Andavadoaka
	2				Grand récif Tuléar
	9				Beheloka
	5				Itampolo
	11				Androka
Maurice	2				NW (Trou aux Biches)
	2				SE (Bambous Virieux)
	2				NE (Anse La Raie)
	2				NW (Albion)
	5		1	Blue Bay Marine Park	SE (Blue Bay)
	3				SW (Ile aux Bénitiers)
	2				NW (Baie du Tombeau)
	2				NW (Pointe aux Sables)
	2				S (Bel Ombre)
	2				SE (Belle Mare)
	2				Est (Trou d'Eau Douce)
	2				NE (Poudre d'Or)
	7		1	Balacava Marine Park	NW (Balacava)
	2		1	Rivière Banane Marine Reserve	NE (Rivière Banane)
	2				N (Passe Armand)
	2				N (Ile aux Fous)
Rodrigues	2		1	Grand Bassin Marine Reserve	N (Grand Bassin)
	1		1	Passe Demie Marine Reserve	W (Passe demie)
	1				W (North of Ile aux sables)
	1		1	Anse aux Anglais Marine Reserve	N (Passe Cabris)
La Réunion	4		2	Réserve Naturelle Marine de La Réunion	St Gilles (3 Chameaux - Planche'Alizés)
		13	4	Réserve Naturelle Marine de La Réunion	St Gilles (Cap la Houssaye-Roches noires-Ermitage-Saline)
	4		2	Réserve Naturelle Marine de La Réunion	St Leu (La Corne - La Varangue)
		3	1	Réserve Naturelle Marine de La Réunion	St Leu (St Leu Ville)
	2	1	1	Réserve Naturelle Marine de La Réunion	Etang Salé (Etang salé)
	4				St Pierre (Ravine Blanche – Alizé plage)
Seychelles	2		2	Marine National Park	Mahe (Baie Ternay)
	6		3	Marine National Park	Mahe (Ste Anne)
	5			Marine National Park	Curieuse
	1			Marine National Park	Mahé (Port Launay)
	2				Mahé (Airport)
	1				Ile Thérèse
	2				Conception Island
	2				Willie's Bay
	1				Anse Major
	1				Whale Rock
	1				Corsaire
	1				L'Ilot
	2				Thérèse Island
TOTAL GÉNÉRAL	167	17	30		

Tableau 1 : Stations suivies dans le cadre de cette étude

3.1) Les COMORES

3.1.1) INTRODUCTION

Les récifs coralliens de l'Archipel des Comores se développent le long des côtes volcaniques abruptes. Ils occupent environ 60 % du littoral de la Grande Comore, 80 % de celui d'Anjouan et 100 % de celui de Mohéli soit une superficie totale d'environ 11 000 ha.

Ils abritent une importante faune de poissons et d'invertébrés qui représentent une richesse écologique considérable pour la pêche et le tourisme.

De 1998 à 2004, les suivis des récifs ont été effectués sur 2 sites et ont augmenté progressivement jusqu'à 16 sites qui renferment environ une vingtaine de stations qui ont fait l'objet d'un suivi régulier jusqu'en 2004. En 2007, compte tenu des ressources humaines, logistiques et financières limitées au niveau des Comores, pour le suivi dans le long terme, il convient de retenir 10 sites seulement parmi lesquels le site de Domoni a été nouvellement retenu par sa localisation géographique et la facilité d'y accéder est rajouté (voir tableau ci-dessous).

Années	1998	1999	2002	2004 et 2005	2007
Noms des sites	Mitsamiouli (Gr C) Le Moroni (Gr C)	⇒	⇒	⇒ Mitsamiouli(Gr C) Le Moroni (Gr C)	Mitsamiouli(Gr C)
		Itsandra (Gr C) Itsamia (Moh) Candzoni (Moh) Fomboni (Moh) Méa(Moh)	⇒	⇒ Itsandra (Gr C) Itsamia (Moh) Candzoni (Moh) Fomboni (Moh) Méa(Moh)	Itsandra (Gr C) Itsamia (Moh) Candzoni (Moh) Méa(Moh)
			Bimbini (Anj) Moya (Anj) Wani (Anj) Ouenefou (Moh) Sambia (Moh) Wallah (Moh) Chindini (Gr C)	⇒ Bimbini (Anj) Moya (Anj) Wani (Anj) Ouenefou (Moh) Sambia (Moh) Wallah (Moh) Chindini (Gr C)	Bimbini (Anj) Moya (Anj) Wani (Anj) Chindini (Gr C)
				Shiroroni (Anj) Mbachelé (Gr C)	 Domoni (Moh)
Nombre total de sites	2	6	12	16	10

En 2005 les suivis ont été réalisés dans les mêmes sites qu'en 2004 grâce à l'avenant spécifique obtenu après le projet.

Le suivi de l'état de santé des récifs coralliens est effectué avec la méthodologie GCRMN (transects et comptage de poissons) adaptée à la région des îles du sud ouest de l'Océan Indien (Quod et al, 1998).

3.1.2) EVOLUTION DE L'ETAT DE SANTE DES RECIFS CORALLIENS DE 1998 A 2010

Les données qui ont été récoltées de 1998 à 2010 sont représentées dans les graphiques ci-dessous :

- Les pourcentages de recouvrement coralliens dans les zones de pentes externes, un peu éloignées des pressions humaines et des diverses pollutions.

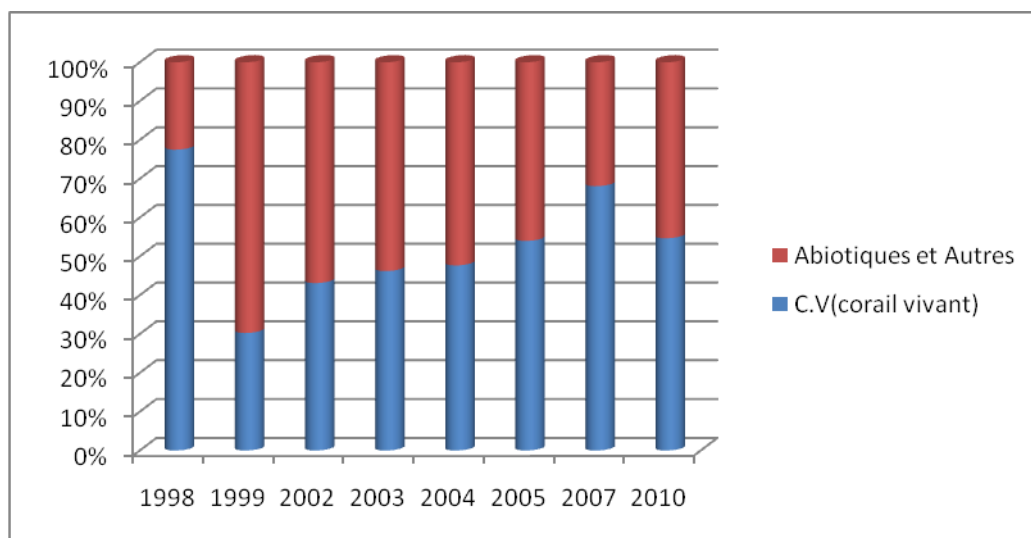


Fig 1) Taux de recouvrement corallien sur les pentes externes

- Les pourcentages de recouvrement dans les zones du platier qui sont sous les pressions humaines et les diverses pollutions.

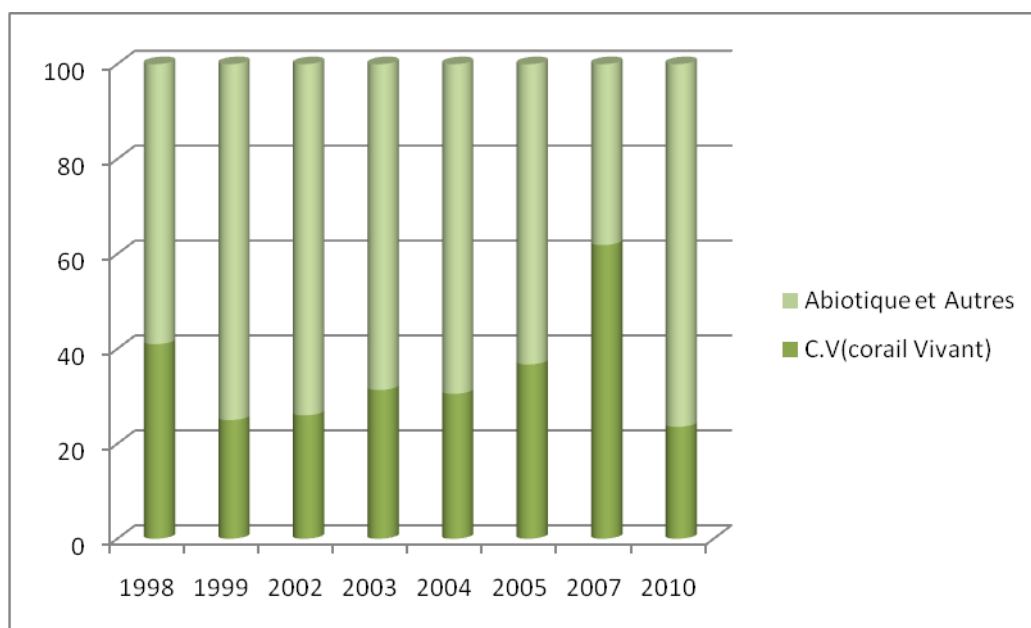


Fig 2) Taux de recouvrement corallien sur les platiers

3.1.2.1) ETUDE ANALYTIQUE DES DONNEES

L'analyse des données représentées dans le graphique ci dessus fait ressortir les constats suivants:

- De 1998 à 1999 puis de 2007 à 2010 on a une forte diminution des coraux qui s'explique par le phénomène de réchauffement climatique ressenti au cours de ces années
- De 2001 à 2007 on a une légère augmentation de pourcentage de recouvrement. Sachant que la variation des recouvrements est sensiblement parallèle au niveau du platier que dans la pente externe vu le graphique représenté ci-dessous.
- Les pourcentages de recouvrement du platier et de la pente externe varient de façon parallèle. Ceci montre l'influence d'un facteur commun dans les deux milieux sur le système de recouvrement corallien.

3.1.2.1.1) Analyse sectorielle de l'état de santé des récifs

A partir des constats sur le terrain, le recouvrement dans le platier est faible par les fortes pressions humaines et la sédimentation sur certains sites (Bimbini et Bambao Mtsanga à Anjouan) où cette activités et la sédimentation sont remarquables.



Site à Bimbini à forte sédimentation terrigène

La régénération après le phénomène de blanchissement est impressionnante dans toutes les îles. La géomorphologie du récif de certains secteurs montre un récif corallien jeune avec un platier étroit.



Site à Ouani sans apport terrigène

- A Anjouan, le récif est très dégradé sur certains sites (Bimbini et Bambao Mtsanga) où la surpêche et la sédimentation sont remarquables.

A Bimbini le taux de recouvrement corallien reste toujours inférieur à 20%

Par contre sur les sites de Moya et Wani la reprise des coraux est en augmentation continue avec des taux de recouvrement corallien avoisinant 60%. Les efforts de protection de ces zones par les communautés locales sont reconnus sur l'ensemble de l'île.

Des apports terrigènes importants asphyxiant les coraux ce qui fait que le taux de recouvrement corallien reste toujours inférieur. Le récif de l'îlot de Mchaco isolé présente le meilleur site en bon état de conservation dans l'archipel avec 63,30 % de corail vivant.

Dans le secteur de Nioumachoua la régénération des coraux en nette croissance dépassant 60% sur les pentes externes de Walla et Ncandzoni contre 40% en 2002.

L'îlot de Mea est par contre facilement accessible aux touristes et pêcheurs ce qui fait que le taux de recouvrement corallien est constante de l'ordre de 50% avec beaucoup de débris (coraux cassés par piétinement et ancrage sauvage des bateaux).

3.1.2.2) INVENTAIRE DES ACTIVITES REALISEES SUR LES SUIVIS DES RECIFS CORALLIENS

A partir du premier rapport GCRMN, on a réalisé les activités de suivis de récifs au Comores ensemble avec les autres pays de la COI par le projet PRE-COI jusqu'à 2001 suivi par les activités du réseau récif dans le cadre de la COI jusqu'en 2005. Après ces projets, les activités ont été apparemment suspendues par le manque de financement. Cependant la cellule de suivis de récifs en collaboration avec des organisations partenaires a participé à des activités liées aux récifs.

De 2006 jusqu'à 2010, la cellule de suivis des récifs de l'ONG AIDE a participé à des travaux qui ont été réalisés et gérés par d'autres projets tel que :

- Une enquête sur les suivis socio économiques entre 2006-2007.
- Le projet du réseau des aires protégées dont il y'a eu les suivis socio écologiques des récifs.

Les données pour ces deux projets sont dans le rapport mondial ainsi que le rapport régional élaboré en 2008.

- En avril 2009, en collaboration avec le CNDRS. nous avons participé à la campagne de sensibilisation sur la gestion de la zone côtière pour l'organisation des concours en : Affiche, Rédaction et Poster dans le cadre des activités du ProGeCo.
- Nous avons réalisé des suivis socio écologiques en collaboration avec une étudiante en thèse de Doctorat de l'Université de Portland (Etat Unis).
- Décembre 2009 et Janvier 2010 une Observation sur l'état de lieu des récifs sur certains sites pilote pour un projet de Développement des capacités de gestion des risques de catastrophes naturelles et climatiques en Union des Comores.

Ces activités nous ont permis de faire une exploration dans 17 sites en Union des Comores dont le recouvrement moyenne est de : 55,22 % au niveau de la pente externe et de 23,57 % pour le platier.

3.1.2.3) CONCLUSIONS

Le suivi de l'état de santé des récifs coralliens sur environ 20 stations aux Comores permet d'observer une tendance générale à la régénération considérable des coraux (15 à 70 % de corail vivant) après le blanchissement survenu en 1998.

Le taux de recouvrement corallien est très élevé sur certains sites et faible sur d'autres

La vitesse de régénération est variable en fonction de l'exposition des sites aux vents et aux pressions humaines (techniques de pêche nuisibles, sédimentation liée à la déforestation des bassins versants, rejet de déchets sur le littoral accentués par le blanchissement).

L'outil cartographique permet une gestion spatiale des zones récifales et devient donc complémentaire au suivi temporel des récifs. Cela constitue un outil d'aide à la décision importante.

On note une prise de conscience généralisée des communautés des pêcheurs en faveur de la protection des ressources marines et côtières qui leur sont contigus.

Les acteurs de la gestion durable des récifs coralliens ont exprimé un besoin de voir le suivi des récifs apporter des éléments de réponse concret quant à l'exploitation rationnelle des ressources récifales et à une représentativité spatiale des données.

Le dernier comité de pilotage du réseau récif a ainsi jugé nécessaire d'ajouter une activité d'évaluation des stocks de poissons et une activité de réalisation de cartographie des récifs qui sont considérés comme étant des outils d'aide à la décision importants pour l'exploitation rationnelle des récifs coralliens et des ressources marines et côtières associées.

Un consensus a également été dégagé sur la nécessité d'adopter un protocole méthodologique qui permettrait de limiter le nombre de stations de suivi des récifs avec une technique d'échantillonnage fixe et d'augmenter le nombre de stations avec une technique d'échantillonnage aléatoire (Exemple Reef Chek).

Ce ci permettra de répondre à un double objectif de suivi des récifs dans le temps et dans l'espace.

Par ailleurs le problème de la pérennité du réseau se pose sérieusement dans certains pays comme les Comores à la fin du financement GEF /COI.

Contrairement aux autres pays de la région, les Comores ne disposent pas des infrastructures (laboratoires de recherche marine et équipement) et des ressources humaines et financières propres pouvant permettre la recherche scientifique et la conservation des récifs coralliens à la fin du projet.

Pour pallier à ces lacunes la Direction Nationale de l'Environnement (DNE) a établi un protocole de collaboration avec une ONG nationale l'AIDE (Association d'Intervention pour le Développement et l'Environnement) pour pouvoir pérenniser les acquis du projet.

Ainsi des mesures urgentes doivent être prises pour la protection des récifs notamment:

- la mise en place de corps morts pour l'ancrage sur les sites à coraux fragiles et sensibles telles que les Accropores
- la mise en place de systèmes de lutte contre l'érosion dans certaines régions pour atténuer la sédimentation sur le récif
- la réglementation des techniques de pêche sur les sites vulnérables dans plusieurs secteurs du pays.

Cette ONG est appuyée moralement par la Direction de l'environnement mais le gros problème reste sur les moyens financiers et par un manque de renforcement de capacité

Il serait souhaitable de voir dans quelle stratégie les pays tel que les Comores ayant d'énormes difficultés financières peuvent assurer encore les suivis monitorings ensemble avec les autres pays de la région par l'appui incessant des bailleurs intervenant dans la gestion durable des zones côtières.

3.2. MADAGASCAR

Authors Details; Charlotte Gough, Blue Ventures Conservation, Madagascar
Alasdair Harris, Blue Ventures Conservation, Madagascar

5.2.1 Introduction

Madagascar's coastline spans 14° of latitude from tropical to subtropical waters, harbouring over 2000 km² of coral reefs in widely differing oceanographic settings. The most extensive reefs are found in the northeast, northwest, west and southwest of the country, and together support the highest species richness of corals in the central and western Indian Ocean (Veron and Turak, 2005).

Almost all of the country's accessible reefs are exploited by traditional and artisanal fisheries, which have grown considerably in recent decades as a result of rapidly expanding market demand from fisheries collection enterprises.

In addition to the increasing demand on coral reef resources through the expansion of traditional and industrial fisheries, coastal populations are growing more rapidly than across the country as a whole, with population doubling times of approximately 10-15 years, and women giving birth to an average of 6.3 children in some coastal provinces (MDHS, 2004).

Alongside the negative impacts of unsustainable and largely unmonitored biomass removal, reef degradation is further attributable to the chronic anthropogenic impacts of hyper-sedimentation from fluvial discharge, as well as organic enrichment and pollution of coastal waters. Many reefs in the vicinity of large towns experiencing chronic direct anthropogenic disturbance are in heavily degraded states relative to historical conditions (Harris et al., 2010). Cyclonic activity in Madagascar is high, with severe localised damage to coral reefs occurring on an almost annual basis.

No quantitative data exist to document the responses of coral reefs in the immediate aftermath of the bleaching events that caused devastating mortality to Madagascar's reefs in 1998, 2001 and 2002. However it is likely that fast growing corals, in particular *Acropora*, were particularly heavily impacted by these bleaching events, as was observed at numerous reef monitoring sites elsewhere in the Indo-Pacific (Wilkinson, 2000; Sheppard et al., 2002; McClanahan et al., 2004). A minor bleaching episode was recorded on north eastern reefs in 2005 and more recently severe bleaching affecting up to 35 genera was recorded in 2010 at a number of sites in the southwest, west and north of the country (Benbow et al 2010).

The geographical remoteness and inaccessibility of many of the country's reefs, combined with limited capacity for coral reef research and monitoring, have generally restricted past monitoring efforts to a small number of accessible sites in Madagascar, notably those in the southwest (Andavadoaka, Anakao, Ifaty), north (Nosy Be), and northeast (Masoala, Mananara). However recent years have seen an escalation of field-based marine conservation and coral reef assessment programmes, in line with progressive national priorities implemented by Madagascar's former government for expansion of marine protected area coverage, alongside growing attention from donor and non-governmental organisations to marine research and conservation planning.

Table 1 Table indicating location and Reference for each survey location and reference

Region	Location	Sites	Date	Publication	HCC Range (Max)	HCC Range (Min)	HCC Mean	HCC SE	FB Range (Max)	FB Range (Min)	FB Mean	FB SE
Ile aux Nattes	East	5	2006	Maharavo and Razafininjatovo (2006)	40.00	18.00	33.60	-	510.00	510.00	510.00	192.00

Tanjona	North East	4	2008	Harding and Randriamanantsoa (2008)	N/A	N/A	12.10	1.10	N/A	N/A	585.90	110.50
Cap Masoala	North East	5	2008	Harding and Randriamanantsoa (2008)	N/A	N/A	13.00	1.60	N/A	N/A	475.10	95.70
Tampolo	North East	5	2008	Harding and Randriamanantsoa (2008)	N/A	N/A	24.30	3.50	N/A	N/A	625.60	163.40
Mananara	North East	4	2008	Harding and Randriamanantsoa (2008)	N/A	N/A	13.40	1.70	N/A	N/A	634.00	102.40
Sahamalaza	North West	12	2008	Harding and Randriamanantsoa (2008)	N/A	N/A	16.40	2.50	N/A	N/A	929.00	252.00
Nosy Hara	North West	15	2008	Obura (2009)	52.50	18.00	34.17	4.82	N/A	N/A	N/A	N/A
Befasy	South west	13	2008	Gough et al 2009a	73.63	15.93	34.12	4.28	2,295.05	157.11	788.41	294.67
Ranobe	South west	6	2008	Ory (2008)	59.40	12.00	37.73	6.57	N/A	N/A	N/A	N/A
Androka	South west	12	2009	Gough et al 2009b	66.70	9.72	43.88	4.06	4,602.85	23.58	730.29	186.26
Andavadoaka	South west	12	2009	Harris et al (2009)	53.94	7.55	21.77	2.77	1,765.47	362.69	853.64	197.22
Salary	South west	10	2009	Randriamanantsoa et al (2009)	31.03	12.13	22.66	2.31	4,270.76	855.12	1,875.94	N/A
Toliara	South west	2	2010	Harris et al (2010)	46.67	22.40	34.53	4.59	135.41	60.29	97.85	24.77
Maintirano	West	4	2009	Cripps et al (2009)	59.03	18.47	45.59	3.05	2,270.07	1,329.62	1,701.72	610.53
Belo sur Mer	West	10	2010	Gough et al (2010)	69.38	6.27	29.88	4.14	710.60	93.78	379.46	115.27

At a national level, conservation planning has focused on prioritising areas for reef conservation based on current understanding of reef resilience and vulnerability to climate-related bleaching.

As well as employing GIS-based modelling for national-scale prioritisation (Maina et al., 2008; McClanahan et al., 2009), a number of *in situ* studies have been carried out in recent years with a view to designating high-value coral reef sites and regions for local conservation effort, in terms of both biodiversity and resilience to climate change. These studies have included surveying reefs as part of a number of national and regional monitoring strategies and assessment protocols, including:

- The IUCN Climate Change and Coral Reefs (CCCR) reef resilience assessment protocol carried out at Nosy Hara, Andavadoaka and northeast Madagascar (Obura, 2009)
- Conservation International Rapid Assessment Programme (RAP) surveys carried out in northwest Madagascar between Nosy Iranja and Andranovodronina (McKenna and Allen, 2003; Conservation International, 2010, unpublished data).
- Feasibility studies for proposed marine protected areas carried out by a number of NGOs and national institutions as follows:
 - The fringing reefs of Ile Sainte Marie (eastern Madagascar) (Maharavo and Razafinjatovo, 2006),
 - The fringing reefs of Salary Bay, Ranobe, Andavadoaka and the Anakao-Itampolo region (southwest Madagascar) (Randriamanantsoa et al., 2009; WWF, 2006; Blue Ventures and WWF 2008; Blue Ventures and WWF 2009; Harding et al., 2006; Ory, 2008; Nadon 2007);
 - The coral archipelagos of Belo-sur-Mer and Nosy Barren (western Madagascar), conducted in support of marine protected area feasibility study and development programmes (Cripps et al, 2009a; Cripps et al, 2009b; Gough et al, 2010).
 - The fringing reefs of Sahamalaza, Mananara and Masoala National parks (northern Madagascar) (Harding et al., 2008)

5.2.2 RESULTS AND TRENDS

○ **East**

• **Ile Aux Nattes**

A baseline assessment of the reefs of Ile aux Nattes, lying south of the island of Saint Marie, was conducted by Conservation International (Maharavo et al 2006) to aid in management decisions for sustainable management of marine resources in the region. The study found that survey sites exhibited variable levels of reef health with hard coral cover between 18% on reef flats and 40% on outer reef slopes. Mean fish biomass was moderate to high (510Kg ha⁻¹), although showed high variability between sites (standard error 510Kg ha⁻¹).

○ **Northeast**

▪ **Masoala and Mananara**

Sites in the National Park areas of Masoala (including Tanjona, Cap Masoala and Tampolo) and Mananara were surveyed between 2005 and 2006 as part of a baseline assessment of

marine parks aiming to expand coral reef monitoring in Madagascar (Harding and Randriamantsoa 2008).

Scleractinian coral cover in Masoala in 2006 was variable with total cover ranging from 22.3% at Mananara to 35.1% at Tanjona. The sites surveyed in Tanjona were dominated by soft corals rather than hard benthic groups (Harding and Randriamantsoa 2008).

Fish biomass in 2006 was relative high, at 475–634 kg ha⁻¹. However, observations of low contributions of higher trophic and target fishery species to population composition were considered indicative of disturbance to fish communities .

- **Northwest**

- **Sahamalaza**

The reefs of Sahamalaza were also surveyed in 2006 as part of the Harding and Randriamantsoa (2008) study. The surveyors noted that these sites were highly degraded with hard coral cover at around 16% and the majority of benthic substrate comprising abiotic coral rubble and sand (Harding and Randriamantsoa 2008). *Acropora* spp. were recorded as rare.

Fish biomass estimates were high when compared to other sites in Madagascar, at 929 Kg ha⁻¹, however as on northeast reefs trophic composition of fish populations showed much greater contribution of lower trophic guilds, in particular primary consumers (herbivores comprised 70% of total biomass).

- **Nosy Hara**

The reefs of the Nosy Hara MPA were surveyed in 2008 as part of the *Cordio Climate Change and Coral Reefs* (CCCR) assessments (Obura 2008). Variable levels of live hard coral cover were recorded, between 18 and 52%, with many sites dominated by *Acropora* spp (Obura 2008), a factor that may be indicative of a high degree of ecological resilience to bleaching-related disturbances. However the region also exhibited highly diminished fish communities, with herbivorous fish species dominating community composition.

- **Nosy Be**

A study of the reefs of the island of Nosy Be area was conducted in 2002 (Webster and McMahon, 2002) to assess evidence of impacts of disturbance from the 1998 coral bleaching event. The authors of this study concluded that reefs in the Nosy Be study location were largely unaffected. Hard coral cover ranged between 28% (±5% SE) and 51% (±10% SE) and coral mortality was in the range of 0 to 14%. *Acropora* spp and *Montipora* spp were the dominant coral genera observed, and associated fish communities were diverse with healthy populations of predatory and indicator fish populations (Webster and McMahon, 2002).

- **West**

- **Maintirano**

The reefs of the offshore Barren Island archipelago were surveyed in 2009 as part of an MPA feasibility study (Cripps et al. 2010). Results showed these reefs to be in extremely good condition to a depth of 20 m, with almost all reefs surveyed exhibiting high levels of coral cover (40-60%). The reefs exhibited diverse coral genera with large areas dominated by *Acropora* spp. Fish biomass in the archipelago is high (approximately 1000 Kg ha⁻¹), and notably higher than the Belo sur Mer archipelago (the nearest comparable region surveyed) at which resident migrant fisher populations are currently similar to those in the Barren Islands. Despite this high biomass, trophic guild assessments indicate that these populations are dominated by high levels of herbivorous fish species (60%) and reduced proportions of top level carnivores (<40%), indicative of high levels of exploitation.

▪ ***Belo sur Mer***

Surveys of the Belo sur Mer region in the 1980s described the region's reefs as some of the most spectacular coral ecosystems in Madagascar, making recommendations for establishment of a marine protected area (Salomon, 1980). Subsequent studies carried out in 2009 and 2010 in support of the development of the proposed Kirindy-Mite MPA (Gough et al 2010) showed high levels of habitat degradation to reefs, with live hard coral cover generally <20%. Severe structural damage to coral habitats has been attributed to Cyclone Fanele, that hit the region in January 2009. However, like reefs in other degraded regions of the southwest a number of discrete areas have been identified exhibiting much better health (>60% coral cover) and it is these that have been prioritised for protection in the proposed MPA (Gough et al 2010). Low levels of resident fish biomass of (approximately 100 Kg ha⁻¹), along with low percentage contributions of high trophic guild fish species, indicate that fish populations in this region are also suffering from over-exploitation (Gough et al 2010).

○ **South West**

▪ ***Andavadoaka***

Annual monitoring of reef sites in the Andavadoaka region has been carried out since 2003 at fringing, barrier and patch reef sites experiencing a range of fishing pressures. Most seaward fringing and barrier reefs in this and the broader southwest region have undergone a phase shift from coral to algal-dominated communities. Typical seaward reefs in the region exhibit coral cover < 20%, with high or dominant levels (35-80%) of turf and macro-algae, particularly *Lobophora* spp., *Dictyota* spp., and *Turbinaria* spp.

Coral cover at a number of heavily-fished nearshore sites has remained stable at 5-10% over seven years of monitoring since 2004, showing no trend of recovery. Conversely, total seaweed and algal turf cover has remained high, at 60-80%, showing no evidence of decline.

While Andavadoaka's reefs are of generally poor status, recovery at a number of less-exploited sites has been considerable, with certain sites showing substantial improvement to coral-dominated communities over time. For example, several deep lagoonal patch reef sites in the region of Andavadoaka, all experiencing low fishing effort, have shown a progressive annual increase in coral cover from ~30% to ~70% between 2004 and 2009 (Harris et al, 2009)

Underwater visual surveys have identified that the fish populations on Andavadoaka reefs of Andavadoaka show signs of degradation similar to other moderately exploited reefs in the region (Gillibrand et al 2007). Fish biomass on many sites is relatively low (<300 Kg ha⁻¹) with herbivorous species dominating community composition.

▪ ***Salary***

Surveys of the coral reefs of Salary in 2006 and 2009 showed considerable variability in coral cover between reef areas, with an average of 21% hard coral cover and sites in Andravona exhibiting the highest cover (Randriamanantsoa et al 2009), and coral cover generally increasing with depth (WWF 2006a, Randriamanantsoa et al 2009).

Similarly to other study areas in the South west fish trophic composition assessments indicated pressure on higher trophic guilds from top down exploitation of fisheries.

▪ ***Ranobe***

Recent studies conducted in Ranobe bay suggest that coral cover on these lagoonal patch reefs is variable with some sites exhibiting similar live hard coral cover to the inaccessible patch reefs in Andavadoaka (>50% hard coral cover). Fish populations demonstrate characteristics associated with overexploitation, with low numbers of high level trophic guild species and low trophic species contributing higher percentages to community composition (Ory 2008).

▪ ***Toliara***

Studies conducted on the Toliara's Grand Récif in 2008 and 2010 suggest that the reefs here are in similar stages of degradation to other areas in the southwest region, with hard coral cover in 2008 at all sites being below 20% (Harris et al 2010), and sites in 2010 exhibiting cover values up to 40% (Blue Ventures, unpublished data). Fish communities are very heavily exploited with fish biomass being exceptionally low ($<150 \text{ Kg ha}^{-1}$), and $>60\%$ of the fish communities comprising low trophic guild species (Blue Ventures, unpublished data).

▪ ***Itampolo and Androka***

Studies conducted south of Toliara in the planning and development of the Tsymanapesotse national park marine extension found highly variable levels of live hard coral cover (between 10% and 74%) (WWF 2006b; Gough et al, 2009a; Gough et al, 2009b). Fishing communities in the villages of Ambohibola and Androka Ela commonly collect large live coral colonies (*Porites*, *Montastrea*) from Nosimboro and other local reefs for the construction of tombs (*lolo*, *fasana*) (Figure 1). This activity, which involves the removal of considerable quantities of coral, is likely to be responsible for considerable localised reef damage. This threat to the reefs of this locality has not been documented previously in the region or elsewhere in Madagascar.

Fish diversity and abundance in this region were similar to other areas of Madagascar, however fish biomass on some remoter reefs in the far south showed the highest levels of fish biomass than have been documented to date in Madagascar ($>2000 \text{ kg ha}^{-1}$).



Figure 1 Coral collection for building tombs (*lolo*, *fasana*) in villages south of Toliara

5.2.3 DISCUSSION

Madagascar is the largest island in the Indian Ocean, its reef area far exceeds that of the islands of the mascarene complex combined, and spans over 14 degrees of latitude. This broad latitudinal gradient, combined with widely varying oceanographic, geomorphological and bathymetric regimes, creates huge differences in marine environmental conditions around the country.

While this wide variation in environmental characteristics makes it somewhat specious to draw comparisons between regions and reefs in Madagascar, a number of broad observations and

trends that can be surmised from the diverse coral reef studies that have been conducted over the past decade.

Coral reef condition is highly variable between sites within regions. This can be inferred from the generally high standard error of mean coral cover in each region (3% to 6% SE). Studies conducted across the country show strong indications that the vast majority of reefs in Madagascar are heavily degraded, this is likely to be due to a variety of both broad scale climatic and localised disturbance factors (Harding and Randriamanantsoa 2008; Obura, 2009; Gough et al 2009a; Gough et al 2009b; Harris et al 2010;).

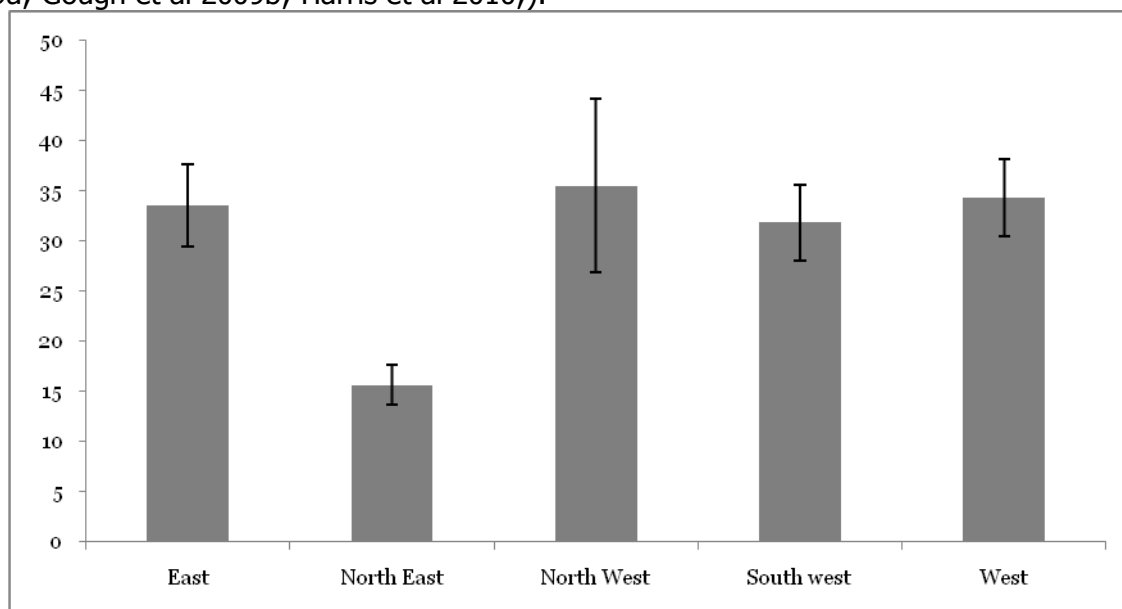


Figure 2 Regional Hard Coral Cover for Madagascar (Data for each area taken from the following publications - East; Maharavo et al 2006, North East; Harding and Randriamanantsoa 2008, North West; Harding and Randriamanantsoa 2008, Obura 2009, South west; Gough et al 2009a, Gough et al 2009b, Harris et al 2010, Harris et al 2009, Ory (2008) and Randriamanantsoa et al 2009, and West; Cripps et al 2009, Gough et al 2010)

While some areas are showing signs of resilience and substantial recovery, particularly in deeper, more remote or inaccessible regions such as the reefs in the far north and south of Toliara province (Harris et al 2010; Gough et al 2009a; Gough et al 2009b), many other areas reef regions appear to have undergone phase shifts to stable lower energy algal-dominated states (Harris et al 2010; Obura 2009).

Biomass of resident fish communities is also highly variable throughout the country (24Kg ha⁻¹ ±8SE in the region south of Toliara to over 2000 Kg ha⁻¹ in Maintirano and areas south of Toliara) (Gough et al 2009a; Gough et al 2009b and Cripps et al 2009). While some remoter areas have very high levels of fish biomass relative to other areas of East Africa and the western Indian Ocean island states (McClanahan 2006; Graham et al 2006), fish populations in other regions are clearly very depleted, particularly in the vicinity of large urban populations or where fishing pressure is extremely high (Harris et al 2010; Gough et al 2010).

All documented reef fish populations appear to be exhibiting noticeable signs of exploitation through overfishing. Results show a consistent distortion from the natural order of trophic dominance from high levels of piscivorous and carnivorous species to a dominance by primary consumers (herbivores and detritivores) (Gough et al 2009a; Gough et al 2009b; Harris et al 2010; Obura 2009), a phenomenon often referred to as 'fishing down marine food webs' (Pauly et al 1998) or 'trophic cascades' (Coleman and Williams 2002).

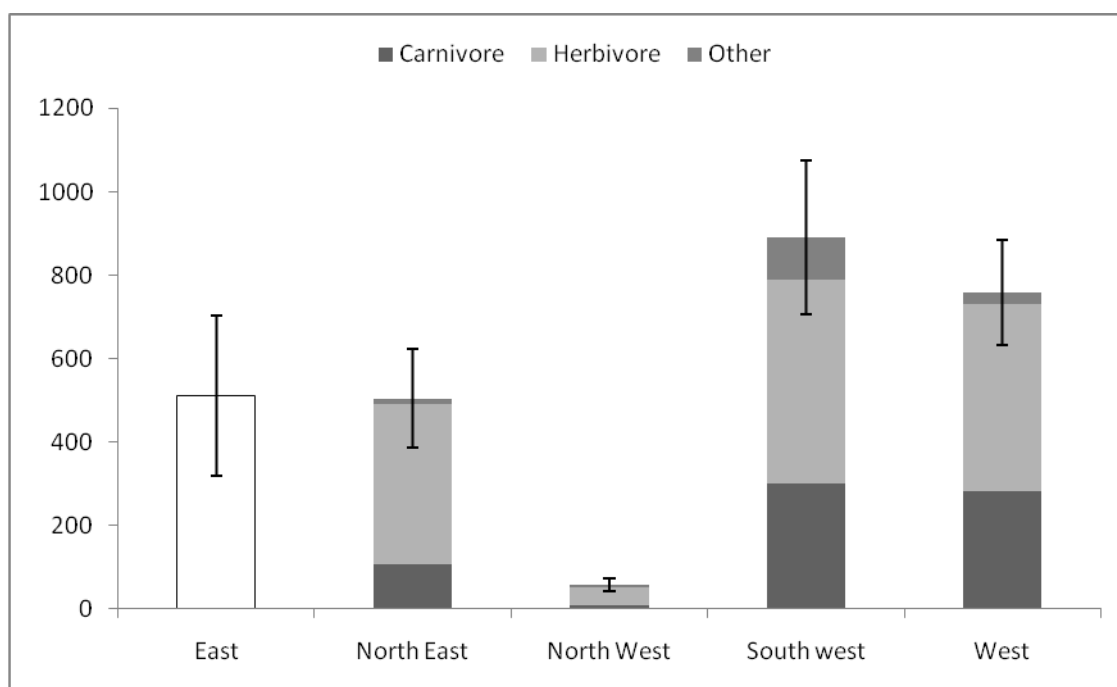


Figure 3 Estimates of Reef fish biomass (Kg ha^{-1}) with trophic guild composition (Data for each area taken from the following publications - East; Maharavo et al 2006 (trophic level data not available), North East; Harding and Randriamanantsoa 2008, North West; Harding and Randriamanantsoa 2008, Obura 2009, South west; Gough et al 2009a, Gough et al 2009b, Harris et al 2010, Harris et al 2009, Ory (2008) and Randriamanantsoa et al 2009, and West; Cripps et al 2009, Gough et al 2010)

Despite the recent expansion in the geographical scope of coral reef surveying, there has been negligible coordination of research effort, and there is currently no national strategy for reef monitoring in Madagascar. Long-term monitoring of temporal changes in reef health is maintained at very few sites which do not represent the high diversity of reef environments in Madagascar. Broad areas of coral reef habitat remain largely unexplored, notably the large offshore western reef system between the Barren islands and Nosy Be.

5.3 MAURICE

National Report MAURITIUS Coral Reef Monitoring Network



July 2010

5.3.1 Introduction

Mauritius has a coastline of 200 km with 243 km² of lagoon area enclosed by 150 km of fringing reef almost completely surrounding the island, except at major river mouths and on the south and west coasts. Mauritius has a rich coral diversity with 159 hard coral species in 43 genera till date. There are variations in the coral cover both in the back reef and fore reef stations. The natural threats to corals are cyclones, algal blooms, coral bleaching and anthropogenic threats are land-based sources of sedimentation and anchor damage. Coral bleaching in the past and in 2009 has affected some corals; however, the reefs have since recovered with some mortality. New recruits are increasing, especially on the reef slopes. The fore reef sites are dominated by encrusting corals that undergo less bleaching and recuperate almost completely compared to the back reef sites where tabular and branching corals are dominant. The percentages of algae correspond to seasonal fluctuations. At most of the sites, predators are absent showing signs of fishing impacts. Soft corals are observed in the fore reef sites and other colonial animals such as zooanthids are rarely observed. The physical, chemical and bacteriological parameters of the waters are within the Coastal Water Quality Guidelines at all sites.

5.3.2 Trend in coral cover in Mauritius

The selected monitoring sites include 13 back reef, 5 fore reef and 5 shore reef stations. In general, at all the stations, the coral cover has decreased during the past years mainly due to factors like coral bleaching and excessive growth of algae due to increased sea water temperatures in the summer period and sedimentation from land based sources could have exacerbated the situation also.

Back reef

During the years, it has been observed that in the 13 back reef stations, the coral cover has decreased gradually. In the control site of Ile aux Benitiers, 72% corals was observed in 2002 and after the bleaching event in 2003/2004, the coral cover stood at 7% in 2005. In 2009, only

3% of live coral cover was observed. Table corals which were a majority at this station died in the 2003 bleaching event and has not recuperated.

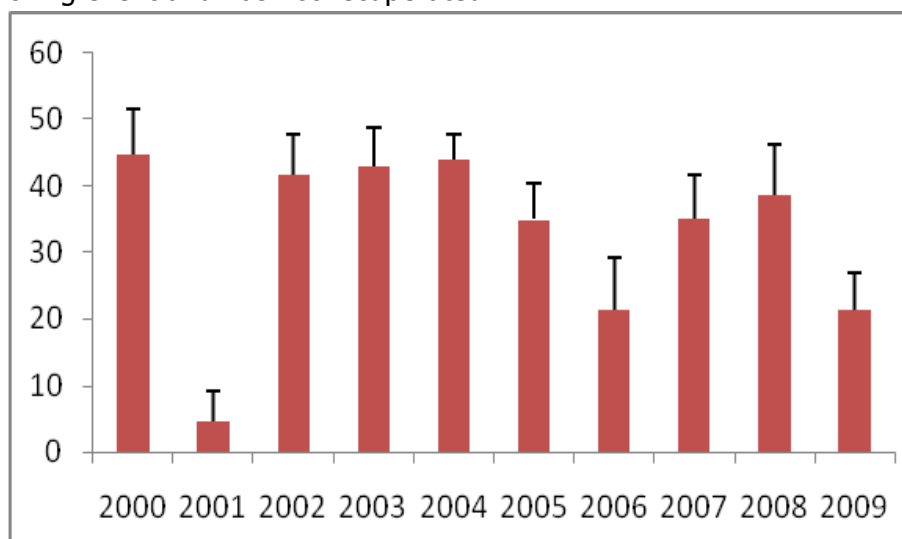


Fig 1 : Percentage cover (mean) at the back reef sites

Albion had 53% coral cover in 2002. By 2009 it had only 1% coral cover. This may be due to sedimentation (runoff from the land) and coral bleaching which causes mortality of branching corals. It is also to be noted that the back reef sites at Trou aux Biches, Bambous virieux and Belle Mare have shown good resilience to coral bleaching and the live coral cover at these sites is satisfactory. Belle Mare which has beautiful tabular and branching corals has been affected by mass bleaching in 2004 and 2009 but with good recovery rate. In 2004, the coral cover was 51% and in 2009 the coral cover has remained stable at 50%. The overall mean percentage of live coral cover recorded at the back reef sites for the past 10 years is 32.9%. (see fig 1, 2000-2009).

Note : In the years 2001 and 2006, many stations were not monitored and hence the coral cover does not reflect the mean levels in the fig. 1 and fig. 2.

Fore reef

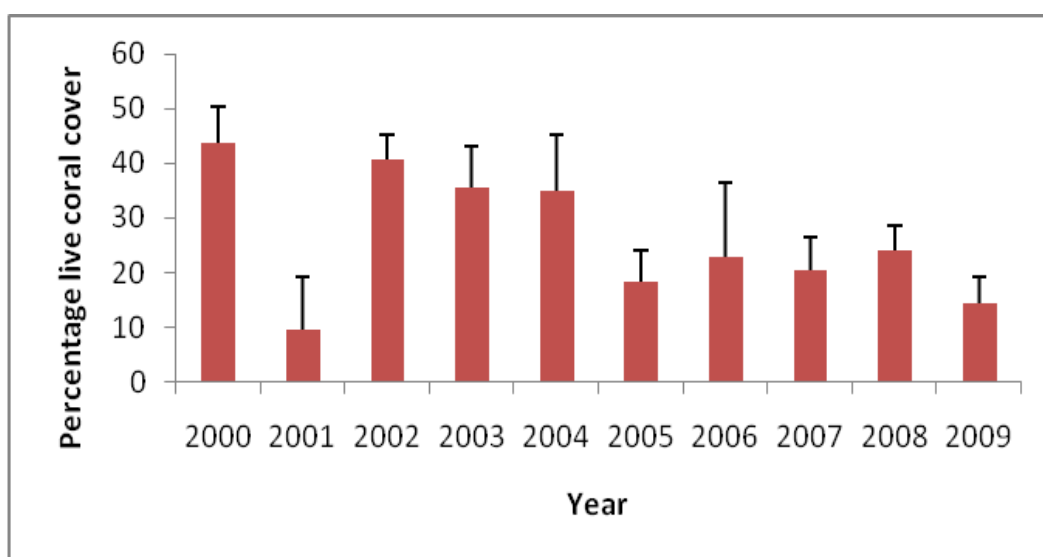


Fig 2 : Percentage cover (mean) at the fore reef sites

The five fore reef sites have also shown a gradual decrease in coral cover which may be attributed to a combination of factors like coral bleaching and sedimentation. Unlike the back reef, soft corals are commonly observed in the fore reef. The mean percentage of live coral cover recorded at the fore reef sites for the past 10 years is 26.4% (see fig 2, 2000-2009).

5.3.3 Reef Fish

Pomacentrids were abundantly recorded at all the stations monitored with values ranging from 2 to 1200 at certain stations. The species encountered were mainly *Stegastes spp*, *Dascyllus aruanus*, *Chrysiptera annulata*, *Chromis viridis*, *Abudefduf sexfasciatus*, *A. sparoides* and *Pomacentrus coeruleus*.

Chaetodontids were recorded sparsely at both the back and fore reef stations with high live coral cover. The species mainly encountered were *Chaetodon trifascialis*, *C. trifasciatus*, *C. Vagabundus*, *C. lunula* and *C. lineolatus*. Schools of acanthurids, especially species, *Acanthurus triostegus* were encountered at station II of Belle Mare. Fish from the family *Labridae* commonly noted at most of the stations were *Thalasoma genivittatum*, *T. hardwicke*, *Halichoeres hortulanus* and *H. scapularis*. The scarids were represented by species *Scarus ghoban*, *scarus scaber* and *Chlorurus sordidus*. The family Serranidae was the least represented among the fish families with species *Epinephelus merra* being commonly encountered. The top predators were seldom sighted at the stations monitored and reflect the effects of overfishing.

5.3.4 Marine invertebrates (sea urchins and sea cucumbers)

The echinoids were mainly represented by the species *Echinometra mathaei*, *Tripneustes gratilla*, *Diadema sp.* and *Echinostrephus molaris*. *E. mathaei* were mostly recorded in degraded reef areas and occurred almost as population outbreaks at Pointe aux Sables and Albion back reef stations. The dominant echinoids at the fore reef stations namely at Albion, Ile aux Benitiers and Pointe aux Sables were *Echinostrephus molaris* found burrowed in the limestone rock.

The holothurians were represented by two species including *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* mainly in the shallow lagoons at the back reefs stations. In order to allow the stock of the holothurians to replenish a closed season for the sea cucumber fishery has been introduced since October 2009 for a period of two years.

5.3.5 Coral bleaching and algal bloom

The coral bleaching phenomenon was observed in the patch reefs around Mauritius in 2009. The branching and tabular corals were mostly affected in the back reef and massive corals were affected in the fore reef. The sites Belle Mare, Bel Ombre and Anse la Raie were surveyed to assess the bleaching event and the bleaching ranged between 2- 33% totally bleached corals and 6-19% partly bleached during the surveys. The Blue Bay Marine Park had 11.4% totally bleached and 31.9 % partly bleached corals while the Balaclava Marine Park had 2.73% totally bleached and 39.35% partly bleached corals. The sea surface temperature (SST) recorded was more than 30.5° C at most of the sites surveyed in March- April 2009 and with the advent of winter, the follow-up surveys in Aug-Sept showed that most of the bleached corals had recuperated but a few had died.

In January 2009, cases of fish mortality were reported in the lagoon of Poudre d'Or in the North. The sea surface temperature (SST) recorded in the lagoon was more than 30° C. The increase in the SST resulted in a bloom of micro-algae that caused oxygen depletion which led to mass fish mortality in the region. The collapse of the micro- algal bloom also caused the mass mortality of coral reefs in the shallow regions which were covered by a coating of decaying filamentous brown algae.

3.3.6 Coral farming

A Coral Farming Project was started in October 2008 and the main objective of the project was to farm corals in the lagoon of Albion using simple inexpensive structures. Coral fragments from different species were placed on the tables (see fig.3) and were observed on a monthly basis to note the growth and status of the coral fragments till December 2009. Species like *Galaxea*, *Pocillopora*, *Porites* showed good growth and resistance to bleaching. *Acropora* had good growth but was less resistant to coral bleaching. The farmed corals can help in rehabilitation of degraded coral reef areas.



Fig. 3: Coral fragments being farmed in the lagoon of Albion

3.3.7 Coastal water quality

Chemical parameters:

The long-term monitoring of coastal water quality started in 1991 and it includes the study of physico-chemical parameters at 23 established sites around the island, heavy metals at 8 major estuaries and coliform bacteria at 13 selected public beaches to allow safeguarding public users from health hazards. The 23 established sites for physico-chemical parameters also include the 3 major sea outfalls namely; Baie du Tombeau, Montagne Jacquot and Pointe Moyenne. With the construction of the long sea outfalls, the sea water quality in the lagoon of Pointe aux Sables to Baie du Tombeau in the NorthWestern region is showing signs of improvement. In general, the water quality around the island complies within the *CWQG limits* and is good showing that the natural purification system and flushing are efficient to maintain the water quality.

Total and Faecal Coliform

The island-wide monitoring of the levels of total coliform (TC) and faecal coliform (FC) in seawater at selected public beaches is carried out monthly at selected public beaches and the

Blue Bay and Balaclava Marine Parks are sampled bi-annually. The results for the water analyses show that the levels of TC and FC at the monitoring sites and the two marine parks were within the *CWQG* limits for primary contact.

Marine Protected Areas

The Fisheries Division has proclaimed six fishing reserves and two marine parks, namely Balaclava (485ha) and Blue Bay (353ha). Measures for more effective protection, conservation and management of Marine Protected Areas (MPAs) are now prescribed in Regulations promulgated under the Fisheries and Marine Resources Act 2007. The Blue Bay Marine Park was officially designated a Wetland of International Importance in January 2008 and included in the List of Wetlands of International Importance established under Article 2.1 of the Ramsar Convention on Wetlands. Coral reef monitoring is regularly carried out at both the marine parks. In 2009, a complete biological inventory of the Balaclava Marine Park was carried out under a project funded by the Indian Ocean Commission (IOC) – Network of Marine Protected Areas of the IOC Countries (2006-2010). The Ministry of Fisheries and Rodrigues, participated in the project on Network of Marine Protected Areas of the IOC Countries (2006-2010) and the UNDP funded project on Partnerships for MPAs in Mauritius and Rodrigues.

3.3.8 Measures taken for the conservation of coral reefs:

The Fisheries and Marine Resources Act 2007 (amended) is the legal framework and management tool for the conservation and protection of our marine living resources. The Ministry of Fisheries and Rodrigues has taken various measures for the protection, conservation and management of coral reefs.

1. Proclamation of Marine Protected Areas
2. Prohibition of fishing by certain fishing gears in specified areas and during specified periods.
3. Controlling the import, export and removal of shells and sale of corals.
4. Prohibition of the removal of corals except for scientific purposes.
5. Fish Aggregating Devices have been installed around Mauritius and Rodrigues to allow lagoon fishers to fish off lagoon and reduce fishing pressure in the lagoon.
6. A closed season for net fishing exists and the use of cast nets has been banned except for collection of baits.
7. In addition, sand mining from the lagoon has been prohibited as from 1st October 2001.

3.3.9 Contribution of NGO's:

Mauritius Marine Conservation Society (MMCS):

Under the project "Sustainable Management of Marine Resources- Cetaceans and Reefs of Mauritius", funded by the TOTAL Foundation from 2007 to 2010, a study on coral reefs was carried out in the west coast of Mauritius from Albion to Le Morne. The main objective was to identify **(i)** global health and status of reefs to focus where management/conservation is required and **(ii)** sites that have specific ecological and touristic interest with special focus to deploy permanent mooring buoys. 24 stations were established in the fore reef and the average live coral cover of the outer slopes has been observed to be 23,6±12,4%. This was carried out

with the expertise of ARVAM, Reunion. Two of these stations will be monitored henceforth by the AFRC.

3.3.10 Acknowledgements:

Mauritius

Sincere thanks to the team of divers of the Ecology section namely Messrs. V.Mangar, S.Conhye, V.Munbodhe, V.Bookun and K.Mungry for their assistance during the field surveys and the input of data and the Chemistry section for the results of the water analyses. We acknowledge the continued support from COI and RECOMAP for funding the focal points network meeting and the COREMO III training under the project. We also convey our special thanks to the administration of the Ministry of Fisheries and Rodrigues and the continued support from the Director, Mr. M.Munbodh, Principal Fisheries Officer, Mrs.S.Rathacharen and Divisional Scientific Officer, Mrs. M. Hurbungs.

Focal Point Contact: Meera S.Koonjul

Email: mkoonjul@mail.gov.mu

Organisation: Albion Fisheries Research Centre, Ministry of Fisheries and Rodrigue

3.3.11 RODRIGUES (MAURICE)

3.3.11.1 Introduction

Rodrigues is a subtropical island surrounded by a fully developed asymmetrical peripheral fringing reef system, forming an almost uninterrupted band around the island measuring approximately 90 km in length. The reef itself encloses a lagoon with an average depth less than 2.0 m, and a surface area in excess of 240 km², i.e. approximately twice the surface area of the island itself. Substrates vary considerably from soft muddy sediment in the near shore from terrestrial input to consolidated substrates on the reef flats and slopes.

Rodriguan reefs consist mainly of scleractinian corals, with *Acropora* spp. dominant on both the reef flat and reef slope, consolidated by and often growing on a coralline algae platform. 140 species of coral were recorded in Rodrigues during the first Marine Biodiversity Workshop held in September 2001, of which 25 were *Acropora* spp. (*Shoals of Capricorn Programme*, 2002). Only one endemic, *Acropora rodriguensis* has been catalogued so far. The coral cover on the Rodriguan reef is relatively good, due to its distance to the coast that affords a degree of protection from anthropogenic stresses such as pollution and physical contact. The reef flats are generally more degraded than the reef slopes as they are more exposed to fishing activity, notably trampling by octopus and line fishers, (Clark, 2001) and damage from fishing boat driving poles. Closer reef flats are often littered with fishing lines, ropes, netting, disused anchors, harpoons, and old broken fish traps. The reef flats moreover are more vulnerable to bleaching events (Hardman *et al.*, 2004), and possibly to nutrient enrichment.

In order to evaluate temporal changes in the health of the coral reef and the populations of fish and invertebrates that it supports, monitoring activities have been carried out since 2002. During the previous 6 years that the current coral reef monitoring programme has been run, sampling took place in summer and again in winter. Results of these 6 years showed no significant difference in live coral cover between seasons. As such it was decided sampling could safely be limited to once a year. This would save both human and financial resources, yet still allow the detection of degradation and decline in live coral cover. Conand *et al.*, (1997) suggest that if sampling is to take place once a year, it should be undertaken in the month of December to harmonise regional and national comparative studies. Surveys are carried out at 5 reef flat and 6 reef slope sites, using the global coral reef monitoring network (GCRMN) methodology. This method quantitatively assesses benthic composition along ($n=3$) permanent 20 m line intercept transects (LIT), fish and invertebrate species and numbers along ($n=3$) 5 m wide belt transects, measuring 50 m and 20 m respectively. Sites are situated both within and outside of the four northern marine reserves.

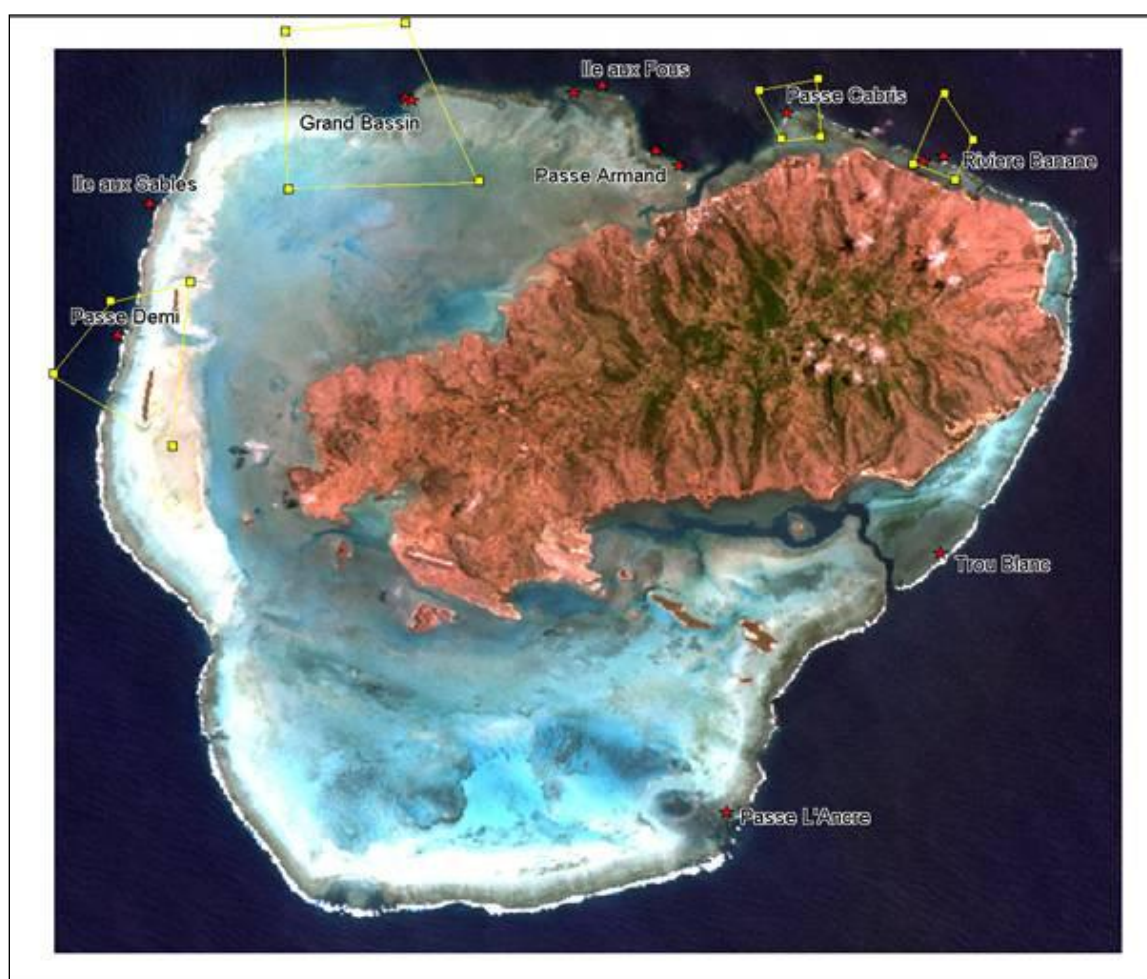


Figure 1: The location of reef flat and reef slope monitoring sites around Rodrigues and the position of the four gazetted northern marine reserves.

RESULTS AND TRENDS

As in the previous surveys, in 2008, the percentage cover of live hard coral on the reef slopes was higher than that of the reef flats, with a ratio close to 2.5 to 1. Lynch *et al.* (2003) suggest this difference in cover is probably due to the greater effect of hydrodynamic forces, during storms, upon the reef flat as opposed to the reef slope which is afforded protection by virtue of depth. Additionally, reef flats are also more susceptible to bleaching due to their proximity to the sea surface which exposes them to higher temperatures in summer as well as greater exposure to solar radiation which can lead to mortality events. Anthropogenic factors such as trampling by fishers, destructive octopus fishing and boat damage from driving poles are also important and are likely to decrease live hard coral on the flats.

Live hard coral cover on the reef slopes surveyed was on average higher in 2008 than in 2007, indicating an apparent improvement in health of the Rodriguan reef slope zone, see **Figure 28**, however, as seen from the standard error bars, there has not been a significant overall change in mean coral cover since 2003.

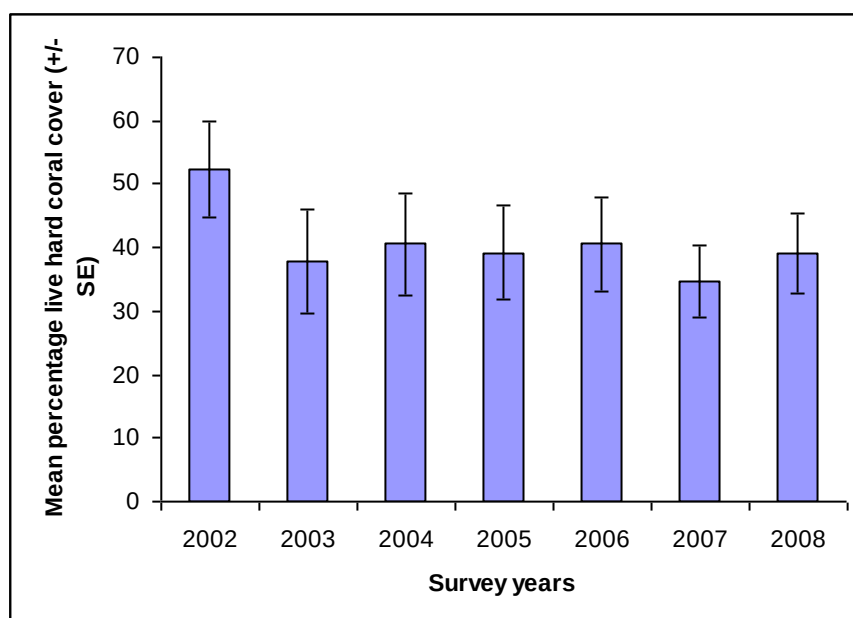


Figure 28 Percentage mean live hard coral cover of the 6 reef slope sites surveyed between 2002 and 2008.

Looking at sites individually, variation has occurred. While four out of the six reef sloped have seen a rise in live hard coral cover, from 2007, notably Passe Armand (+12.3%), Grand Bassin (+9.1%), Ile aux Fous (+7.1%) and Passe Demie (+1.8%), in contrast, Rivière Banane (-3.8%) and north of Ile aux Sables (-0.9) recorded a fall, see **Figure 29**.

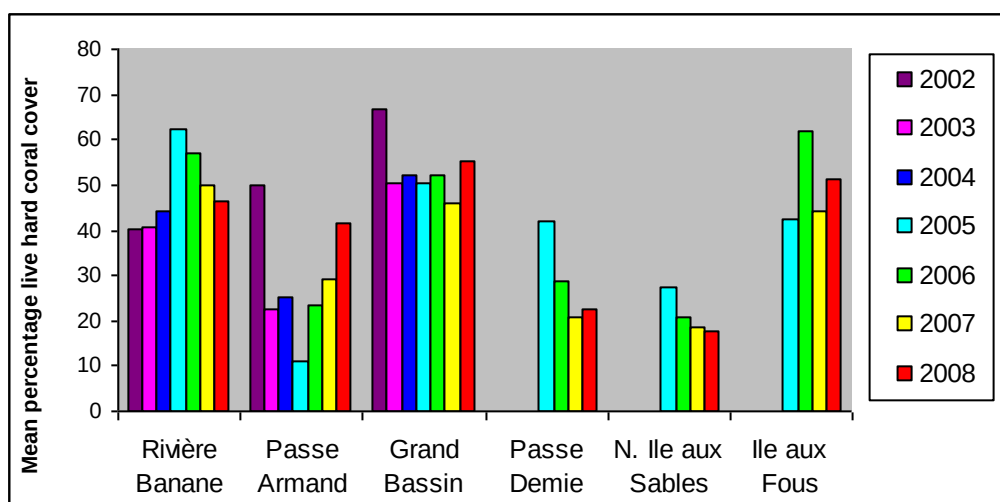


Figure 29 Individual changes in percentage mean live hard coral cover at each reef slope site between 2002 and 2008.

Mean live hard coral cover at Rivière Banane, has been declining continuously since 2005, with no observed rise in rubble. The decline in coral has been accompanied by a rise in mean percentage of turf algae cover; see **Figure 30**, indicating a possible beginning in shift from a coralline to algal stable phase. A number of explanations can be considered to explain this fall in coral and rise in turf cover, as such, coral recruitment and growth are known to be limited by algal growth and nutrient levels (Silverman *et al.*, 2007; Birrell *et al.*, 2008). Due to its proximity to the shore (400 m) changes in benthic composition on the reef slope at Rivière Banane may be a result of herbivore overfishing, coupled with a likely increase in nutrient levels linked with agricultural activity in the Rivière Banane valley. Herbivore exclusion/nutrient enrichment experiments, for e.g. Burkepile and Hay (2006) suggest herbivore removal has a greater effect on algal presence than nutrient enrichment, regardless of nutrient levels, giving more weight to the argument of overfishing taking place at the site. Results of the fish survey undertaken on the Rivière Banane reef slope confirm a decline in the predominant herbivores recorded, notably Acanthuridae and certain Pomacentridae. Note Acanthuridae numbers have saw-toothed over the past 4 years indicating the occurrence of schooling during some surveys rather than an absolute decline in numbers over time.

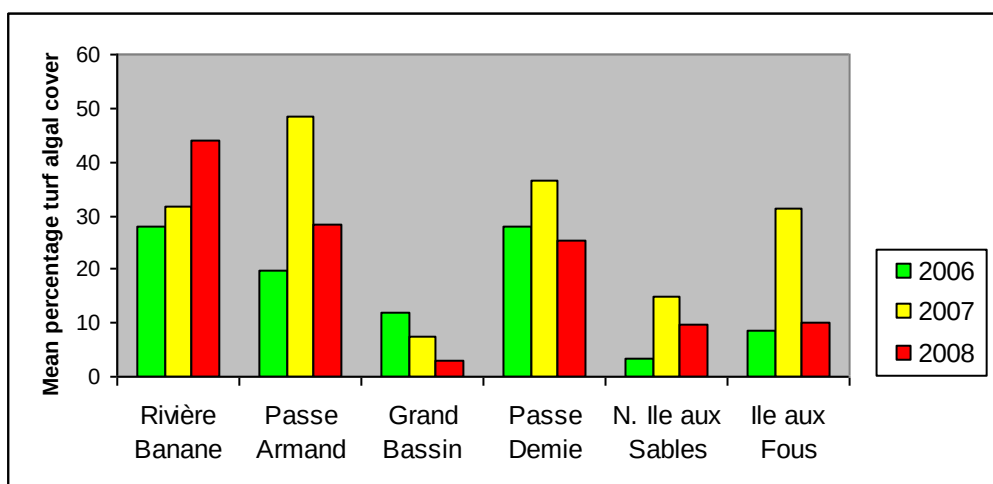


Figure 30 Variations in mean turf algal cover since 2006 at the six reef slope sites surveyed.

The reef slope north of l'Ile aux Sables has also experienced a continuous decline in live hard coral cover since 2005, see **Figure 29**. Turf algal cover has been variable over the years and remained at low levels (<20%) compared to the other sites assessed. This reduction in coral

cover may be due to the lack of recovery after storm/bleaching events and the reduced recruitment noted by Hardman *et al.* (2007). The observed decrease in Pomacentridae, Acanthuridae and Labridae numbers between 2007 and 2008 may be linked with the decline in live coral cover, as these organisms are dependent on the reef coral both for shelter and food.

Live hard coral cover at Passe Demie has also been following a declining trend, since surveys began there in 2005, albeit with a small rise between the last two years. Turf algal cover has been variable and in terms of the fish present, Serranidae, Pomacentridae, Acanthuridae, and Labridae numbers have decreased since the last fish survey. In contrast, Chaetodontidae, Scaridae and Lethrinidae numbers have increased, possibly suggesting fish movement or overfishing with niche appropriation by other species. Few macro-invertebrates were recorded at Passe Demie; note the absence of bio-eroding *Echinometra mathaei*.

According to result of the previous 4 years of surveys, Passe Armand has experienced a annual rise in hard coral, however fish presence has declined almost probably due to overfishing. As such Acanthuridae and Pomacentridae have decreased together with members of the Lethrinidae family which have fluctuated considerably between years.

Total live hard coral cover on the reef flats surveyed was found to be on average the same in 2007 and 2008, indicating an apparent stability in reef health. Note that while live hard coral cover increased by 7.9% at Passe Armand, it fell by 1.8% at Passe Cabris, see **Figure 31**.

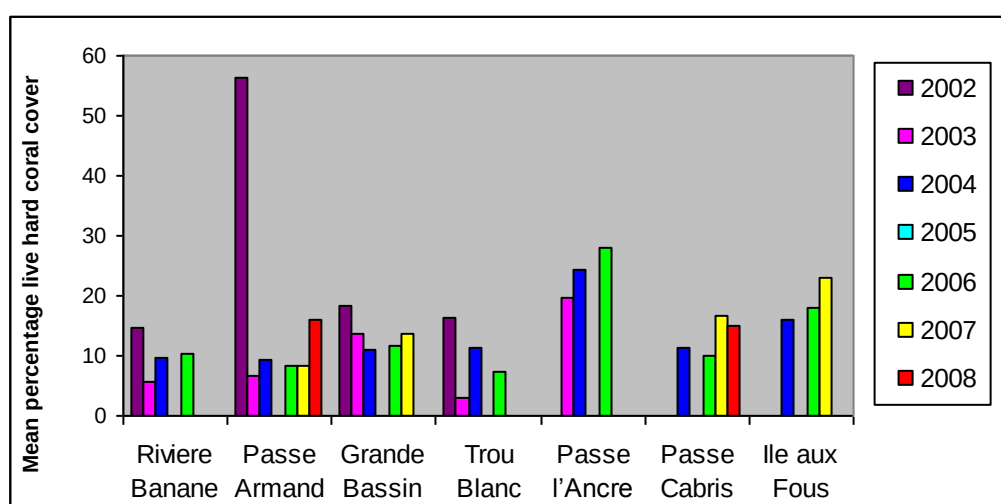


Figure 31 Changes in percentage mean live hard coral cover at each reef flat site between summers 2002 and 2008.

Elevated temperatures caused severe bleaching on the reef flats in 2005, and while reef recovery in Rodrigues is thought to be hampered by poor larval recruitment, the rise in coral cover at Passe Armand may be due to growth of the fast growing branching Acroporids that dominate this reef as well as the large drop in the density of bio-eroding *Echinometra mathaei* from 603.3 to 278.3 per 250 m² belt transect. In terms of fish present, the most important change has been a reduction in Acanthuridae numbers, a possible indicator of overfishing.

Passe Cabris on the other hand has only seen a small reduction in live coral; however, this site is dominated by slower growing, storm resistant *Porites* and *Montipora* spp. possibly explaining why cover is stable. Passe Cabris was dominated by members of the Acanthuridae family and these appear to be on the rise when compared to previous surveys. Piscivorous *Lethrinus nebulosus* were also observed at Passe Cabris suggesting a healthy food chain at the site, however numbers were low and their presence may be due to chance rather than an improvement in reef health considering the site is constantly fished. Carangidae, Lutjanidae and Scaridae were not recorded.

Invertebrate diversity was higher than on the reef slopes and the number of bio-eroding *Echinometra mathaei* was down compared to the previous year.

With the demarcation of the four northern reserves, if enforcement and compliance are maintained, the number and diversity of commercially targeted fish is expected to rise during the course of the following years. Similarly, structural damage to the coral reef should stabilise as less fishers trample the substrate and the ratio of live hard coral cover on the reef slope to the reef flat should decrease with time as coral colonies expand. Ongoing monitoring of the reef slope and flat both within and outside of reserves will allow a scientifically robust assessment of improvement in the reserves, and provide evidence to show the potential of developing additional marine reserves.

3.4 LA REUNION

3.4.11 Introduction

L'île de la Réunion est bordée sur sa côte ouest et sud par des récifs coralliens. Sièges d'une biodiversité remarquable (plus de 3500 espèces), ces récifs constituent des patrimoines naturels, paysagers et culturels qui contribuent au bien être de la population réunionnaise et des visiteurs occasionnels.

Afin de concilier les activités humaines et la préservation des récifs, en février 2007, une Réserve Naturelle Marine est créée. Elle s'étend sur 40 km de côtes du Cap La Houssaye à Saint-Paul, à la Roche aux oiseaux à l'Etang Salé et s'articule autour de trois types de zones : périmètre général, protection renforcée (45%) et protection intégrale (5%). Un **Groupeement d'Intérêt Public (GIP RNMR)** a été créée en 2008 afin de gérer la Réserve, il remplace l'Association Parc Marin de La Réunion dans ses missions de surveillance, d'éducation ou de suivis environnementaux.

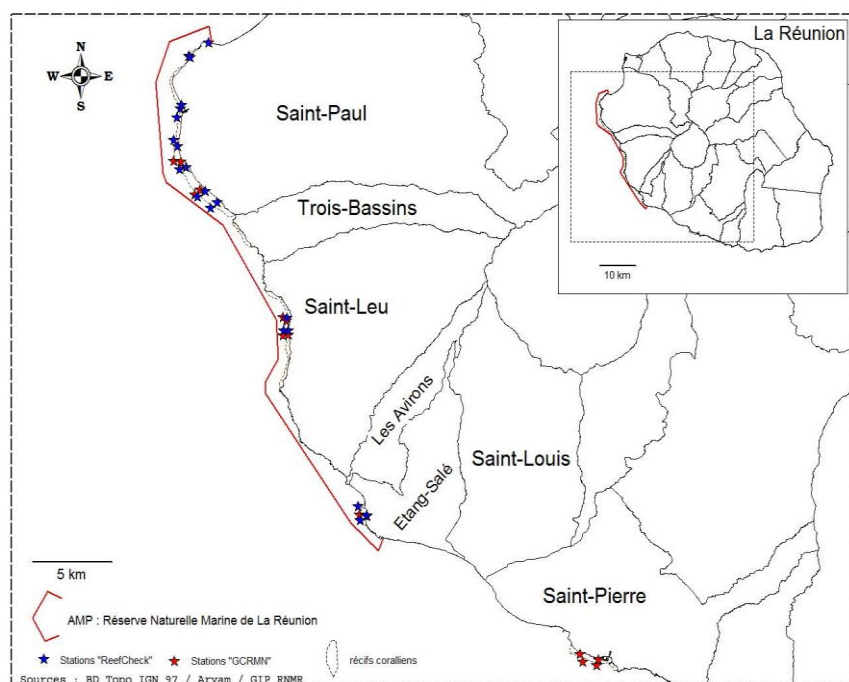
Le suivi de l'état de santé des récifs coralliens est réalisé sur **31 stations** (14 stations GCRMN et 17 stations Reef Check), 27 sont au sein la **Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR)** et 4, en dehors, sur le secteur de Saint-Pierre. Toutes ces stations sont suivies une fois par an et généralement en été.

Les protocoles et la localisation des stations

Deux protocoles sont utilisés avec des niveaux d'expertises différents :

- **Le « GCRMN » (niveau « expert ») : 14 stations sont réparties sur 4 secteurs**, 3 au sein de la Réserve Marine (Saint-Gilles, Saint-Leu et Etang-Salé) et un secteur (Saint-Pierre) hors RNMR. Ces suivis sont organisés par le **GIP Réserve Nationale Marine de La Réunion**. Suivis initialement réalisés par les scientifiques d'ECOMAR et de l'ARVAM (entre 1998 et 2000), ils sont depuis 2001, essentiellement réalisés par les agents de l'Association « Parc Marin de La Réunion » et depuis 2008 par le GIP RNMR. Des scientifiques de l'IRD et d'ECOMAR y participent aussi régulièrement.

- **Le « Reef Check » (niveau « intermédiaire ») : 17 stations réparties sur 3 secteurs** : Saint-Gilles, Saint-Leu et Etang-Salé (10 sont en pentes externes et 7 sur les platiers coralliens) toutes sont au sein de la RNMR. Ces suivis sont organisés par **l'ARVAM** et réalisés, depuis 2003, avec l'aide de volontaires bénévoles (clubs de plongée, surfeurs, lycéens, hôtels..).



Carte 1 : Position des stations du suivi de l'état de santé des récifs coralliens à La Réunion

3.4.2) Evolution du recouvrement du benthos (Suivi GCRMN « Expert »)

Il y a 7 stations réparties sur 4 secteurs, elles sont expertisées chaque année en été (de janvier à mai) dans le cadre de ces suivis. Ils ont débutés en 1998 sur le secteur de l'Ermitage-La Saline puis se sont étendus au fil des années sur les autres secteurs. Deux types de faciès coralliens sont représentés :

- Deux stations sont caractéristiques de zones perturbées du récif, les peuplements coralliens sont à dominance de coraux sub-massifs (*Porites (synarea) rus et/ou Montipora circumvallata*) : Planch'Alizés PL et Alizés Plages PL.
- Cinq stations sont caractéristiques de zones saines du récif ou les coraux branchus ou digités (*Acropora spp*) ainsi que les formes massives (*Porites lutea*) sont dominantes.

3.4.2.1) Le secteur de Saint Gilles / La Saline

3.4.2.1.1) La station platier de « Trois-Chameaux » (en zone de protection intégrale de la RNMR)

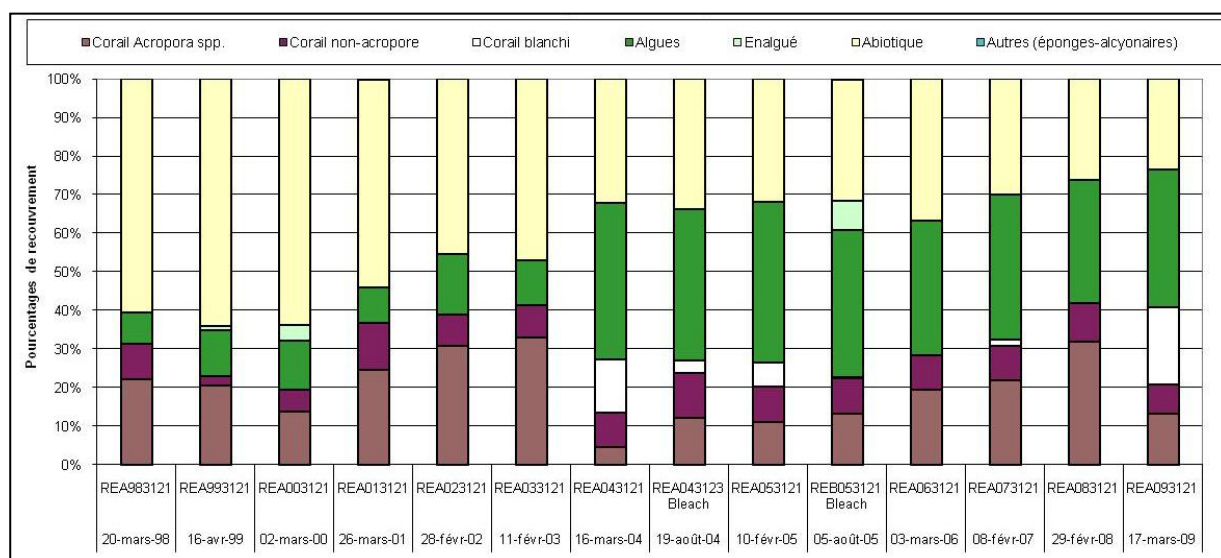


Figure 1 : Evolution du recouvrement benthique sur la station platier « Trois-Chameaux » (de 1998 à 2009)

« Trois Chameaux-Platier » est caractérisée par un recouvrement corallien de 40%. Les peuplements coralliens sont **dominés par une espèce d'acropore branchu (*Acropora muricata*)**. Cette espèce représente plus des $\frac{3}{4}$ des recouvrements coralliens de la station. Des variations importantes des taux de recouvrements coralliens sont observées depuis 12 ans, avec l'alternance d'épisodes d'enalguement et de reprise de la vitalité des coraux branchus.

En 2009, le **taux de recouvrement en coraux vivants est de 41%**, ce taux est similaire à celui observé en 2008. Entre 2003 et 2004, un phénomène de mortalité corallienne a été observé, réduisant d'un quart la proportion en coraux vivants sur cette station (41% en 2003, 27% en 2004). La couverture algale avait aussi fortement augmentée (12% en 2003, 41 % en 2004). Ce taux de recouvrement algal est d'environ 40% depuis 2004. On constate cependant

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>muricata</i>	77,0%
<i>Acropora</i>	<i>digitifera</i>	2,6%
<i>Acropora</i>	<i>spp.</i>	1,2%
<i>Montipora</i>	<i>circumvallata</i>	12,0%
<i>Pavona</i>	<i>cactus</i>	1,0%
<i>Pavona</i>	<i>divaricata</i>	2,6%
<i>Pocillopora</i>	<i>damicornis</i>	3,1%
<i>Millepora</i>	<i>spp.</i>	0,4%

en 2006, une augmentation du recouvrement corallien qui depuis 2008, ce sont stabilisés autour de 40 % de coraux vivants (taux observés entre 2001 et 2003).

Concernant le blanchissement corallien, les suivis montrent que ce phénomène a affecté les peuplements durant 4 années. De manière significative en 2004 (51% de coraux blancs *, en 2005 (24% de coraux blancs *), en 2009 (49% de coraux blancs *) et très peu observé en 2007 (5% de coraux blancs *).

En 2009, près de la moitié des colonies a blanchi (uniquement l'espèce *Acropora muricata*). Cependant le suivi réalisé en 2010 met en évidence **une bonne reprise de croissance des coraux ce qui montre les capacités de résilience des coraux de ce site** (pas de mortalités significatives des colonies car en 2010, il y a 43% de coraux vivants).

*rapport au total des coraux vivants sur cette station

3.4.2.1.2) La station platier de « Planch'Alizés » (en zone de protection renforcée de la RNMR avec certaines pratiques de pêches traditionnelles autorisées)

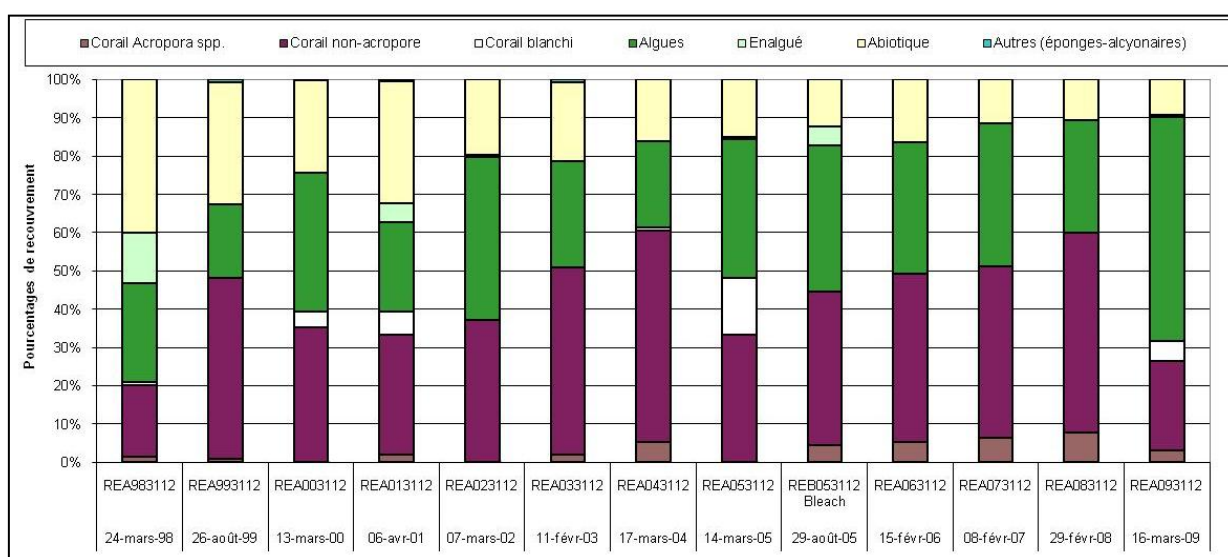


Figure 2 : Evolution du recouvrement benthique sur la station platier « Planch'Alizés » (de 1998 à 2009)

« **Planch'Alizés-Platier** » est une station caractérisée par un faciès corallien aux formes submassives et foliacées, plus résistantes aux atteintes anthropiques physiques et polluantes. Ce faciès corallien est caractéristique de zones perturbées du récif. Une macro-colonie de *Porites (synarea) rus* et de *Montipora circumvallata* représente les communautés dominantes de cette station, avec 3/4 du recouvrement corallien. Les colonies de coraux branchus du genre *Acropora spp*, représentent – de 10% du pourcentage de recouvrement corallien.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>muricata</i>	9,5%
<i>Montipora</i>	<i>circumvallata</i>	31,5%
<i>Pavona</i>	<i>decussata</i>	0,8%
<i>Pavona</i>	<i>divaricata</i>	7,1%
<i>Pocillopora</i>	<i>damicornis</i>	3,2%
<i>Porites</i>	<i>nigrescens</i>	2,4%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	43,0%
<i>Psammocora</i>	<i>contigua</i>	2,6%

En 2009, il y a **32% de coraux vivants** sur cette station du platier. Les recouvrements coralliens entre 2003 et 2008 étaient stables (entre 50% et 60% de coraux vivants). Cette année, on observe une diminution de la couverture corallienne par rapport à l'année dernière (moins 50 % environ du recouvrement corallien total). La couverture algale a aussi doublé en l'espace d'un an, ce qui est caractéristique d'une station fortement soumise à des apports de nutriments (30% de couverture algale en 2008 et 59 % en 2009).

Concernant le **blanchissement corallien**, les suivis montrent que ce phénomène a été visible sur 6 années. Il a fortement touché les colonies en 2005 (31 % de coraux blancs* *rapport au total des coraux vivants sur cette station*), moyennement en 2000 (11% de coraux blancs *), 2001 (15 % de coraux blancs*) et 2009 (16% de coraux blancs*), peu observé en 1998 et en 2004 (- de 3% de coraux blancs*).

En 2009, le blanchissement corallien a touché un grand nombre d'espèces de coraux comme *Montipora circumvallata*, *Porites (synarea) rus*, *Pavona spp*, *Pocillopora damicornis*. Cependant, les suivis réalisés en 2010 ont montré une reprise de croissance et une vitalité satisfaisante, ce qui témoigne des capacités **de résilience des coraux** malgré des épisodes de stress chroniques. Les recouvrements coralliens ont augmenté de 20% entre 2009 et 2010.

*rapport au total des coraux vivants sur cette station

3.4.2.1.3) La station pente externe de « Trois-Chameaux » (en zone de protection intégrale de la RNMR)

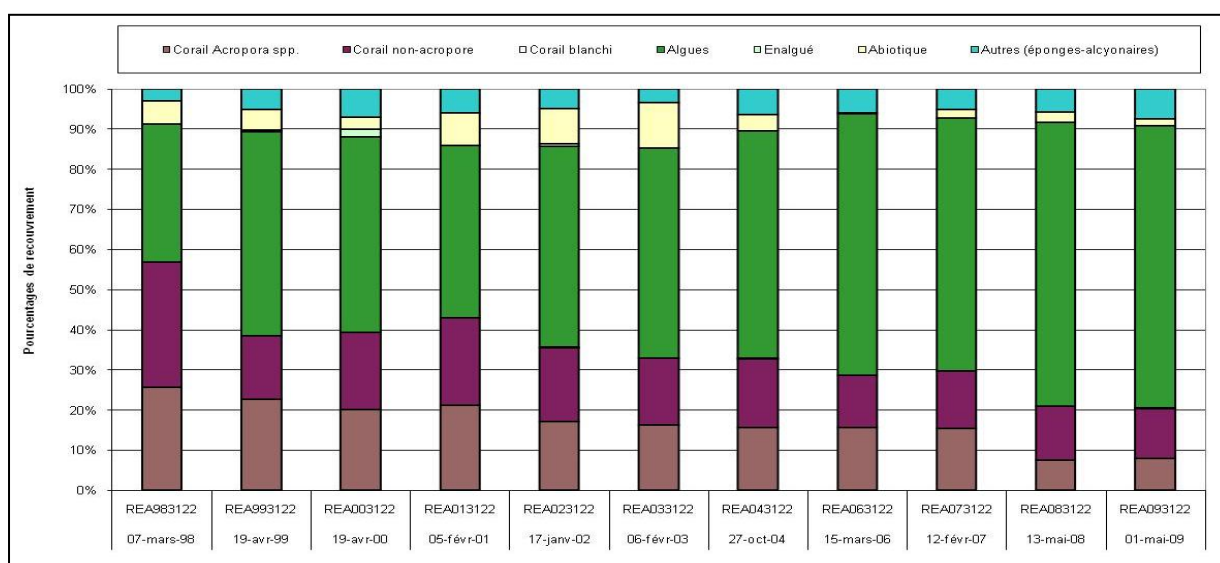


Figure 3: Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe « Trois-Chameaux » (de 1998 à 2009)

Sur « Trois Chameaux-Pente externe », la structure des peuplements coralliens est caractérisée par une dominance de *Pocillopora spp* (34% du recouvrement corallien) et de colonies d'acropores (essentiellement digités ou sub-massifs : 36% du recouvrement corallien), les formes branchus (*Acropora spp*) sont cependant très peu représentées sur ce compartiment du récif (-1% du recouvrement coralliens).

En 2009, il y a 21 % de coraux vivants, ce taux est relativement bas, il est similaire à celui observé en 2008. En 1998, il y avait 57 % de coraux vivants sur cette station.

En l'espace de 12 ans près des 2/3 de la couverture corallienne a disparu, les recouvrements algaux ont aussi doublé dans cet interval de temps. Cette régression des colonies coralliennes est visibles à la fois sur **les taux de recouvrement d'acropores (-70% entre 1998 et 2009)** mais aussi les autres coraux de la catégorie **NAC (Non Acropores, - 60% entre 1998 et 2009)**.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
Acropora	<i>abrotanoides</i>	17,4%
Acropora	<i>austera</i>	0,8%
Acropora	<i>gemmifera</i>	19,0%
Acropora	<i>spp.</i>	1,2%
Astreopora	<i>myriophthalma</i>	5,2%
Echinopora	<i>gemmacea</i>	0,8%
Favia	<i>rotumana</i>	2,4%
Favia	<i>spp.</i>	4,5%
Galaxea	<i>fascicularis</i>	2,4%
Montipora	<i>spp.</i>	0,8%
Pavona	<i>venosa</i>	2,4%
Platygyra	<i>daedalea</i>	0,4%
Pocillopora	<i>meandrina</i>	22,3%
Pocillopora	<i>verrucosa</i>	11,3%
Porites	<i>lutea</i>	8,9%

Bien qu'observé sur ce secteur, aucun phénomène de blanchissement de coraux n'a été mesuré sur cette station.

3.4.2.1.4) La station pente externe de « Planch'Alizés » (en zone de protection renforcée de la RNMR)

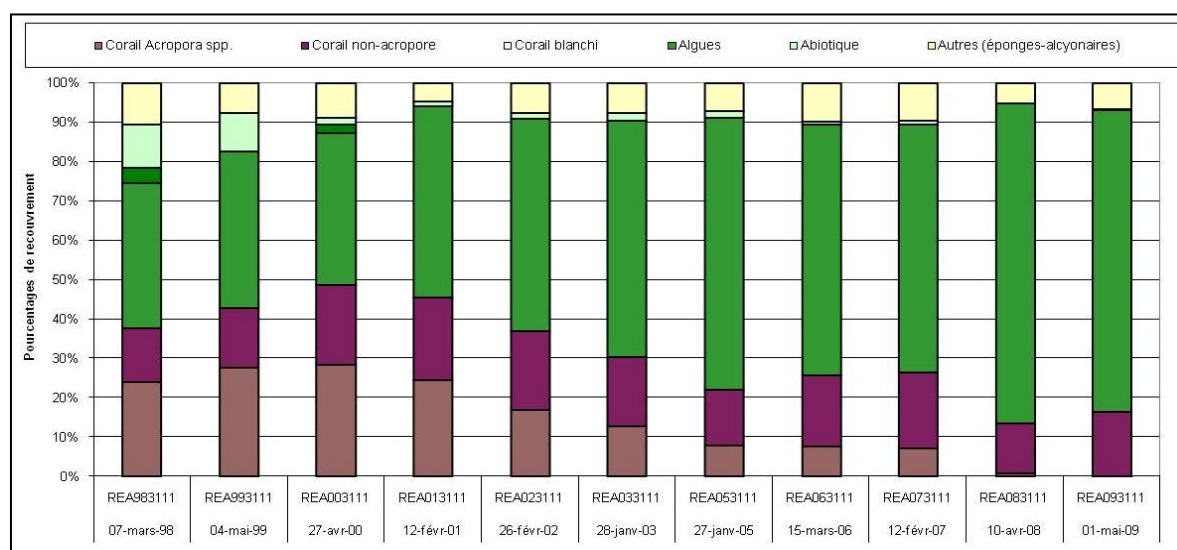


Figure 4: Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe « Planch'Alizés » (de 1998 à 2009)

« **Planch'Alizés-Pente externe** » est caractérisée par des peuplements coralliens avec une dominance de coraux massifs (*Porites spp.*), sub massifs (*Pocillopora spp.*) et encroûtants comme *Astreopora myriophthalma* qui **est l'espèce dominante (plus d'un quart du recouvrement corallien)**. Le taux de recouvrement de cette espèce a été multiplié par 9 entre 1998 et 2009).

En 2009, il y a 17 % de coraux vivants sur cette station. Comme sur la station de pente externe de Trois-Châteaux nous observons une **réduction importante des recouvrements coralliens de l'ordre des 2/3** comparativement à 2000. (49 % de coraux vivants sur cette station en 2000). Parallèlement à cette évolution, la couverture algale a très nettement augmenté au cours de ces dernières années. Elle constitue la communauté benthique dominante de cette station.

En comparant les résultats de cette station avec ceux de pente externe de Trois-Châteaux, il y a une différence notable : **les colonies de NAC (Non Acropores) n'ont pas été impactées par cette mortalité corallienne.** Seules **les colonies d'acopores** (branchus, digités, tabulaires ou sub-massifs) **ont quasiment disparus** (-98% par rapport au recouvrement d'acropores observé en 2000).

Bien qu'observé sur ce secteur, aucun phénomène de blanchissement n'a été mesuré spécifiquement sur cette station.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	1,0%
<i>Acropora</i>	<i>austera</i>	2,5%
<i>Astreopora</i>	<i>myriophthalma</i>	26,2%
<i>Echinopora</i>	<i>gemmacea</i>	1,5%
<i>Favia</i>	<i>spp.</i>	4,1%
<i>Favites</i>	<i>spp.</i>	4,5%
<i>Galaxea</i>	<i>fascicularis</i>	5,0%
<i>Goniastrea</i>	<i>pectinata</i>	2,0%
<i>Pavona</i>	<i>venosa</i>	2,0%
<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>	4,5%
<i>Pocillopora</i>	<i>eydouxi</i>	1,0%
<i>Pocillopora</i>	<i>verrucosa</i>	12,1%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	16,7%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	4,5%
<i>Porites</i>	<i>spp.</i>	6,1%
<i>Psammocora</i>	<i>contigua</i>	5,6%
<i>Psammocora</i>	<i>profundacella</i>	0,5%

3.4.2.2) Le secteur de Saint Leu

3.4.2.2.1) La station platier de « la Corne » (zone en protection renforcée de la RNMR)

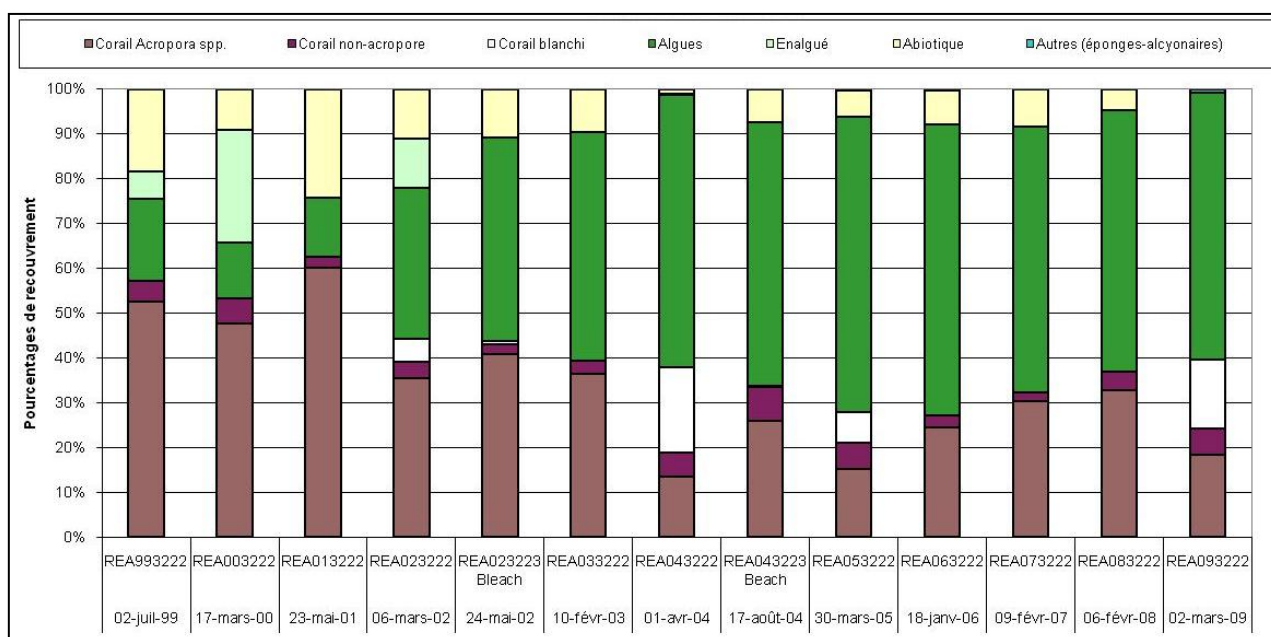


Figure 5 : Evolution du recouvrement benthique sur la station platier « La Corne » (de 1999 à 2009)

Sur « La Corne-Platier » la structure des peuplements coralliens est caractérisée par une dominance des colonies d'*Acropora spp.* (85% du recouvrement en coraux durs). L'espèce branchue *Acropora austera* représente près de la moitié du recouvrement corallien.

En 2009, le recouvrement corallien en coraux vivant était de 40% sur cette station. Après une phase de déclin des taux de recouvrement corallien entre 1999 (57% de coraux vivants) et 2006 (27% de coraux vivants), on observe depuis 2007 une augmentation progressive et constante des taux de recouvrements coralliens ce qui constitue un élément positif pour le moment.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	6,5%
<i>Acropora</i>	<i>austera</i>	48,2%
<i>Acropora</i>	<i>gemmifera</i>	13,2%
<i>Acropora</i>	<i>muricata</i>	17,3%
<i>Favites</i>	<i>spp.</i>	0,2%
<i>Pocillopora</i>	<i>damicornis</i>	0,6%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	14,0%

Concernant le blanchissement corallien, cette année, une grande partie de la zone sommitale des colonies ont blanchit. Il s'agit d'une seule espèce *Acropora austera* décolorée sur la moitié supérieure des colonies. Ce phénomène de blanchissement corallien a été visible 5 fois depuis 1999 mais de manière significative en 2004 (50% du recouvrement corallien), en 2005 (24% du recouvrement corallien) et en 2009 (39% du recouvrement corallien).

Le suivi de 2010 relève un taux de recouvrement corallien de 33% (soit environ 1/4 des recouvrements coralliens en moins par rapport à 2009). Une analyse au niveau de la structure des peuplements montre qu'il s'agit essentiellement de *Acropora austera* (-28% entre 2009 et 2010).

Le blanchissement corallien a eu un impact significatif sur la vitalité des coraux de cette station régulièrement soumise à des stress environnementaux (cf. proximité de différentes de perturbation anthropiques).

3.4.2.2.2) La station platier de « la Varangue » (zone en protection renforcée de la RNMR)

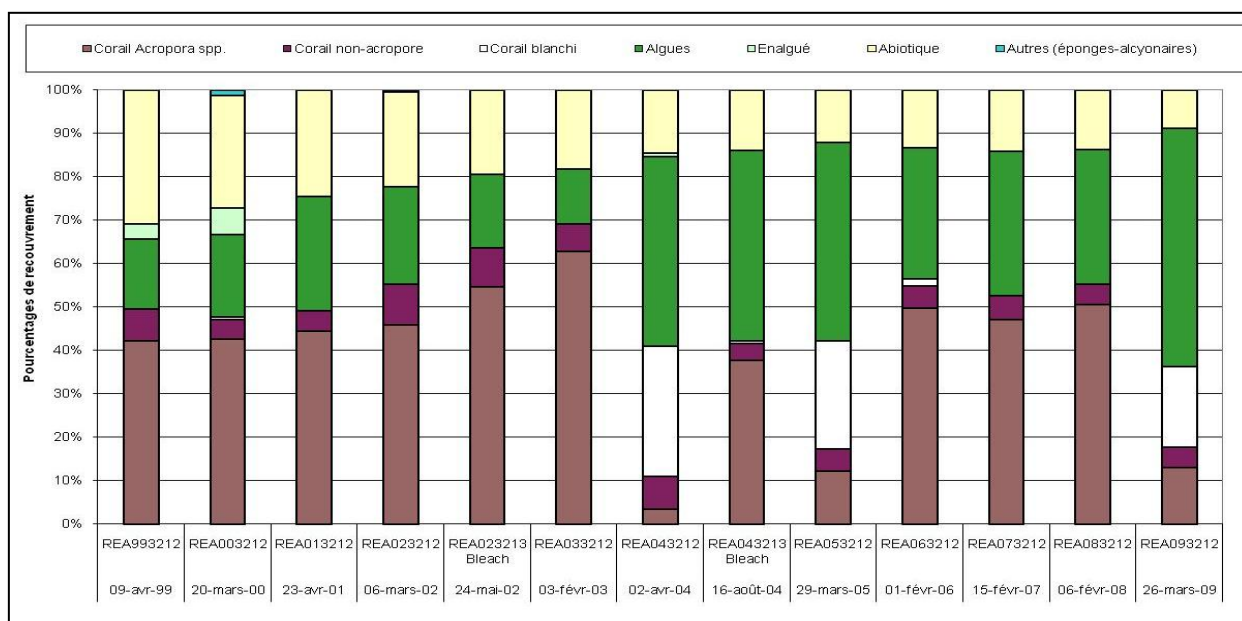


Figure 6: Evolution du recouvrement benthique sur la station platier « La Varangue » (de 1999 à 2009)

Sur « La Varangue-Platier », la structure des peuplements coralliens est caractérisée par une macro-colonie de coraux branchus (*Acropora muricata*) partiellement recouvert de gazons algaux. Cette espèce représente près de 80% du recouvrement corallien.

En 2009, le taux de recouvrement en coraux vivants est de 36%. Ce taux était relativement stable depuis 2006 (plus de 50% de coraux vivants). Entre 2008 et 2009, nous observons une diminution du recouvrement en coraux durs de l'ordre 1/3. Le taux de recouvrement par des algues a aussi augmenté de 44% en une année.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>hyacinthus</i>	6,6%
<i>Acropora</i>	<i>muricata</i>	79,5%
<i>Fungia</i>	<i>spp.</i>	0,4%
<i>Galaxea</i>	<i>fascicularis</i>	0,5%
<i>Montipora</i>	<i>spp.</i>	5,8%
<i>Pavona</i>	<i>cactus</i>	1,4%
<i>Pavona</i>	<i>divaricata</i>	0,5%
<i>Pocillopora</i>	<i>damicornis</i>	4,3%
<i>Pocillopora</i>	<i>eydouxii</i>	0,5%
<i>Psammocora</i>	<i>contigua</i>	0,5%

Bien que fortement touchée par des phénomènes de blanchissement corallien (visible 4 fois depuis 1999), de manière significative en 2004 (73% du recouvrement corallien), 59% en 2005, 51% en 2010, cette station a des capacités de régénération importante. **Les suivis postérieurs à ces épisodes de fort blanchissement ont toujours démontré une bonne capacité de résilience des coraux.** Cette observation est confirmée par le suivi réalisé en 2010 (44% de coraux vivants sur cette station).

3.4.2.2.3) La station pente externe de « la Corne » (Zone de périmètre général de la RNMR)

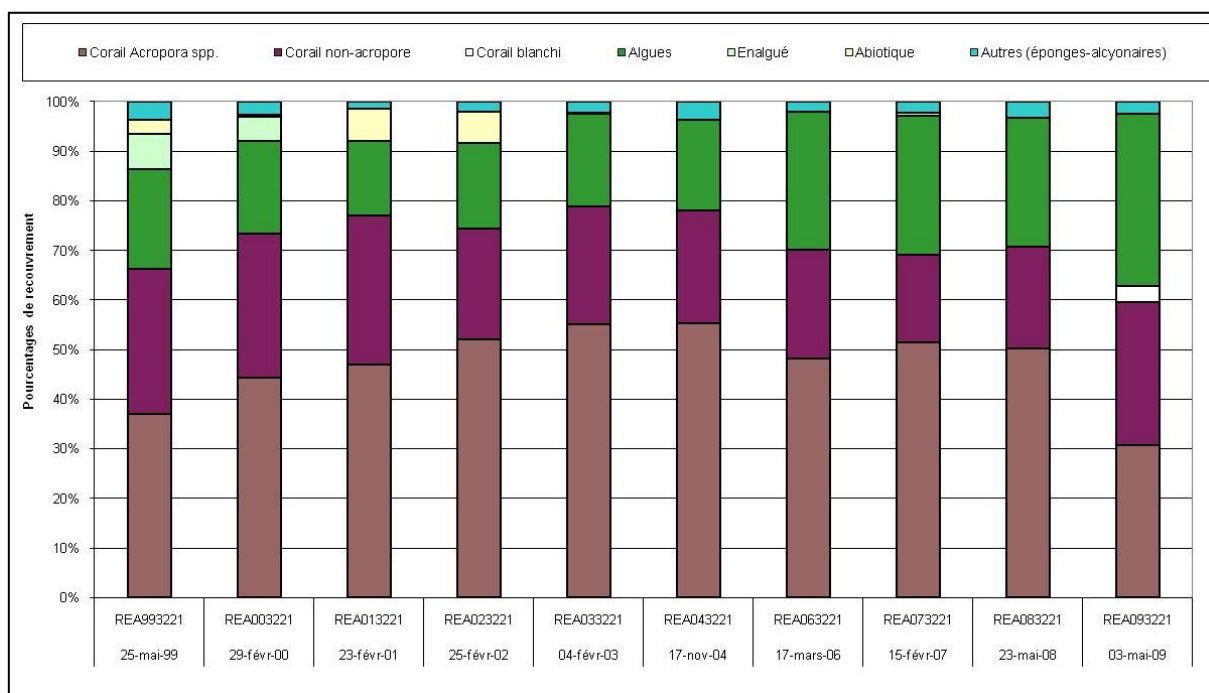


Figure 7: Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe « La Corne » (de 1999 à 2009)

« **La Corne-Pente externe** » est localisée sur l'extrémité nord du récif frangeant de Saint-Leu, à proximité d'une zone de passe (passe Nord du récif de St Leu ville). Entre 2002 et 2008, les colonies d'acropores (Catégorie ACB, ACD, ACS, et ACT) représentaient plus de 70% des recouvrements coralliens. Ce recouvrement constitue toujours une valeur exceptionnellement élevée pour les récifs réunionnais, et constitue donc un état de référence à l'heure actuelle. **En 2009, ce faciès corallien est composé de 55% d'Acropores et 45% de Non Acropores.** Cette structuration du faciès corallien est proche de celle observée en 1999. La structuration des peuplements coralliens est aussi caractérisée par un recouvrement à 45% colonisé par *Acropora abrotanoïdes* (catégorie benthique ACS).

En 2009, il y a 63% de coraux durs sur cette station. Entre 2008 et 2009, on observe une très légère baisse du taux de recouvrement de l'ordre de 9%, ce qui correspond à une mortalité d'1/3 des coraux de l'espèce *Acropora abrotanoïdes* sur une année. Les autres coraux de la catégorie NAC (Non Acropores) n'ont pas été affectés par cette mortalité.

Du **blanchissement corallien** a été observé en 2009, il était visible essentiellement chez *Acropora abrotanoïdes* (sur la moitié supérieure des colonies).

Il représente environ 5% du recouvrement total en coraux durs. Le suivi de 2010 note une diminution peu significative du recouvrement corallien (59 % de coraux durs en 2010). Les taux de recouvrement de l'espèce observée blanchie en 2009 (*Acropora abrotanoïdes*) n'ont pas varié.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoïdes</i>	44,8%
<i>Acropora</i>	<i>gemma</i>	5,2%
<i>Acropora</i>	<i>hyacinthus</i>	4,1%
<i>Astreopora</i>	<i>myriophthalma</i>	5,6%
<i>Echinopora</i>	<i>gemma</i>	1,2%
<i>Favia</i>	<i>rotumana</i>	0,4%
<i>Favia</i>	<i>spp.</i>	1,2%
<i>Favia</i>	<i>stelligera</i>	0,8%
<i>Galaxea</i>	<i>fascicularis</i>	0,4%
<i>cf Gardinera</i>	<i>spp.</i>	1,8%
<i>Goniopora</i>	<i>spp.</i>	1,1%
<i>Leptoria</i>	<i>phrygia</i>	2,3%
<i>Millepora</i>	<i>platyphylla</i>	4,5%
<i>Montipora</i>	<i>spp.</i>	2,4%
<i>Pavona</i>	<i>venosa</i>	1,1%
<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>	1,9%
<i>Platygyra</i>	<i>spp.</i>	0,8%
<i>Pocillopora</i>	<i>meandrina</i>	1,7%
<i>Pocillopora</i>	<i>verrucosa</i>	1,6%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	16,6%
<i>Turbinaria</i>	<i>spp.</i>	0,8%

Donc globalement la résilience corallienne observée sur cette station est bonne suite à l'épisode de blanchissement de 2009.

3.4.2.2.4) La station pente externe de « la Varangue » (Zone en protection intégrale de la RNMR)

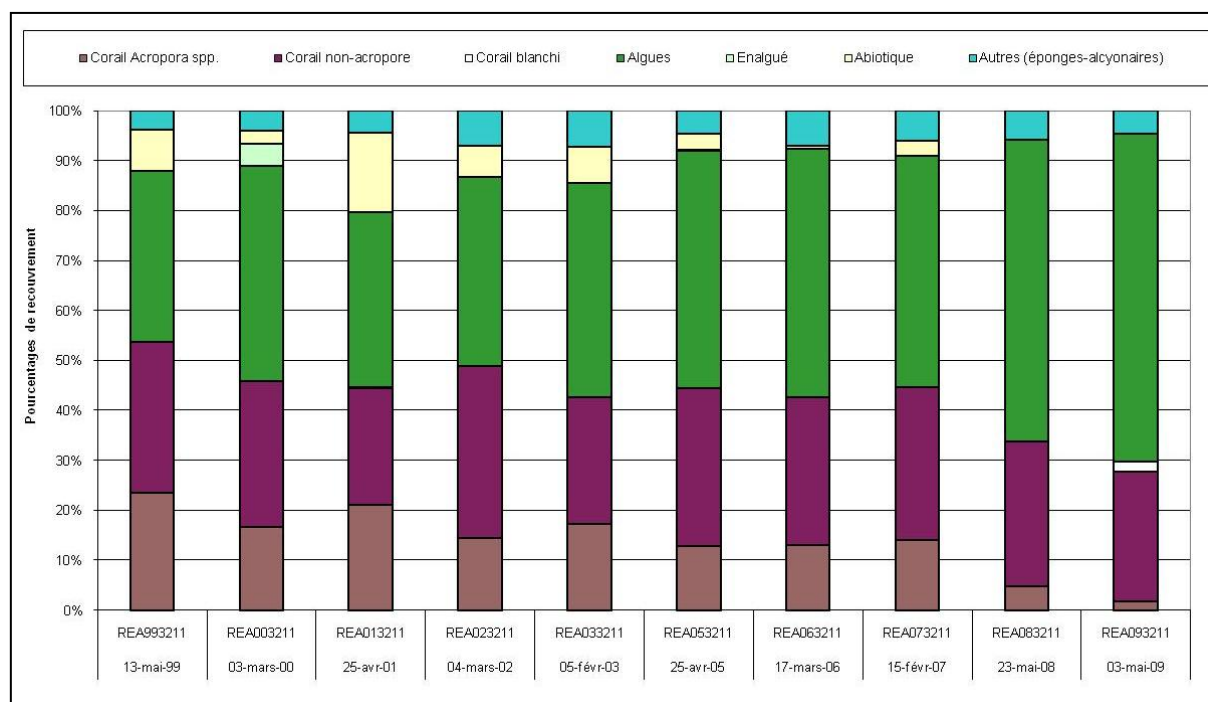


Figure 8: Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe « La Varangue » (de 1999 à 2009)

« La Varangue-Pente externe » a un faciès corallien assez diversifié, il est cependant composé majoritairement de coraux massifs du genre *Porites* spp (45% du recouvrement corallien) et une proportion importante de coraux encroûtant du genre *Astreopora* spp : 19% du recouvrement corallien (le taux de recouvrement de cette espèce a été multiplié par 8 entre 1999 et 2009).

En 2009, il y a 30 % de coraux vivants sur cette station. Une **diminution de 45% de la couverture corallienne** est observée **depuis 1999** (54% de coraux durs en 1999). Le taux de recouvrement en algues a aussi presque doublé depuis 1999 (34% en 1999, 68% en 2009).

La situation des peuplements de coraux du genre *Acropora* spp est similaire aux observations faites sur les pentes externes de Saint-Gilles et de l'Etang-Salé avec une **forte diminution des recouvrements en acropores (-93% entre 1999 et 2009 sur cette station)**. Cependant la stabilité des peuplements NAC et l'augmentation des peuplements d'*Astreopora* spp présente **des similitudes** plus marquées avec «Planch'Alizés-Pente externe ».

Le blanchissement corallien observé en 2009 est très faible.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acanthastrea</i>	spp.	0,6%
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	3,4%
<i>Acropora</i>	<i>humilis</i>	1,1%
<i>Acropora</i>	spp.	2,9%
<i>Acropora</i>	spp.	0,9%
<i>Acropora</i>	<i>valida</i>	0,6%
<i>Astreopora</i>	<i>myriophthalma</i>	17,2%
<i>Astreopora</i>	spp.	1,7%
<i>Echinopora</i>	<i>gemmacea</i>	0,3%
<i>Favia</i>	spp.	0,9%
<i>Favites</i>	<i>pentagona</i>	0,3%
<i>Favites</i>	spp.1	0,6%
<i>Favites</i>	spp.2	3,4%
<i>Gardineroseris</i>	spp.	0,6%
<i>Leptoria</i>	<i>phrygia</i>	1,1%
<i>Leptoseris</i>	spp.	0,9%
<i>Montipora</i>	spp.	1,1%
<i>Pavona</i>	<i>venosa</i>	0,6%
<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>	0,9%
<i>Pocillopora</i>	<i>meandrina</i>	4,6%
<i>Pocillopora</i>	spp.	0,3%
<i>Pocillopora</i>	<i>verrucosa</i>	9,2%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	43,7%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	1,1%
<i>Porites</i>	spp.	1,7%
<i>Psammocora</i>	<i>profundacella</i>	0,3%

3.4.2.3) Le secteur de l'Etang-Salé

3.4.2.3.1) La station platier de l'Etang-Salé

(en zone de protection renforcée de la RNMR avec certaines pratiques de pêches traditionnelles autorisées)

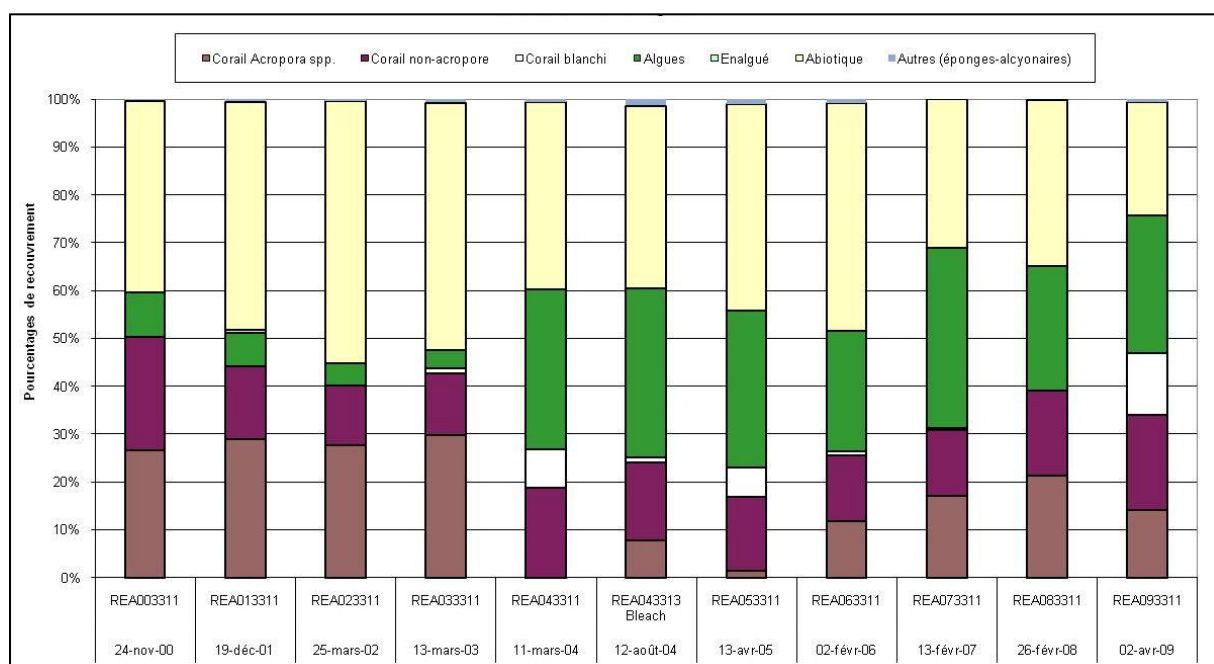


Figure 9: Evolution du recouvrement benthique sur la station platier « Etang-Salé » (de 2000 à 2009)

« Etang-Salé-Platier » est caractérisée par une proportion importante de coraux branchus (*Acropora muricata* : 54 % du recouvrement corallien) et de coraux massifs de grandes tailles (*Porites lutea* : 18% du recouvrement corallien).

En 2009, il y a 47% de coraux vivants. Cette station a connu **un épisode de mortalité corallienne important entre 2003 et 2004**. Il est essentiellement ciblé sur les peuplements d'acropores (diminution des recouvrements d'acropores de l'ordre de 2/3), alors que les autres peuplements coralliens sont restés globalement stables. Sur cette période **le taux de recouvrement en algues a été multiplié par 8 (4% en 2003, 33% en 2004)**.

Après une phase de stagnation des taux de recouvrement corallien (entre 2004 et 2006), on observe en 2007, une augmentation du taux de recouvrement en coraux branchus pour atteindre, en 2009, un recouvrement corallien comparable à celui observé au début du suivi de cette station en 2000.

Depuis l'an 2000, **le blanchissement des coraux** a été observé de manière significative en 2004 (30%*), en 2005 (27% *), en 2009 (28%*). Comme pour les autres années où ce phénomène a été observé, il s'agit en 2009, essentiellement des coraux de l'espèce *Acropora muricata* qui sont partiellement blanchis sur la moitié supérieure des colonies. Quelques *Acropora abrotanoides* sont aussi partiellement blancs.

Le suivi de 2010, montre un taux de recouvrement corallien de l'ordre de 50%. **Globalement cette station abrite des peuplements coralliens qui présentent des capacités de résilience corallienne importantes.** (* % du recouvrement en coraux durs)

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	0,9%
<i>Acropora</i>	<i>hyacinthus</i>	1,1%
<i>Acropora</i>	<i>muricata</i>	54,2%
<i>Acropora</i>	<i>tenuis</i>	1,8%
<i>Hydnophora</i>	<i>exesa</i>	1,1%
<i>Montipora</i>	<i>spp.</i>	2,0%
<i>Pavona</i>	<i>cactus</i>	1,4%
<i>Pavona</i>	<i>spp.</i>	1,1%
<i>Pocillopora</i>	<i>damicornis</i>	0,2%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	17,8%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	9,6%
<i>Psammocora</i>	<i>contigua</i>	9,1%

3.4.2.3.2) La station pente externe de l'Etang-Salé (en zone de protection intégrale de la RNMR)

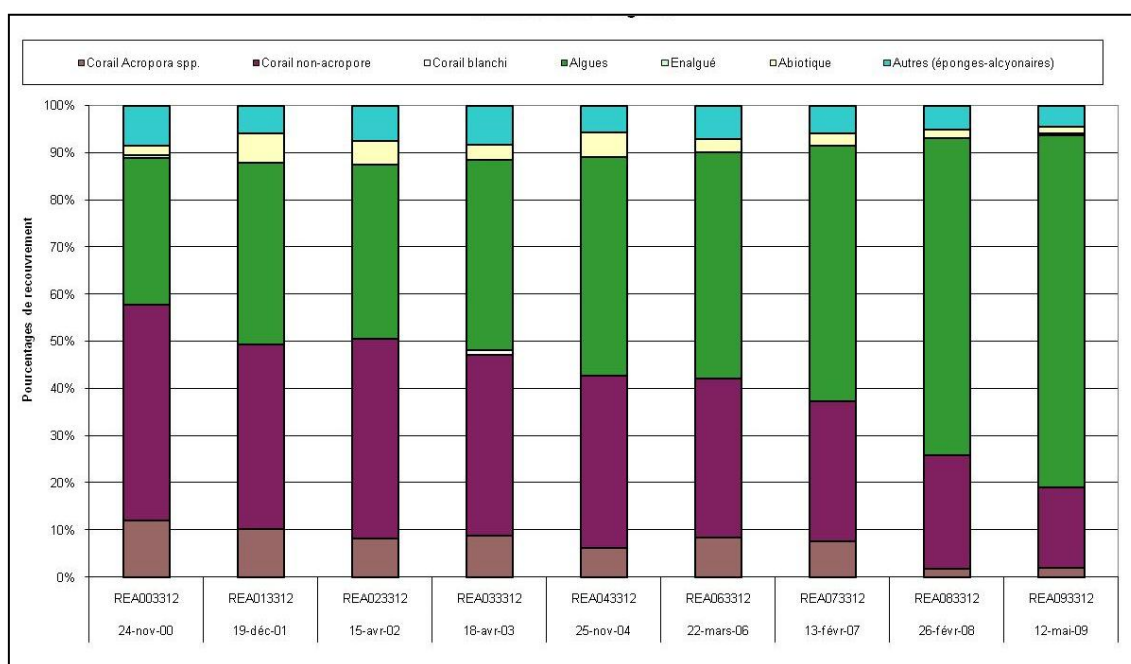


Figure 10: Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe « Etang-Salé » (de 2000 à 2009)

Sur « **Etang-Salé-Pente externe** », l'analyse de 2009, de la structure des peuplements coralliens montre une dominance des coraux de l'espèce *Astreopora myriophthalma* (21% du recouvrement corallien), contrairement aux autres NAC, cette espèce n'a pas subi de mortalité corallienne (recouvrement stable depuis 2000).

En 2009, il y a 19% de coraux vivants sur cette station. Depuis 10 années de suivis, 2/3 des massifs coralliens se sont dégradés (58% de coraux en 2000, 19% en 2009). Les taux de recouvrement en coraux du genre *Acropora spp* ont fortement chuté (-83% entre 2000 et 2009), tout comme celui des autres espèces coralliennes (-63% du recouvrement corallien observé de la catégorie NAC entre 2000 et 2009). Le recouvrement algal a aussi été multiplié par 2.5 en 10 ans. **L'état de dégradation actuel de cette station est particulièrement préoccupant, et confirme la tendance négative observée depuis ces dernières années.**

Un blanchissement corallien a été observé de manière peu significative en 2003 pas en 2009. Les causes de la dégradation des communautés benthiques sont probablement liées à plusieurs types de facteurs de stress qui agissent en synergie.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (%)
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	4,3%
<i>Acropora</i>	<i>digitifera</i>	4,8%
<i>Acropora</i>	<i>gemmifera</i>	1,7%
<i>Astreopora</i>	<i>myriophthalma</i>	21,3%
<i>Echinophyllia</i>	<i>aspera</i>	1,7%
<i>Echinopora</i>	<i>gemmacea</i>	9,5%
<i>Favia</i>	<i>favus</i>	0,4%
<i>Favia</i>	<i>speciosa</i>	1,7%
<i>Favites</i>	<i>pentagona</i>	3,5%
<i>Favites</i>	<i>spp.</i>	0,9%
<i>Goniastrea</i>	<i>pectinata</i>	0,9%
<i>Hydnophora</i>	<i>microconos</i>	1,7%
<i>Leptastrea</i>	<i>transversa</i>	0,9%
<i>Leptoria</i>	<i>phrygia</i>	1,7%
<i>Millepora</i>	<i>platyphylla</i>	2,6%
<i>Montastrea</i>	<i>annuligera</i>	5,2%
<i>Montipora</i>	<i>spp.</i>	0,9%
<i>Montipora</i>	<i>venosa</i>	2,6%
<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>	12,2%
<i>Platygyra</i>	<i>pini</i>	0,9%
<i>Pocillopora</i>	<i>meandrina</i>	0,9%
<i>Pocillopora</i>	<i>verrucosa</i>	7,4%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	10,4%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	0,9%
<i>Psammocora</i>	<i>profundacella</i>	0,9%

3.4.2.4) Le secteur de Saint-Pierre

3.4.2.4.1) La station platier de la « Ravine Blanche » (Hors RNMR)

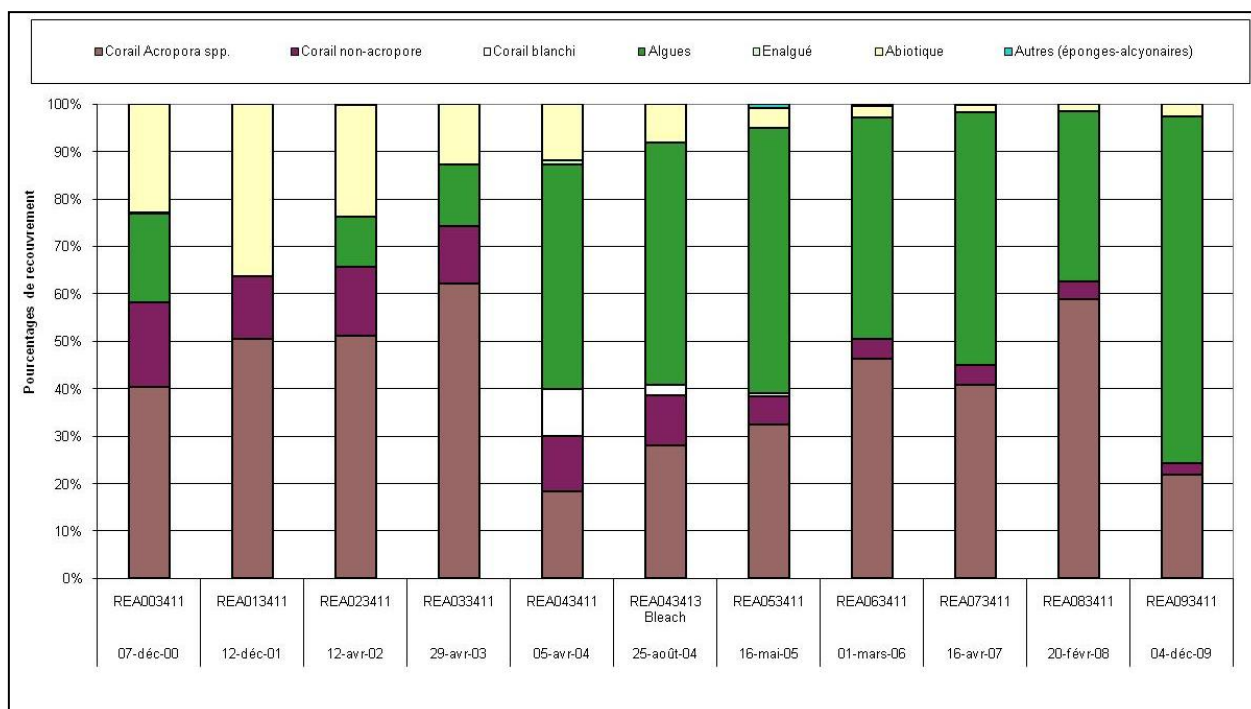


Figure 11: Evolution du recouvrement benthique sur la station platier de la « Ravine Blanche » (de 2000 à 2009)

Cette station est caractérisée par une structure des peuplements coralliens dominée par le genre *Acropora spp* (90% des recouvrements coralliens).

En 2009, 24% de coraux vivants ont été recensés sur cette station. 2/3 des massifs coralliens ce sont dégradés par rapport à l'année dernière (63% de recouvrement coralliens en 2008). Il s'agit essentiellement de coraux du genre *Acropora spp* recouvert par des algues filamenteuses. Le recouvrement algal été multiplié par 2 entre 2008 et 2009. Cette mortalité importante semble liée à un phénomène de marée basse de forte ampleur observée en juillet 2009.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	4,1%
<i>Acropora</i>	<i>gemmifera</i>	32,7%
<i>Acropora</i>	<i>hyacinthus</i>	0,7%
<i>Acropora</i>	<i>muricata</i>	52,6%
<i>Pavona</i>	<i>divaricata</i>	1,4%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	3,4%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	5,2%

Un blanchissement corallien a été observé en 2004 (25% du recouvrement corallien essentiellement *Acropora spp*) sans pour autant entrainer de mortalité corallienne, et en 2005 (2% du recouvrement corallien*). **Globalement cette station présente de bonne capacité de régénération.**

NB : Le suivi de 2009 a du être repoussé en décembre (pour causes les mauvaises conditions météorologiques du début d'année)

*rapport au total des coraux vivants sur cette station

3.4.2.4.2) La station platier d' « Alizés Plage » (Hors RNMR)

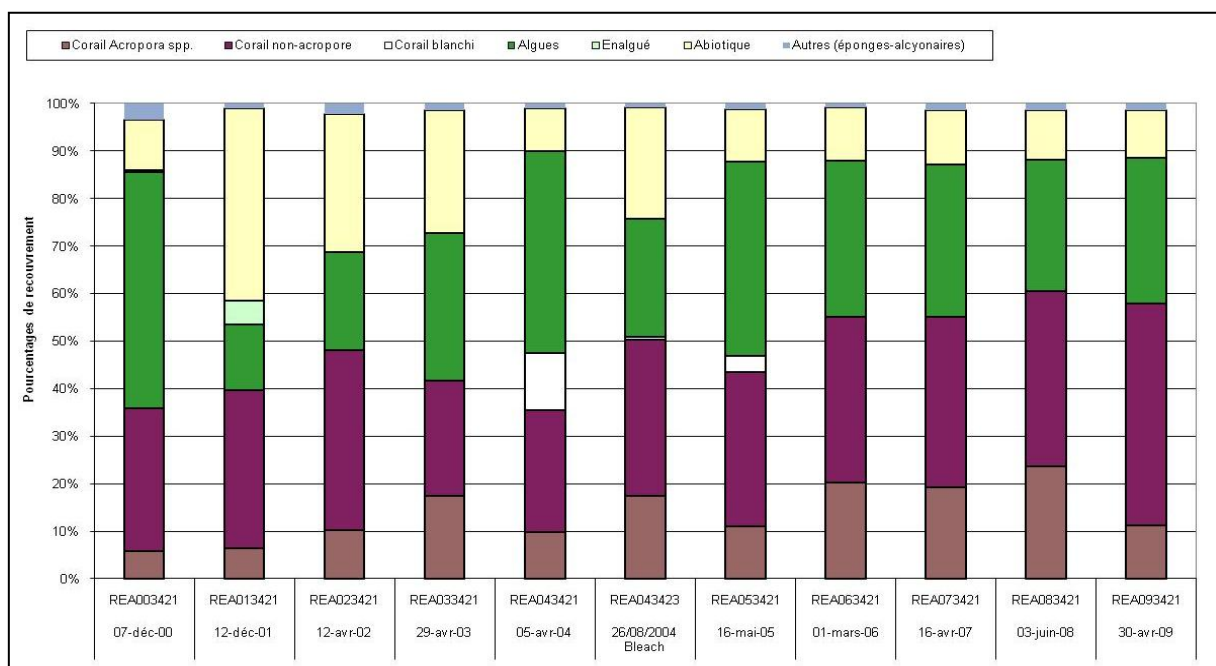


Figure 12: Evolution du recouvrement benthique sur la station platier d' « Alizés Plage » (de 2000 à 2009)

En 2009, il y a 58% de coraux vivants. Ce taux est stable, il varie entre 50% et 60% de coraux vivants depuis 2002. La station d'Alizés plage a été positionnée, contrairement à « Ravine Blanche », pour son faciès corallien caractéristique de zones perturbées.

L'analyse de la **structure des peuplements coralliens** montre une **dominance des coraux de l'espèce *Porites (Synarea) rus* (79% du recouvrement corallien de 2009).**

Porites (Synarea) rus ne semble pas atteinte par des recouvrements algaux excessifs, les faibles variations observées dans les taux de recouvrement corallien sont liés aux colonies d'acropores colonisées par des algues.

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
Acropora	abrotanoides	0,6%
Acropora	hyacinthus	3,6%
Acropora	muricata	11,0%
Acropora	spp.	0,6%
Acropora	tenuis	2,9%
Pavona	divaricata	0,6%
Porites	lutea	1,4%
Porites	rus	79,3%

Du blanchissement corallien a été observé en 2004 (25% du recouvrement corallien) et en 2005 (7% du recouvrement corallien) sans pour autant affecté la vitalité corallienne de cette station.

3.4.2.4.3) Les stations de pente externe de la « Ravine Blanche » et d' « Alizés Plage » (Hors RNMR)

En 2009, il y a 48% de coraux durs sur la station de « Ravine Blanche » et 52% sur la station d' « Alizés Plage ». Ces deux stations, de pente externe ont des faciès comparables du point de vue de la structure des peuplements en coraux bio-constructeurs (essentiellement composées de petites colonies massives et encroutantes). Les taux de recouvrement corallien sont stables sur ces deux stations depuis l'ouverture des sites en 2000 (environ 45% de coraux vivants).

Cette partie sud de l'Île de la Réunion est soumise à des conditions hydrodynamiques particulièrement fortes (houles australes, houles d'alizés) et les coraux sont adaptés à ces

contraintes environnementales très contraignantes. Cet hydrodynamisme fort et constant sur l'année, permet aux colonies de mieux résister aux facteurs de stress engendrés par les pollutions côtières (proximité du Port de Saint Pierre, de la Rivière D'abord et de la Ravine Blanche). Ces 2 stations sont globalement, très diversifiées en coraux, avec de nombreuses familles de madrépores.

Contrairement à la situation observée dans l'Ouest de l'Île, sur ces deux stations de pente externe, on observe depuis quelques années une **augmentation graduelle des taux de recouvrements en coraux du genre *Acropora spp***, ce genre représente désormais plus de 20% du recouvrement corallien en 2009. Sur la station de la « Ravine Blanche » *Acropora abrotanoïdes* (18% du recouvrement corallien) est l'espèce dominante, sur « Alizé Plage », c'est *Astreopora myriophthalma* (26% du recouvrement corallien).

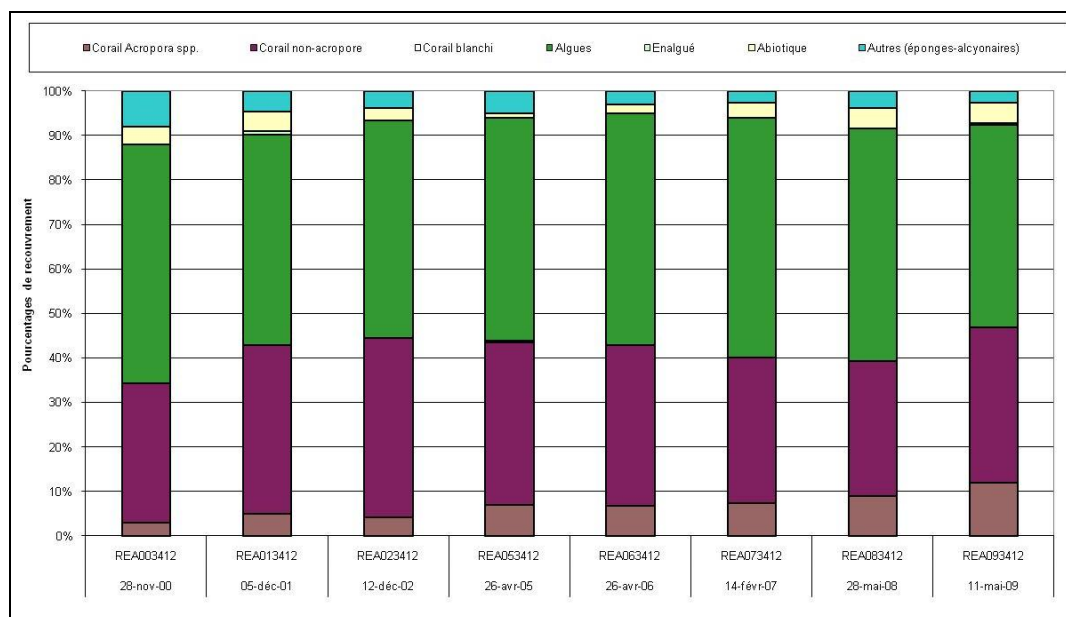


Figure 13: Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe de « ravine blanche » (de 2000 à 2009)

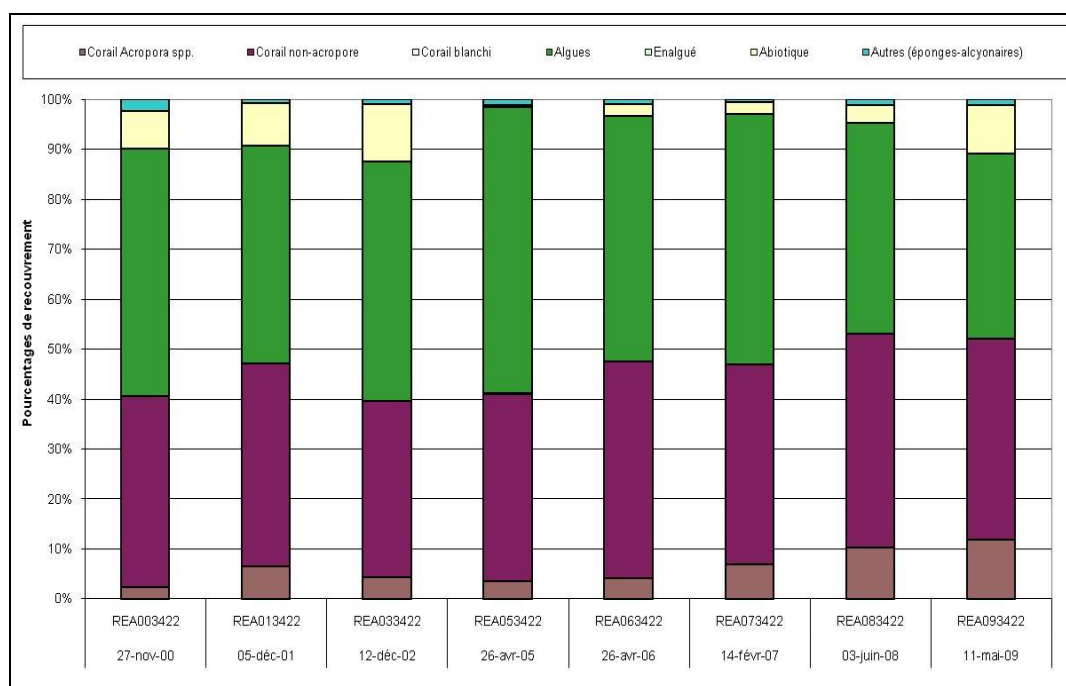


Figure 14: Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe d'« Alizés Plage » (de 2000 à 2009)

Station « Ravine Blanche » Pente Externe / Station « Alizés Plage » Pente Externe

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	18,1%
<i>Acropora</i>	<i>austera</i>	0,7%
<i>Acropora</i>	<i>digitifera</i>	2,8%
<i>Acropora</i>	<i>gemmifera</i>	0,4%
<i>Acropora</i>	<i>spp.</i>	2,5%
<i>Acropora</i>	<i>spp.</i>	0,9%
<i>Acropora</i>	<i>valida</i>	0,4%
<i>Astreopora</i>	<i>myriophthalma</i>	4,1%
<i>Cyphastrea</i>	<i>chalcidicum</i>	0,4%
<i>Echinopora</i>	<i>gemmacea</i>	2,7%
<i>Favia</i>	<i>favus</i>	1,6%
<i>Favia</i>	<i>speciosa</i>	0,5%
<i>Favites</i>	<i>pentagona</i>	2,0%
<i>Favites</i>	<i>spp.</i>	2,5%
<i>Favites</i>	<i>spp.</i>	0,4%
<i>Galaxea</i>	<i>fascicularis</i>	9,8%
<i>Goniastrea</i>	<i>palauensis</i>	1,1%
<i>Goniastrea</i>	<i>pectinata</i>	0,4%
<i>Goniastrea</i>	<i>peresi</i>	0,7%
<i>Hydnophora</i>	<i>exesa</i>	2,3%
<i>Hydnophora</i>	<i>microconos</i>	3,0%
<i>Leptoria</i>	<i>phrygia</i>	0,4%
<i>Montastrea</i>	<i>annuligera</i>	4,6%
<i>Montipora</i>	<i>spp.</i>	15,3%
<i>Montipora</i>	<i>venosa</i>	1,2%
<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>	8,2%
<i>Platygyra</i>	<i>pini</i>	2,1%
<i>Pocillopora</i>	<i>meandrina</i>	1,1%
<i>Pocillopora</i>	<i>verrucosa</i>	4,3%
<i>Pocillopora</i>	<i>woodjonesi</i>	1,1%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	2,5%
<i>Porites</i>	<i>spp.</i>	1,8%
<i>Psammocora</i>	<i>profundacella</i>	0,4%

Genre	Espèce	Structure des peuplements coralliens en 2009 (Taux de recouvrement corallien par espèce)
<i>Acanthastrea</i>	<i>echinata</i>	1,3%
<i>Acropora</i>	<i>abrotanoides</i>	15,5%
<i>Acropora</i>	<i>austera</i>	1,6%
<i>Acropora</i>	<i>spp.</i>	4,6%
<i>Acropora</i>	<i>spp.</i>	0,6%
<i>Acropora</i>	<i>valida</i>	0,3%
<i>Astreopora</i>	<i>myriophthalma</i>	25,9%
<i>Coscinaraea</i>	<i>spp.</i>	0,6%
<i>Cyphastrea</i>	<i>chalcidicum</i>	0,3%
<i>Cyphastrea</i>	<i>spp.</i>	0,3%
<i>Echinopora</i>	<i>gemmacea</i>	2,2%
<i>Favia</i>	<i>favus</i>	0,6%
<i>Favia</i>	<i>pallida</i>	0,6%
<i>Favia</i>	<i>speciosa</i>	2,6%
<i>Favia</i>	<i>spp.</i>	0,3%
<i>Favites</i>	<i>pentagona</i>	3,4%
<i>Galaxea</i>	<i>fascicularis</i>	2,4%
<i>Goniastrea</i>	<i>spp.</i>	0,2%
<i>Hydnophora</i>	<i>exesa</i>	2,6%
<i>Montastrea</i>	<i>annuligera</i>	0,8%
<i>Montipora</i>	<i>spp.</i>	4,8%
<i>Montipora</i>	<i>venosa</i>	1,0%
<i>Pavona</i>	<i>venosa</i>	0,3%
<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>	5,1%
<i>Platygyra</i>	<i>pini</i>	0,3%
<i>Pocillopora</i>	<i>verrucosa</i>	7,0%
<i>Pocillopora</i>	<i>woodjonesi</i>	1,9%
<i>Porites</i>	<i>lutea</i>	9,8%
<i>Porites</i>	<i>rus</i>	0,6%
<i>Porites</i>	<i>spp.</i>	1,8%
<i>Psammocora</i>	<i>profundacella</i>	0,5%

3.4.3) Le suivi Reef Check Réunion (Arvam)

Reef Check Reunion en 2009 c'est :

- 3 stations suivies depuis 2003 ;
- 14 stations ouvertes cette année ;
- 62 volontaires formés et accompagnés sur le terrain.

3.4.3.1) Synthèse « Reef Check » sur les peuplements de coraux

Globalement, les résultats obtenus par Reef Check Réunion pour l'ensemble des récifs en 2009 montrent **un recouvrement corallien moyen 28 % en « lagon » et de 31% en pente externe.**

Cependant ces chiffres renferment une grande variabilité des taux de recouvrement coralliens selon les stations. On peut regrouper en trois classes basées sur le recouvrement corallien, on distingue :

- 7 stations présentant un recouvrement corallien >35%. Ce qui peut être considéré comme satisfaisant dans le contexte réunionnais. Parmi ces stations, celles qui sont situées en « lagon » à Roches Noires et à l'Ermitage et dans des zones de passes où il y a un fort hydrodynamisme comme sous les vagues de Saint Leu (spot) et l'Etang salé (spot) présentent des peuplements coralliens supérieur à 40% ;
- 4 stations présentent un recouvrement corallien pouvant être considéré comme moyen (20 à 35%) ;
- 6 stations présentent un recouvrement corallien pouvant être considéré comme faible (<20%).

	Couverture corallienne (%)
CLH	40
Boucan lagon	16
Boucan PE	22
Roches Noires lagon	43
Roches Noires PE	22
Saline Nord lagon	31,8
Saline Nord PE	38
Passé Ermitage lagon	44
Passé Ermitage PE	18,2
Livingstone lagon	38
Livingstone PE	14,2
Trou d'eau lagon	14,4
Trou d'eau PE	18
Saint Leu Spot	62
Saint Leu lagon	10
Saint Leu PE	23
Etang Salé Spot	51

Un secteur apparaît particulièrement dégradé. Il s'agit de la portion de pente externe du lagon de la Saline-l'Ermitage situé au sud de la Passe de l'Ermitage. Le recouvrement moyen des trois stations Reef Check est de 16,8%.

Parmi les stations suivies depuis plus de deux ans, l'évolution depuis le point 0 (ouverture de la station) montre :

- une amélioration de l'état de santé au Cap la Houssaye (dernier suivi en 2008, 2 ans après le passage de Gamède) ;
- une stabilité sur les deux stations les plus riches en peuplements coralliens : Saint Leu spot et Etang Salé spot ;
- une baisse de l'état de santé sur la station de la Passe de l'Ermitage PE.

Les stations présentant un état de santé moyen à faible sont pour la quasi totalité situées à proximité d'une zone de protection intégrale. Il est possible qu'à moyen terme ces mesures de protection favorisent l'amélioration des recrutements en coraux sur ces stations dégradées.

3.4.3.2) Synthèse Reef Check sur les peuplements de poissons

Depuis les premiers relevés Reef Check en 2003, l'abondance en poissons dans les catégories comptabilisées par Reef Check a toujours été très faible. Ce résultat se confirme encore cette année sur les 17 stations étudiées. De faibles peuplements de poissons papillons de poissons perroquets ont été observés sur la majorité des stations.

La grande préoccupation reste l'absence de poissons carnivores. Sur l'ensemble des stations ils représentent le groupe le plus faiblement représenté. Cette faible population est observée sur d'autres sites par l'ARVAM et est reliée à un fait connu de tous localement : la surpêche en zone récifale. La proximité de zone de protection intégrale de la RNM laisse espérer une recolonisation par des juvéniles qui sera confirmée ou non par les futurs suivis Reef Check.

3.4.4) Synthèse Réunion (GCRMN)

3.4.4.1) Synthèse sur le suivi des peuplements de poissons de 1998 à 2008

Extrait du rapport IRD Pareto « **Bilan des 10 ans de suivi des peuplements de poissons sur les stations GCRMN dans les récifs coralliens de la Réunion (1998-2008)** »

Rapport IRD Pareto 128 p Chabanet P, Bissery C.

« Les principales tendances qui se dégagent entre le début et la fin du suivi récif à la Réunion montre des évolutions différentes en fonction des secteurs d'étude et zones géomorphologiques. Sur le platier de St Gilles/Saline, on observe une diminution de *C. trifasciatus* et une augmentation de *C. striatus*. A St Leu, il y a un changement important dans la structure du peuplement à La Varangue avec une augmentation des Pomacentridae et diminution des Acanthuridae et des Chaetodontidae. A St Pierre, le site de Ravine Blanche se caractérise par une augmentation des herbivores et Alizé Plage par une augmentation des espèces corallivores strictes (*C. trifasciatus* et *C. trifascialis*). Au niveau de la pente externe, on note une augmentation des herbivores et une diminution des Chaetodontidae et des Pomacentridae à St Gilles/Saline. A St Leu, il n'y a pas de changement observé sur les espèces cibles. A l'Etang Salé, il y a une augmentation des Acanthuridae et une diminution de la quasi totalité des Chaetodontidae. Enfin sur le secteur de St Pierre, on observe une diminution des *C. striatus* et une augmentation des *A. nigrofuscus*.

L'ensemble de ces résultats supporte l'idée que les peuplements des poissons récifaux à La Réunion sont perturbés, la déstructuration des peuplements de poissons se traduisant par une diminution de leur richesse spécifique, une modification de leur structure trophique (dominance des herbivores au détriment des carnivores) et une augmentation des espèces opportunistes. L'augmentation des peuplements algaux et la diminution de la couverture corallienne seraient responsables de cette déstructuration des peuplements ichtyologiques. Ces résultats pourraient provenir de la dégradation de la qualité des eaux récifales et de la surfréquentation sur les récifs coralliens. »

3.4.4.2) Synthèse sur le suivi des peuplements coralliens (« GCRMN Expert »)

La situation observée au travers de la surveillance des récifs selon le protocole GCRMN et traité au travers de l'outil COREMO III, il ressort que :

Au niveau des platiers coralliens :

L'étude des 7 stations « sentinelles » installées sur les platiers coralliens de la Réunion met en évidence des disparités importantes au niveau de la structure des communautés benthiques, ainsi il n'est pas judicieux de regrouper ces résultats sur un seul graphique représentant les tendances évolutives des recouvrements coralliens des 12 dernières années. Cependant, à la mise en place des stations, deux types de stations avaient été retenue :

- **des stations caractéristiques de zones « saines » (5)** avec des peuplements dominants d'acropores (branchus ou digités)
- **des stations caractéristiques de zones « perturbées » (2)** avec des peuplements coralliens dominants de *Porites (synarea) rus* et/ou *Montipora circumvallata*.

Ces stations, regroupées ainsi, ont suivies au sein de chaque catégorie, des tendances évolutives temporelles et structurelles comparables :

Les stations caractéristiques de zones « saines » :

Les stations des platiers de « 3 Châteaux » (Saint-Gilles-les-Bains), « La Corne » (Saint Leu), « La Varangue » (Saint-Leu), « Etang-Salé » (Etang-Salé), « Ravine Blanche » (Saint Pierre) sont caractérisées par une proportion importante de coraux branchus et digités du genre *Acropora spp* (catégories ACB et ACD). Cette structuration des faciès coralliens peut expliquer les variations observées des taux des recouvrements coralliens suivant un schéma en « dents de scie ». En effet d'importantes fluctuations de ces taux sont parfois visibles d'une année sur l'autre. On observe une alternance d'années « chaudes » où il y a une colonisation importante des platiers par des algues filamenteuses et une mortalité corallienne variable, et des années « normales » où l'on observe une régénération « rapide » des colonies de coraux après les épisodes de stress. La bonne capacité de croissance (environ 10 cm/par an) et de régénération de ces colonies de madrépores pouvant compenser les mortalités antérieures. Ces phases de mortalités coralliennes semblent liées à la forte sensibilité de ces communautés coralliennes face aux perturbations anthropiques exogènes ou endogènes du milieu.

On peut cependant noter deux épisodes de mortalités coralliennes importantes qui sont intervenus entre 2003 et 2004, et entre 2008 et 2009, avec pour conséquence une réduction notable (entre 10 et 30% en fonction des stations) de la proportion de coraux durs sur ces 5 stations.

Les stations caractéristiques de zones « perturbées » : (stations présentant des faciès coralliens où les colonies coralliennes sont résistantes aux perturbations de milieu) :

Les stations de « Planch'Alizés » (St Gilles) et « Alizés plage » (St Pierre) sont des stations ayant des peuplements coralliens dominés par *Porites (synarea) rus* et/ou *Montipora circumvallata*). Ces coraux sub-massifs sont généralement plus résistants aux phénomènes de blanchissements coralliens, mais aussi aux épisodes exceptionnels comme les fortes houles ou marées basses. Ainsi « Planch'Alizés » et « Alizés plage » n'ont pas ou très peu évolué au cours du temps. En effet ces 2 stations présentent des taux de recouvrements coralliens de l'ordre de 50% de coraux durs (taux moyen depuis le début des suivis). Cependant entre 2008 et 2009 un enlèvement important a été visible sur la macro-colonie de « Planch'Alizés ». La proportion de

communautés algales opportunistes a doublé en un an sur cette station (30% en 2008, 59% en 2009) et corrélé à une diminution du taux de recouvrements en coraux durs (60% en 2008, 32% en 2009). Ceci peut être expliqué par des températures anormalement élevées entre décembre 2008 et février 2009 ayant entraîné une mortalité corallienne en 2009 (M. Guillaume & al, 2009).

Au niveau des pentes externes :

L'évolution des recouvrements coralliens sur les stations de pentes externes est globalement à la baisse.

On peut regrouper les 7 stations du suivi en 2 catégories :

3 stations dont l'évolution temporelle des taux des recouvrements coralliens est relativement stable à l'échelle de ces dernières années :

- Saint-Leu : « La Corne » Pente externe (au sein d'une passe)
- Saint Pierre : « Alizés plage » et « Ravine blanche » Pente externe

Ces stations sont néanmoins situées dans des zones de pentes externes courantogènes au niveau de « La Corne » de St Leu, ou à St Pierre caractérisé par un brassage hydrologique important et un hydrodynamisme puissant (houle).

4 stations dont les taux de recouvrements coralliens sont fortement en baisse :

- « Etang-Salé » pente externe : - 67% de recouvrement corallien entre 2000 et 2009.
- Saint-Gilles « Planch'Alizés » pente externe : - 66% de recouvrement corallien entre 2000 et 2009.
- Saint-Gilles : « Trois Chameaux » pente externe : - 64% de recouvrement corallien entre 1998 et 2009.
- Saint-Leu « La Varangue » pente externe : - 45% de recouvrement corallien entre 1999 et 2009.

Les peuplements d'acropores catégories (ACB, ACD, ACT, ACS) sont globalement en baisse sur toutes ces stations. Les peuplements d'*Astreopora* spp (communautés de substitution possibles ???) augmentent ou se stabilisent sur ces pentes externes.

Cependant une étude sur la biodiversité corallienne réalisée en 2010 (Faure G, com pers.) démontre que même si les recouvrements coralliens ont fortement baissé sur certaines stations (comme « La varangue », « Trois chameaux » et « Planch'Alizés »), la diversité des espèces de coraux durs semble avoir été conservée sur ces stations. Ceci laisse présager, qu'en l'absence d'épisode exceptionnel de mortalité corallienne, des phénomènes de recolonisation de ces pentes externes sont possibles si les conditions environnementales ne se dégradent pas à court terme.

3.5. Les SEYCHELLES

3.5.1 Introduction

The Republic of Seychelles is a small island state located in the Western Indian Ocean between Africa and India. Scattered over an Exclusive Economic Zone of about 1.4 million Km², the archipelago consists of 115 islands and these are the Mahe group which consists of 43 granitic island and the coralline groups consisting of 73 coralline outlying islands. It has been estimated that the Seychelles has approximately 1,690 km² of coral reef (Spalding et al., 2001) and the majority of these are located within the outer islands of the archipelago. The coral reef ecosystems can be classified as three main types and these are (i) fringing reefs (which more common within the inner island) (ii) atolls and (iii) platform reefs which are more common features in the outer islands. The reefs can be further described by the substrate upon which they develop and the two common types are granitic (mostly common within the inner islands) and carbonate reefs. Coral reefs are very important ecosystems for the Seychelles as they serve the population both directly (e.g. via artisanal fisheries) and indirectly (eco-tourism). As in most parts of the world various anthropogenic threats to coral reef ecosystems and this is especially the case within the inner islands where most of the population of the country live.

Importance of coral reef in the Seychelles

As mentioned above, coral reef ecosystems are very important to the Seychelles both for economic values as well as for their ecological functions. With tourism and fisheries being the two most important sectors of the Seychelles economy and with 100% of the Seychelles territory considered as coastal, it is evident that reefs are very important ecosystems for the country. According to Grandcourt & Cesar (2003) fishing remains the most significant activity (Artisanal fishery mainly) that is associated with coral reefs. Over the years, there has also been a significant increase in activities which relies on coral reefs for ecosystems services and these include glass bottom boats & snorkelling tours as well as diving.

3.5.2 Major threats to coral reefs

It is evident that with a great part of the population having to rely on the sea and coral reefs ecosystems in particular for their living, there are various anthropogenic pressures on these habitats. Firstly there is the direct destruction of reefs by traps and anchors as well as damages caused by snorkelers and divers. Furthermore, there has also been an increase in coastal development and very often this result in sedimentation of the nearby reefs from the run-off, especially during the rainy season. With the increase demand for lands for development, reclamation of a great part of the East coast of Mahe has resulted in the direct destruction for quite an extensive area of coral reef ecosystems. There are also other natural phenomenon, the most threatening one being rise in sea surface temperature that are also putting the reef ecosystems under pressure.

3.5.3 Coral reef monitoring in the Seychelles

A vast majority of the reefs in the Seychelles remain unstudied due to the spread of the 115 islands and most of the work has been done around the inner granitics as well as Aldabra for the outer islands (Stodart 1970). However, over the years there have been several expeditions that have taken place where the some of the reefs of the outer islands were studied. Some of the recent studies carried out within the outer island include work from Sheppard and Obura (2005), Aldabra Marine Programme, IUCN, Living oceans foundation Expedition and Hagan (2004). The main reason for the lack of studies of the reefs of the outer islands is mostly due to accessibility, which compared to the sites of the inner islands, can be quite difficult and costly.

The Seychelles Coral Reef Monitoring network which was initially set up under the Indian Ocean Commission project was running quite effectively until the project came to an end in 2004. Unfortunately since then, the network became more or less inactive but with the Seychelles National Parks Authority now responsible for the network, there are plans to revive the network. The most extensive and continuous coral reef monitoring in the Seychelles is currently being done by Global Vision International who has been working with the Seychelles National Parks Authority (Formerly Seychelles Centre for Marine Research & Technology – Marine parks Authority (S.C.M.R.T – M.P.A)). The GVI programme ensures that their volunteers are well trained and are able to collect reliable data, which means that with their capacity, they are able to assist the SNPA with vital data collection on over 30 sites.

3.5.4 Monitoring sites

There are approximately 81 monitoring sites for the inner granitics of the Seychelles however most of these have not been monitored on a regular basis but baseline data is available. The most consistently monitored sites are those on the North Western site and the monitoring is done by Global Vision international. Figure 1& 2 below shows the distribution of these sites.

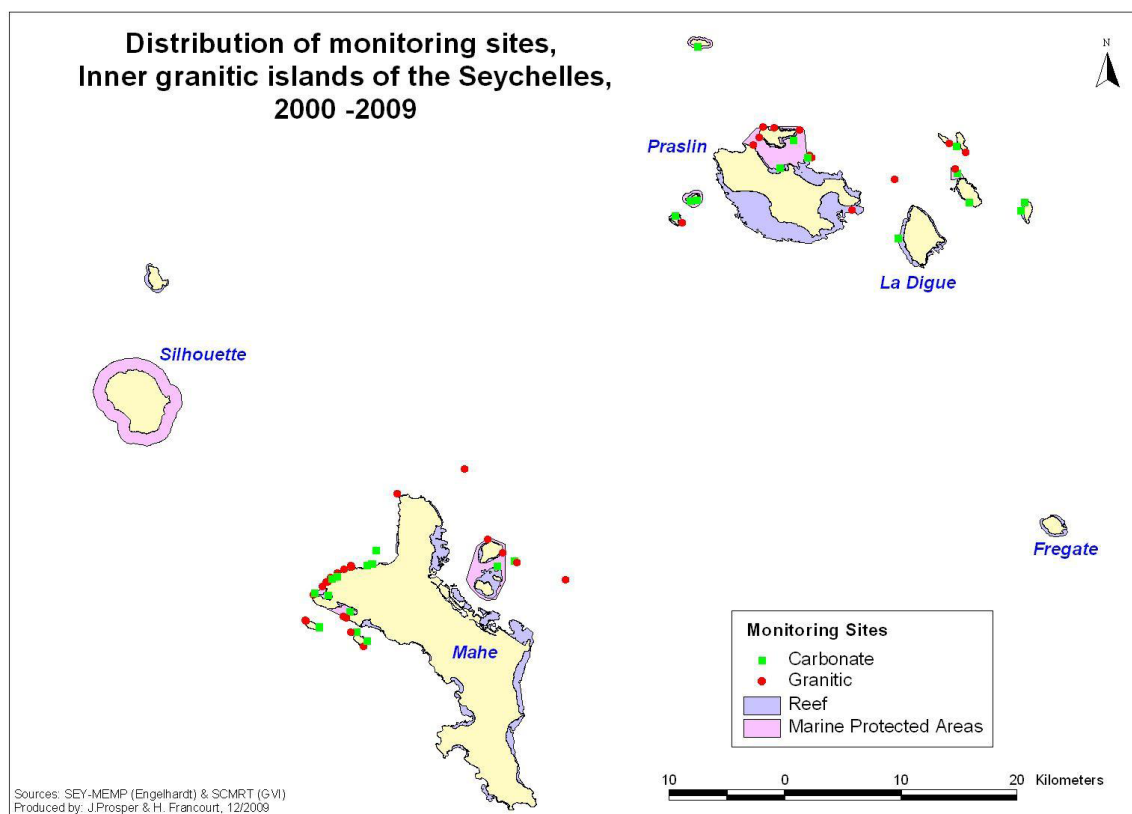


Figure 1 – Map showing the location of the monitoring sites within the inner granitics of the Seychelles (©J. Prosper & H. Francourt 2009)

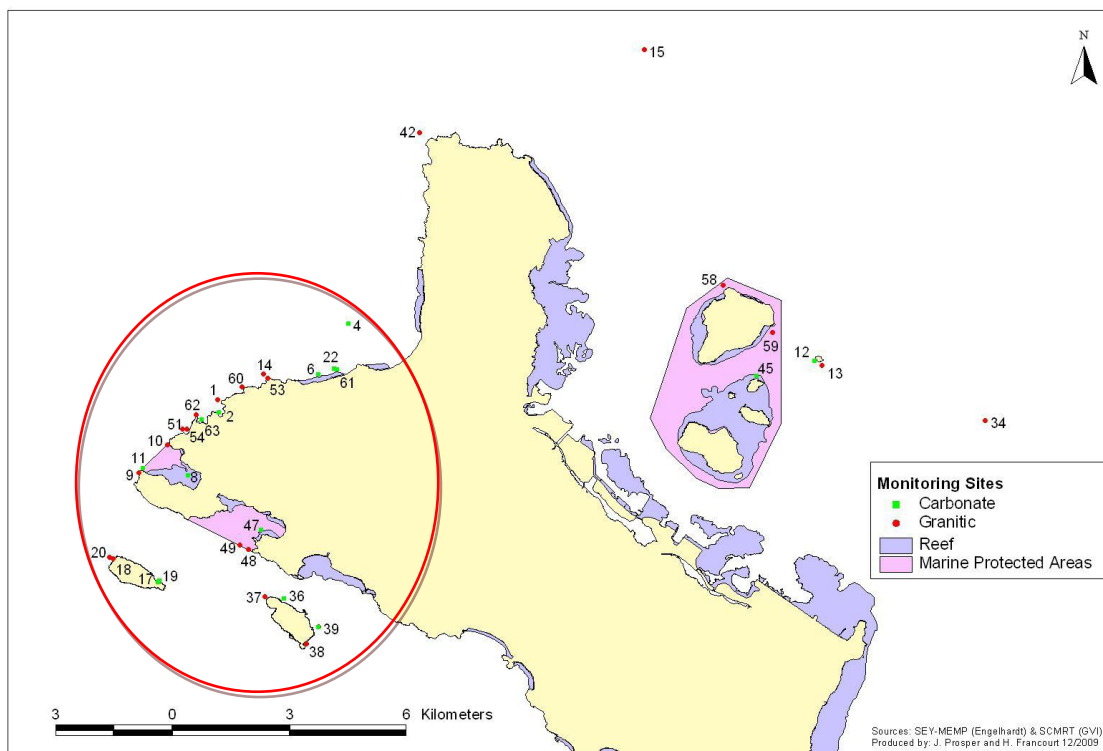


Figure 2- Sites monitored by GVI on the North Western Coast of Mahe (Circled in red). (©J. Prosper & H. Francourt 2009)

3.5.5 Methodology

The methodology used for the monitoring is a similar one to that of GCRMN but with several modifications which has been made by SNPA and GVI to suit certain specific needs.

Line Intercept Transects (LITs)

At each site, six Line Intercept Transect (10metres long each) are taken at two different depths. Three transects are placed in the shallow zone which is between 1m to 10m depending on the site and another three transects are placed along the deep part of the reef slope (10m to 15m). All the transects are placed randomly in a diagonal direction along the reef from the shore towards the deeper part of the reef slope. The same codes used by the GCRMN are employed and the coral are recorded down to genus level.

Coral Diversity Belt Transects

For coral diversity, two 50m transects are placed diagonally along the reef slope and all the coral genera found within 2.5m of each side of the transects are recorded.

Invertebrate Abundance & Diversity Belt Transects

A list of invertebrates similar to that of the GCRMN is used to count the invertebrates along the same transects as the LIT.

3.5.6) Results

Live Hard Coral Cover (LHCC)

Figure 3 below shows the mean percentage live hard coral cover LHCC for all of the monitored sites combined. This includes both the carbonate and granitic reefs.

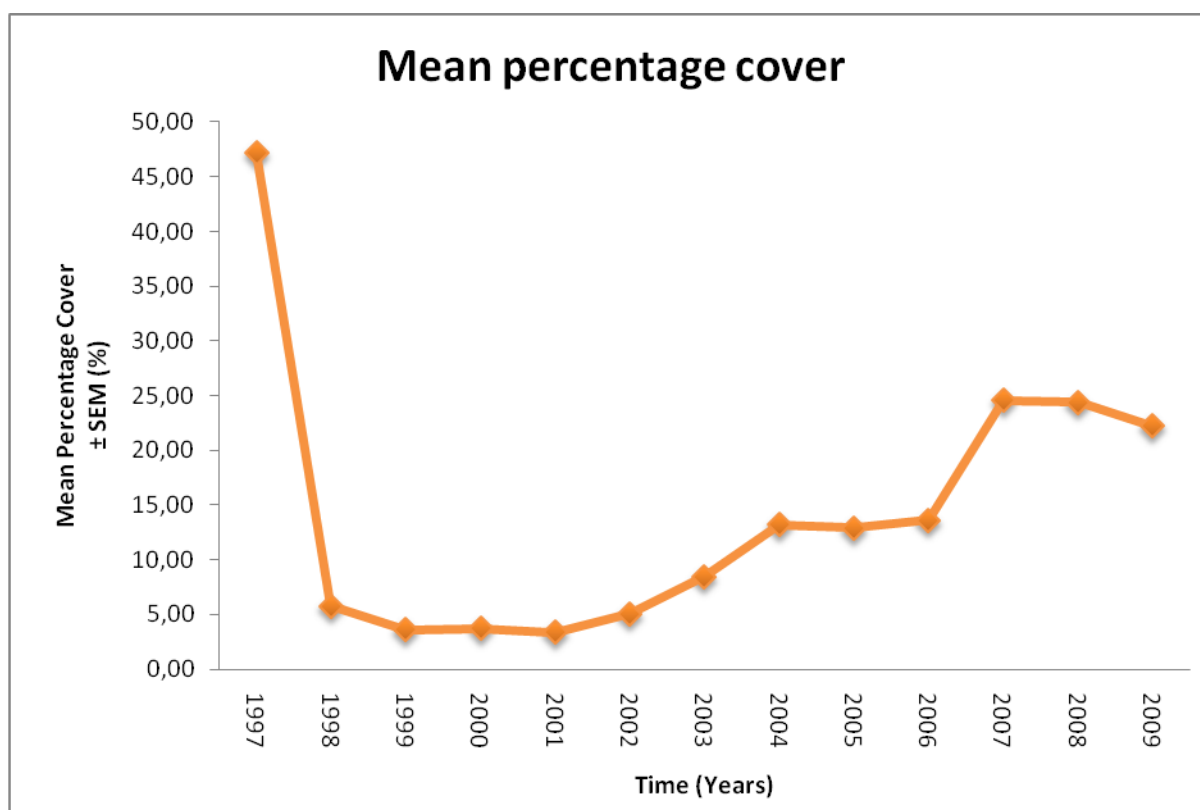


Figure 3 – Live Hard Coral Cover ($\pm$ SEM) for all sites in combined.

As the figure above indicates the percentage cover for live hard corals for all the sites combine stood at 24.4 % which was an very slight reduction of less that 1%. The following year in 2009 the LHCC is shown to have reduced slightly again by approximately 2%. The reasons for the reduction over 2008 and 2009 are not known but there may be various factors which may have contributed to that. The data collected indicates that at some of the sites the coral recovery was doing quite well. For example sites like Baie Ternay and Port Launay live coral cover of almost 40% were recorded in 2009. However for other sites such as Corsaire, Conception Central East and whale rock were between 14 to 19%. This may suggest that sites situated within protected areas are doing quite well in terms of recovery. In the Status report for coral reefs of the inner islands of the Seychelles, Payet et al 2005 mention that 5 out of 8 sites were recovery was greater than 5% were located within marine protected areas. This further supports the idea that protective status is an advantage for recovery of reefs. It has to be noted however that there are one or two sites located within protected areas where coral cover was being recorded to be as low as 12% which suggest that there might be other factors affecting recovery. One possible factor is the type of substrate upon which

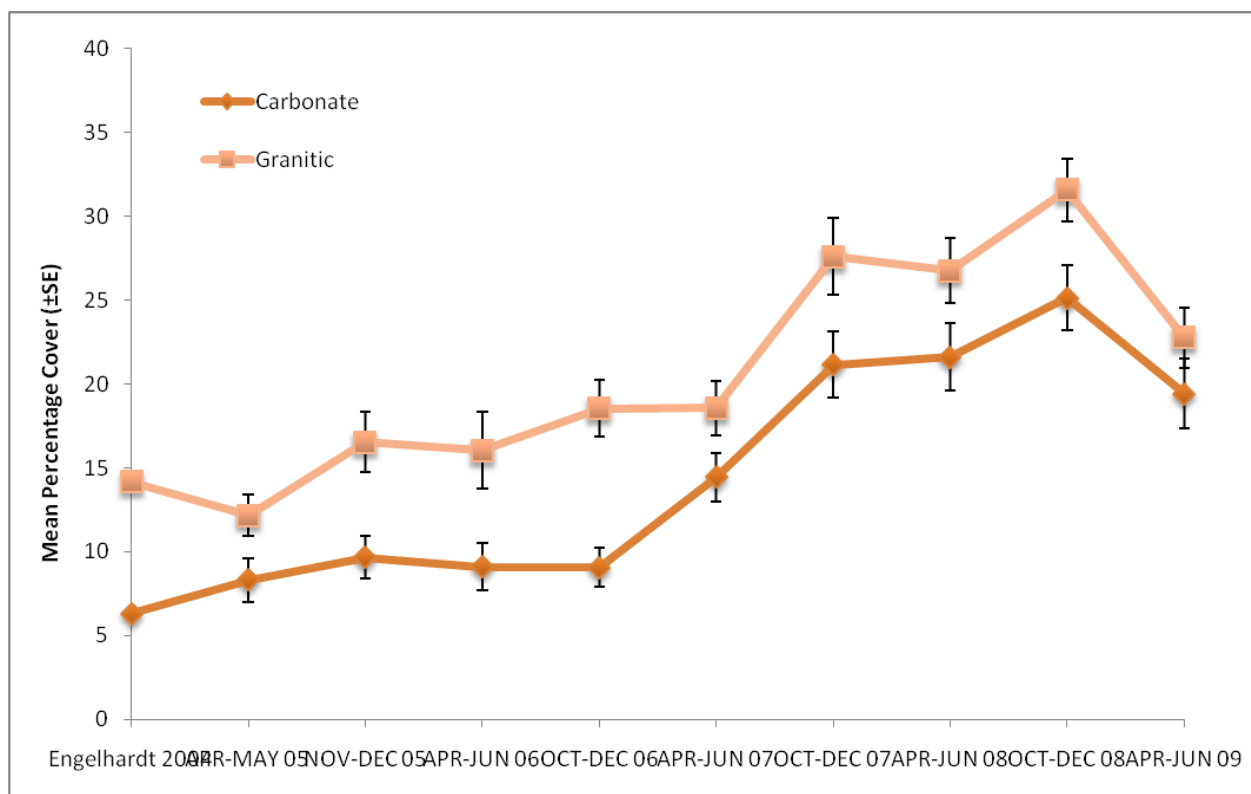


Figure 4- Mean Percentage cover for carbonate and granitic reefs of around the North Western side of Mahe from 2004 to 2009. (Sullivan 2009)

As indicated by the results on figure 4 above, the trend indicates that the live hard coral cover appears to be reasonably higher when compared to carbonate ones. One factor to explain this difference may be the stability of the substrate, where the granite based substrate offers more stability for coral recruits to grow on. However there may be various other factors which may be the reasons for the differences but these are not investigated in this report.

Algae and other epibenthic organisms

Figure 5 below show the trend in cover for the various forms of algae & other epibenthic organisms that are recorded. As the figure indicates, the cover by coralline algae has generally been decreasing over the years with the lowest being recorded during 2008 and 2009 respectively. As for sponges, macro algae, soft corals and coralimorphs, the train has remained more or less constant in 2008/2009 as was the case for the previous years.

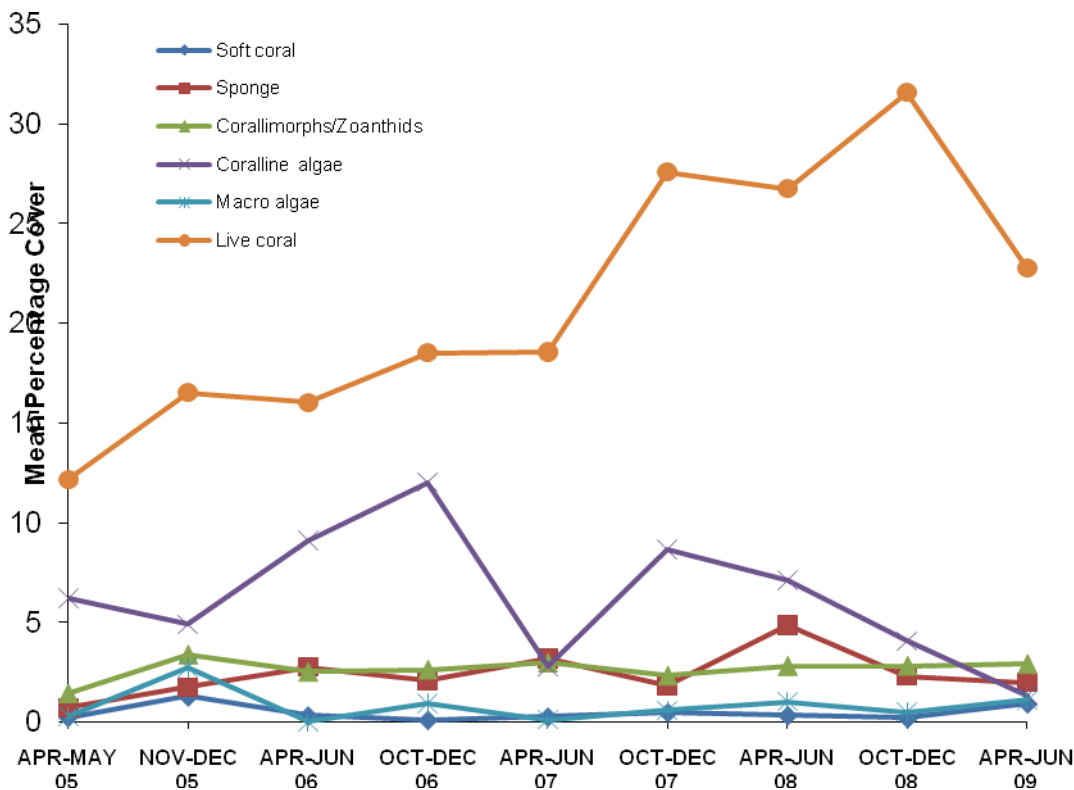


Figure 5 Mean percentage cover of algae and of epibenthic organisms at the granitic reef sites surveyed, for each survey period from 2005 to 2009. (Sullivan 2009)

Coral Recruitment

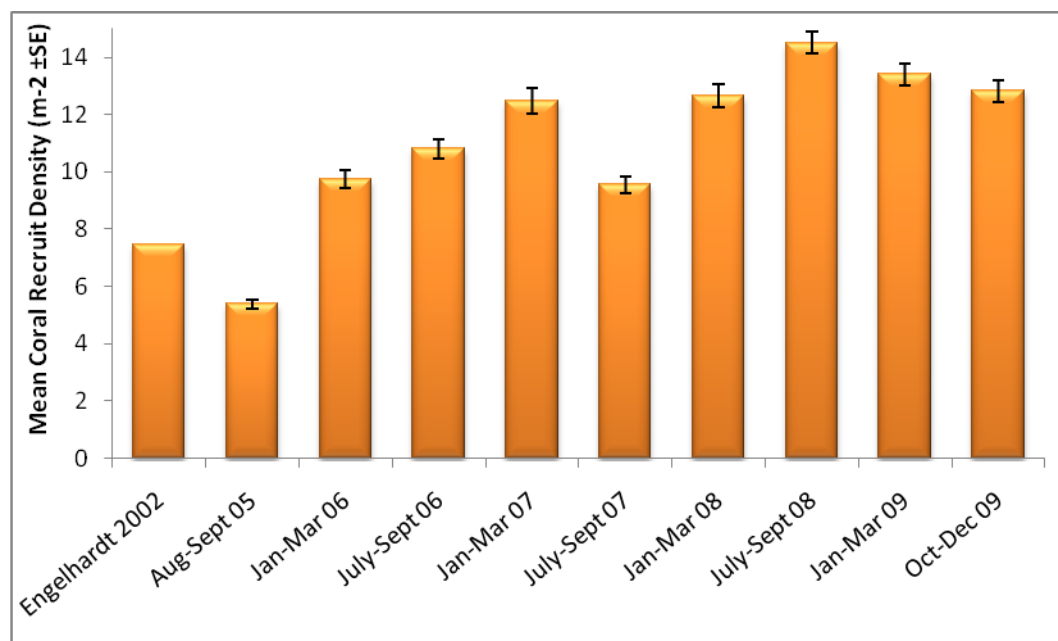


Figure 6 - Trend in mean density of coral recruits (per metre²). (Sullivan et al 2009)

Figure 6 above shows the results for the mean density of coral recruits recorded. The recruitment density was slightly higher during 2008 and 2008 with the highest density being recorded between July and September 2008. This indicates that even if corals are recruiting, there are certain factors which are affecting their growth at some point.

The overall results for the sites monitored shows that there has only been a very small and insignificant decrease in live coral cover. However, looking at the individual sites, the coral cover has improved quite significantly over 2008/2009 and these include sites such as Baie Ternay, Port Launay, L'ilot & Therese where coral cover has been recorded to be as high as 40%. There are other sites however where coral cover is not as high and recovery is at a slower rate.

Monitoring of the sites remains a very important priority if the status of the reefs is to be followed and at this point it should be mentioned that over the past two years GVI has set up 12 new sites around the area of the Curieuse Marine National Parks. This will increase the amount of information available to understand the way in which reefs are changing.

Bleaching

Throughout the Western Indian Ocean region from January to around April of 2010, there was a high alert for coral bleaching where the Seychelles had been predicted as being very vulnerable to bleaching. Indeed after so many week of warm sea surface temperature coral bleaching started to occur. Unfortunately due to unforeseen circumstances no extensive surveys were carried to assess the bleaching. However, rapid visual surveys by GVI and SNPA staff showed that up to 80% of corals had started to bleach. Fortunately there was an improvement in the environmental conditions and the bleached corals were able to recover. Rough estimates shows less than 10% of the live corals actually died (Quatre personnel observations). None the less, bleaching still remains as one of the biggest threats to coral reef ecosystems in the Seychelles.

3.5.6) Acknowledgement

The Seychelles National Parks Authority wishes to acknowledge Global Vision International for their most valuable contribution as without their collaboration it would have been extremely difficult to monitor so many sites. A special mention goes to all the volunteers who collected the data and the staff especially Lindsay Sullivan, Sharon Drabsch and Samantha Courtney for the production of the GVI report for 2009. A special mention also goes to Tim Kirkpatrick the director of GVI here in the Seychelles. Acknowledgement also goes to SCMRT staff for helping out with the data especially Rodney Bonne & Daig Romain and last but not least Justin & Helena for their maps.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le réseau récifs des Iles du Sud Ouest de l'Océan Indien a connu, depuis sa création, deux périodes contrastées, en lien direct avec les financements engagés :

Une période de « bon état de santé » (2000-2005), grâce aux financements provenant du GEF (World Bank), de l'Union Européenne et de sa mise en œuvre par Commission de l'Océan Indien (COI).

Le bilan de ces 5 années d'existence du réseau dans les pays membres de la COI avait été considéré comme étant très positif.

Ces financements a permis au réseau de fonctionner normalement notamment dans la mise en œuvre :

- de formations de nombreux techniciens et scientifiques sur les méthodologies de suivi des récifs et sur la plongée sous marine.
- L'acquisition d'équipements scientifiques et de plongée importants.
- La rencontre régulière des Points focaux afin d'établir des rapports de synthèse régionales ou mondiales.
- La création d'un climat de convivialité et de fraternité régionale entre les différentes personnes membres du réseau.
- Une expérience de cartographie de vulnérabilité des récifs sur des sites pilotes pour la gestion des ressources récifales.
- La création d'une base de données régionale du suivi des récifs.

Une période « mauvais état de santé » pour le réseau (2006-2010)

- Certains pays (notamment Madagascar et les Comores) ont rencontré de grandes difficultés pour la réalisation des suivis et certaines stations n'ont pu être malheureusement réalisées.
- Véritable « bouffée d'oxygène », le réseau récif a été appuyé pour la période 2006-2007 par le projet « Réseau des AMP-COI ». Ce qui a permis en 2007, d'organiser une rencontre des points focaux nationaux du réseau (Maurice, Quatre Borne) afin d'établir une synthèse régionale intégrée dans le rapport de l'état de santé des récifs coralliens dans le monde « Status of Coral Reefs of the World 2008 » (C.Wilkinson) pour le réseau mondial.
Cependant au delà de cette aide d'urgence, il était important de trouver des moyens de fonctionnement à long terme et un audit du réseau a été réalisé dans le cadre du programme ReCoMap.
- En 2008, la réunion des gestionnaires d'aires marines protégées (réseau AMP – COI) à Madagascar (Diego) a permis une rencontre informelle de certains points focaux.
- En juin 2010, grâce au soutien du programme RECOMAP, le réseau a pu se réunir à Maurice (Flic en Flac) avec plusieurs objectifs :
 - Etablir un rapport de synthèse régional 2010 (présent document).
 - Former les membres du réseau au logiciel COREMO 3 développé par l'Arvam.
 - Discuter de l'avenir du réseau et sur les pistes permettant sa pérennisation.

Lors de cette réunion, la réalisation d'un Observatoire Régional des Récifs Coralliens (ORRC) sous forme associative (ou autre) avec des financements provenant de partenaires

privées semble être une piste envisageable. Une étude préalable de faisabilité de création de cet observatoire a été demandée à COI-RECOMAP dans ce sens.

En conclusion : Ce réseau est aujourd'hui un réseau menacé ! Il doit sa survie grâce à la volonté forte de ses membres et d'États de continuer les travaux engagés pour la connaissance et de la sauvegarde des récifs coralliens de la zone. Cependant cette situation, difficile, risque à court terme de faire disparaître cette collaboration régionale, exemplaire aussi dans sa dimension humaine.

5. BIBLIOGRAPHIE

Les Comores

- A.GOU (1988)**, Récifs coralliens de Ndzouani, répartition et intérêt, Mémoire de fin de cycle à l'ENES.
- AHAMADA S. et al (2008)**. Status of Coral Reef of the South West Indian Ocean Islands States. Status of coral reef of the world, volume1
- AHAMADA S. et al (2004)**. Status of Coral Reef of the South West Indian Ocean Islands States. Status of coral reef of the world, volume1: 189-211
- AHAMADA S. et Farid Anasse (2004)**. Atlas de vulnérabilité des zones corallines peu profondes de la Grande Comore. Rapport AIDE/COI
- C.WILKINSON (2002)**, Status of Coral Reefs of the World.
- L.BIGOT, J.MAHARAVO, J.BIJOUX, S.AHAMADA, S.MEUNIER, N.PAUPIAH, M. MOINE-PICARD ; (2002)**. Rapport régional « suivi de l'état de santé des récifs coralliens dans les Iles du Sud Ouest de l'Océan Indien en 2002 ». Rapport COI.
- JAMAR & Soimadou (1993)**, étude de faisabilité d'un parc marin de Nioumahoua Mohéli.
- LE BERRE 1993**, Mission d'identification des sites potentiels de réserves de la biosphère et des biens du patrimoine mondial en RFI des Comores.
- P. ROUET et A.AHMED 1986**, Récifs coralliens des Comores, Rapport non publié.
- QUOD J-P., BIGOT L CONAND C., CHABANET P. (1998)**. Manuel méthodologique sur le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud Ouest de l'Océan Indien.
- V.TILOT (1994)**, Etude de l'environnement marin et côtier et des aspects socio-économiques de la pêche autour de l'île de Mohéli, Rapport UICN Programme marin et côtier, 80 pp + Annexes
- BRUTON et al (1988)**. Recommandations sur la conservation marine aux Comores. Rapport de Mission du JLB Smith Institute South Africa.

Madagascar

- Benbow, S., Franco, C., Gough, C., Gibbons, E., and Harris, A. (2010)** Variation in severity of bleaching in response to thermal stress in western Madagascar between January and May 2010. Blue Ventures Conservation.
- Coleman FC, Williams SL (2002)** Overexploiting marine ecosystem engineers: potential consequences for biodiversity. TRENDS in Ecology & Evolution Vol.17 40 - 44
- Conservation International (2010) unpublished data
- Cripps, G. (2009)** Understanding Migration amongst Small-Scale Fishers in Madagascar. Blue Ventures Conservation.
- Cripps, G.(2009)** Feasibility of the creation and management of the Barren Isles marine protected area
- Gillibrand, C.J., Harris, A.R., and Mara, E. (2007)** Inventory and Spatial Assemblage Study of Reef Fish in the Area of Andavadoaka, South-West Madagascar (Western Indian Ocean). Western Indian Ocean J. Mar. Sci. 6(2) 183-197
- Gough, C. (2010)** Ecological Assessment of the marine and coastal ecosystems of Kirindy Mite, Menabe: West Madagascar. Blue Ventures Conservation Report.
- Gough, C., Harris, A., Humber, F. and Roy, R. (2009a)** Biodiversity and health of coral reefs at pilot sites south of Toliara. WWF Marine resource management project MG 0910.01. Blue ventures Conservation.
- Gough, C., Humber, F., and Harris, A (2009b)** Ecological Study of the region south of Toliara. MNP marine extension of Tsymanapesotse. Blue Ventures Conservation.
- Graham NAJ, Wilson SK, Jennings S, Polunin NVC, Bijoux JP, Robinson J (2006)** Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystems. PNAS 103: 8425-8429
- Harding, S. and Randriamanantsoa, B. (2008)** Coral Reef Monitoring in Marine Reserves of Northern Madagascar. In Ten years after bleaching - facing the consequences of climate change

in the Indian Ocean. CORDIO Status Report eds). Mombasa: Coastal Oceans Research and Development in the Indian Ocean/Sida-SAREC, pp. 93-106.

Harding, S., Randriamantsoa, B., Hardy, T. and Curd, A. (2006). Coral Reef Monitoring and Biodiversity Assessment to Support the Planning of a Proposed MPA at Andavadoaka. Antananarivo 101 Madagascar: Wildlife Conservation Society and Blue Ventures Conservation.

Harris, A., Benbow, S., and Gough, C. (2009) Recovery dynamics of coral reefs in Andavadoaka, southwest Madagascar: 2004-2008. Blue Ventures Conservation report

Harris, A., Manahira, G., Sheppard, A., Gough, C. and Sheppard, C. (2010) Demise of Madagascar's once great barrier reef - change in coral reef condition over 40 years. Atoll Research Bulletin 574, 1–18.

Maharavo, J., and Razafinjatovo, P.P. (2006) Diagnostic des récifs coralliens de l'île aux nattes, sainte marie (Madagascar) en vue de la mise en place de mesures de gestion durable. Conservation International

Maina, J., Venus, V., McClanahan, T.R. and Ateweberhan, M. (2008) Modelling susceptibility of coral reefs to environmental stress using remote sensing data and GIS models. Ecological Modelling 212, 180–199.

McClanahan, T.R., Ateweberhan, M., Omukoto, J. and Pearson, L. (2009) Recent seawater temperature histories, status and predictions for Madagascar's coral reefs. Marine Ecology Progress Series 380, 117–128.

McClanahan, T.R., Baird, A.H., Marshall, P.A. and Toscano, M.A. (2004) Comparing bleaching and mortality responses of hard corals between southern Kenya and the Great Barrier Reef, Australia. Marine Pollution Bulletin 48, 327–335.

McClanahan TR (2006a) Chapter 8 - Management of Area and Gear in Kenyan Coral Reefs Fisheries Management: Progress Towards Sustainability, pp 166 – 185

McKenna, S.A. and Allen, G., R. (2003) A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral Reefs of Northwest Madagascar. Bulletin of the Rapid Assessment Programme 31

MDHS (2004) Madagascar Demographic and Health Survey.

Nadon, M.-O., Griffiths, D., Doherty, E. and Harris, A. (2007) The Status of Coral Reefs in the Remote Region of Andavadoaka, Southwest Madagascar. Western Indian Ocean Journal of Marine Science 6, 207–218.

Obura, D.O. (2009). Coral Reef Resilience Assessment of the Nosy Hara Marine Protected Area, Northwest Madagascar. CORDIO.

Ory, N. (2008). Etude Préliminaire Des Communautés Biologiques Benthiques Et Halieutiques De La Baie De Ranobe, Sud-Ouest De Madagascar. London: Reefdoctor.

Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, Froese R, Torres Jnr F (1998) Fishing Down Marine Food Webs. Science, New Series 279: 860 - 863

Randraimanantsoa, B., Zavatra, J.B., Razanakoto, I., Razafindratondra, F., Lope, J.C., and Bemanaja, E. (2009) Etude Biologique relative à la mise en place des réserves de pêches et l'aire marine protégée dans la zone de slary nord - Région sud ouest de Madagascar. WWF and WCS.

Salomon, J.-N. (1980) Les Récifs Coralliens de Belo sur Mer: Etude Géomorphologique (Sud-Ouest de Madagascar). Madagascar Revue de Géologie 37, 87–109.

Sheppard, C.R.C., Spalding, M., Bradshaw, C. and Wilson, S. (2002) Erosion vs. Recovery of Coral Reefs after 1998 El Niño: Chagos Reefs, Indian Ocean. Ambio 31, 40–48.

Veron, J.E.N. and Turak, E. (2005) Zooxanthellate scleractinia of Madagascar. In A rapid marine biodiversity assessment of the coral reefs of northwest Madagascar (McKenna, S.A. and Allen, G.R., eds). Washington, DC: Conservation International, pp. 23-25.

Webster, F.J. and McMahon, K. (2002) An Assessment of Coral Reefs in Northwest Madagascar. In Coral degradation in the Indian Ocean: Status Report 2002 (Linden, O., Souter, D. and Obura, D., eds). Kalmar, Sweden: CORDIO, Department of Biology and Environmental Science, University of Kalmar, pp. 125-134.

Wilkinson, C.R. (2000) World-wide coral reef bleaching and mortality during 1998: a global climate change warning for the new millennium? In *Seas at the Millennium, a Scientific Evaluation* (Sheppard, C.R.C., ed). Elsevier, pp. 43-57.

WWF (2006a). Salary Nord, Diagnostic Marin, Ebauche Du Schema Global D'Amenagement En Vue De La Creation D'Une Aire Protegee Marine. Antananarivo: WWF Madagascar West Indian Ocean.

WWF (2006b). Toliara Sud, Diagnostic Marin, Ebauche Du Schema Global D'Amenagement En Vue De La Creation D'Une Aire Protegee Marine. Antananarivo: WWF Madagascar West Indian Ocean.

La Réunion

BIGOT L, TESSIER E, CAUVIN B, CADET C, CHABANET P : Change in benthic community between 1998 and 2008 and their impact on fish assemblages at T Gilles / La Saline coral reef marine reserve (Réunion Island, Southwest Indian ECOMAR, GIP Marine Reserve, IRD). Poster réalisé en 2009 dans le cadre WIOMSA.

BIGOT L, CAUVIN B, TESSIER E, CHABANET P, DENNIS V, Spatiotemporal trends in biodiversity and coral reef communities structure at a decade Scale (Reunion Island; Southwest Indian Ocean ECOMAR, APMR- Marine Reserve, IRD) ICRS 2008 11th International Coral Reef Symposium.

GUILLAUME M., CAMBERT H. NICET JB , PRIBAT B, CAUVIN B et BRUGGEMANN H (MNH, ECOMAR, PARETO, GIP RNMR) Le blanchissement des coraux à la Réunion en 2009 – 43 p + annexes.

TESSIER E, BIGOT L , CHABANET P , CONAND C, CAUVIN B, CADET C, QUOD JP et NICET JB : Les récifs coralliens de La Réunion en 2007 : Etat des lieux et réseau de suivi (*Revue d'Ecologie Terre et Vie* vol. 63, 2008).

BIGOT L, CAUVIN B, TESSIER E Diversité corallienne et évolution de la structure des communauté benthique entre 1998 et 2006 à La Réunion (ECOMAR – APMR) (poster réalisé dans le cadre du forum « Biodiversité des écosystèmes coralliens » IRD Nouméa 2006)

GUILLAUME M, TURQUET J, CAUVIN B, & BRUGGEMANN H, Analysis of recent coral bleaching events at Reunion Island (Bremen ISRS 2006)

NICET JB, TURQUET J, Réponse au phénomène de blanchissement corallien observé en 2004 à La Réunion. (rapport ARVAM-PARETO) 27p + annexes

TURQUET J , GARNIER R, QUOD JP, BIGOT L, MOYNE-PICARD M, NAIM O, CAUVIN B. Réponse au phénomène de blanchissement corallien observé en 2003 à La Réunion. (rapport ARVAM en collaboration avec ECOMAR et APMR)

BIGOT L., (2001) Atelier de formation au suivi de l'état de santé des récifs coralliens de la Réunion – Peuplements benthiques – Rapport de synthèse - Rapport ARVAM pour le compte de l'APMR– 14 pp. + annexes.

BIGOT L., CHARPY L., VILLEDIEU C., ABDOU RABI F., AUMEERUDDY R., LIEUTAUD A., MAHARAVO J., PAUPIAH C. (2000) Rapport régional récif 1999-2000 Organisation des réseaux récifs. Résultats du suivi récifs. Rapport GREEN OI pour le compte de PRECOI/UE. 112 pp + annexes.

BIGOT L., NAIM O., CHABANET P., TESSIER E., GARNIER R., MOINE – PICARD M., QUOD J-P. (2000) Suivi de l'état de santé des récifs coralliens – GCRMN. Ile de La Réunion 1999. Rapport National Récif PRE-COI/UE.- Rapport ARVAM/ECOMAR pour le compte du Parc Marin Réunion.

CONAND C., CHABANET P., QUOD J-P., BIGOT L. (1998 ET 2000) Manuel méthodologique pour le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud-ouest de l'Océan Indien. Commission Océan Indien : 27p.

FAURE G. (1982) Recherches sur les peuplements de Sclératiniaires des récifs coralliens des Mascareignes (Océan Indien occidental). Thèse es sciences. Université Aix Marseille

II. 206pp.

GARNIER R., BIGOT L., NAÏM O., TROADEC R., MOYNE PICARD M. (1999)

Projet de mise en réserve naturelle du littoral ouest et sud de l'île de la Réunion.

Cartographie et sensibilité des écosystèmes marins. Rapport ARVAM pour le compte de la DIREN. 93p.

METE K., GARNIER R., BIGOT L., CHABANET P., NAIM O., QUOD JP. (2001)

Suivi de l'état de santé des récifs coralliens – Année 2000 – Rapport final - Rapport ARVAM/ECOMAR pour le compte du Parc Marin Réunion. 52 pp. + annexes.

NAIM O., CUET P., MANGAR V. (2000) - The Mascarene islands. In : Coral reefs of the Indian Ocean : their Ecology and Conservation (eds. McClanahan, T., Sheppard, C., Obura, D.O.), Oxford Univ. Press, in press

NAIM O., CUET P., (2000) - Benthic community structure versus nitrate input at Reunion (SW Indian ocean). Proc. 9th Intern. Coral Reef Symp., Bali, Indonesia

NAIM O., CHABANET P., DONE T., TOURRAND C., LETOURNEUR Y. (2000) - Regeneration of a reef flat ten years after the impact of the cyclone Firinga (Reunion, SW Indian ocean). Proc. 9th Intern. Coral Reef Symp., Bali, Indonesia.

Les Seychelles

Grandcourt, E. M. and Cesar, H.S.J. (2003). *"The bio-economic impact of mass coral mortality on the coastal reef fisheries of the Seychelles."* Fisheries Research, 60: 539-550.

Hagan A. (2004) *"Reef regeneration at Alphonse atoll, Western Indian Ocean following the 1997-1998 Ocean warming event."* unpublished Phd thesis

Payet R., Bijoux J., Adam P.A, (2005) *"Status and recovery of carbonate and granitic reefs in the Seychelles Inner islands and Implications for management"* pages 132-145 in "Coral Reef Degradation in the Indian Ocean status report 2005" Editors Souter D. & Linden O., CORDIO

Sheppard C. And Obura D. (2005) *"Corals and reefs of Cosmoledo and Aldabra atolls; extent of damage, assemblage shifts and recovery following the severe mortality of 1998."* Journal of Natural History 39 (2): Pages 101 -121

Spalding, M. D., Ravilious, C., & Green, E. P., (2001) (eds.) *"World atlas of coral reefs."* University of California Press, Berkeley, USA. 424 p.

Stoddart D. (ed) (1970) *"Coral islands of the Western Indian Ocean"*. Atoll research bulletin Vol. 136 - pages 1- 224

Sullivan L., (2009) *"GVI Seychelles – (Mahé) Marine Conservation Expedition Report N 004-2009"* Series No. 002 ISSN 1751-2255, Global Vision International

Sullivan L., Drabsch S., Courtney S. (2009) *"GVI Seychelles – (Mahé) Marine Conservation Expedition Report N 004- 2009"* Series No. 004 ISSN 1751-2255 Global Vision International

