Polynésie Française

AUTEURS :
Charlotte MORITS, Vetea LIAO, Yannick CHANCERELLE.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction

Récapitulatif des réseaux de suivi existants sur les récifs

- Suivi à macro-échelle : le territoire de Polynésie française
- Suivi à méso-échelle : les îles de Tahiti et Moorea
- Suivi à micro-échelle : portion de lagon de Tahiti et Moorea
- Méthodes d'échantillonnage

Évolution de l'état des récifs

- État général des récifs en Polynésie française (macro-échelle)
- État des récifs de l'île de Tahiti
- État des récifs de l'île de Moorea

Conclusion

Références bibliographiques

INTRODUCTION

La Polynésie française est composée de 118 îles réparties sur une région océanique d'environ 5 millions de km^2 et regroupées en cinq archipels (Société, Australes, Gambier, Tuamotu et Marquises). Quatre-vingt quatre de ces îles étant des atolls, la plupart de la surface terrestre se concentre sur les îles volcaniques. Le nord de la Polynésie française (Marquises) connait un climat tropical semi-aride et le sud (Australes) est soumis à un climat subtropical humide. Deux saisons se distinguent : de novembre à avril, une saison dite « chaude » ou été austral (humidité élevée), et de mai à octobre, une saison dite « fraîche » ou hiver austral (humidité moindre). Dans ce contexte, tous les archipels excepté celui des Marquises sont soumis au risque cyclonique (ex : cyclone Oli à Tubuai en 2010). Le risque de tsunami concerne tous les archipels, et en particulier les Marquises (ex : tsunami en 1960 au large des côtes chiliennes entrainant des vagues de 10 m aux Marquises).

Les îles principales que sont Tahiti et Moorea sont situées au centre de la Polynésie, dans l'archipel de la Société, et comptent à elles seules 200 000 habitants, soit 75% de la population. Les nombreuses autres îles sont ainsi peu, voire pas du tout habitées (76 îles). Hormis au niveau du centre urbain de Papeete à Tahiti qui s'étend dans la montagne, la population des îles volcaniques se répartit au niveau de la plaine littorale. La croissance de la population est faible et a tendance à diminuer (-1,2 % par an en 2007 et -0,6 en 2012).
La Polynésie française est une collectivité d'Outre-mer française et possède l'autonomie dans tous les domaines hormis la police, la justice, la politique monétaire, l'enseignement supérieur, l'immigration, la défense et les affaires étrangères. De ce fait, la gestion de l'environnement est sous la responsabilité du territoire. L'axe principal de développement de la Polynésie est le tourisme, qui repose sur un patrimoine culturel et naturel exceptionnel, représenté notamment par les récifs coralliens. Viennent ensuite la perliculture et la pêche. En 2013, les exportations de produits perliers ont rapporté 7,8 milliards de XPF, et les exportations de poissons 1,1 milliard.

La gestion des ressources naturelles a toujours eu une place importante dans la société polynésienne avec le système de rahui, une coutume permettant de limiter l'exploitation des ressources. C'est dans cette continuité plus ou moins perturbée avec l'arrivée de la culture occidentale et la société de consommation que des programmes de suivis et de protection de l'environnement récifal se sont développés.

Les herbiers sont peu représentés en Polynésie française. Deux espèces de phanérogames marines sont présentes et ponctuellement observées : *Halophila ovalis et H. decipiens*. Du fait de leur présence très diffuse (Payri et Duchêne 2010) et de l'absence de travaux spécifiques, il est aujourd'hui difficile d'évaluer leur distribution. Leur superficie pourrait représenter 28,7 km^2, soit 0,82 % des terres émergées de Polynésie française (Waycott et al. 2011).

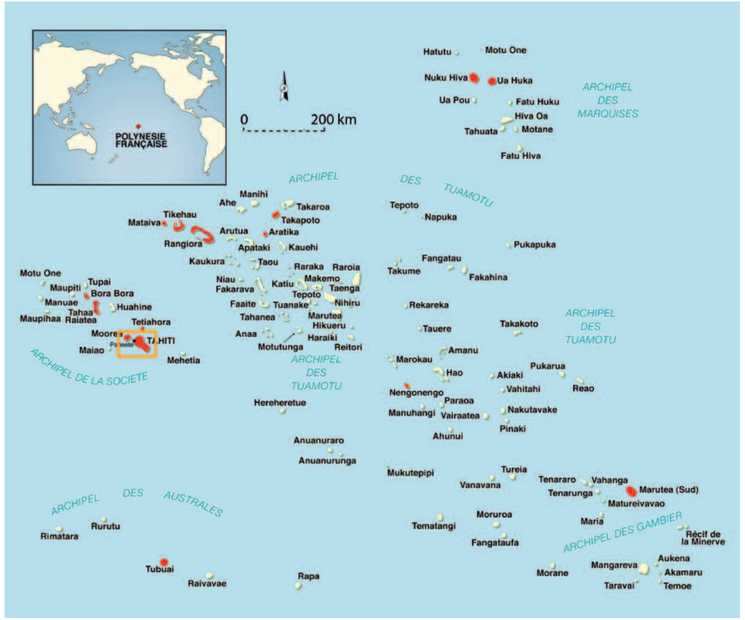
Au niveau des récifs coralliens, les causes principales de perturbation sont d'une part naturelles (cyclones, élévation anormale saisonnière de la température de l'eau et prolifération de l'étoile de mer *Acanthaster planci*), et d'autre part anthropiques (pêche, urbanisation des littoraux et des flancs de montagnes et rejets d'eaux usées notamment).

Ces perturbations anthropiques restent néanmoins encore relativement limitées aux zones les plus peuplées, soit quelques îles à l'échelle de la Polynésie française (Tahiti et Moorea principalement). L'objectif général des suivis environnementaux présentés ci-après est de réaliser des bilans de l'évolution de l'état de l'écosystème corallien, d'identifier les facteurs de causalité et d'apporter à plus ou moins long terme aux gestionnaires publics ou privés un outil d'aide à la décision pour la gestion de l'environnement dans les contextes et thématiques qui les concernent.

RÉCAPITULATIF DES RÉSEAUX DE SUIVI EXISTANTS

On entend dans cette étude par suivi environnemental toute activité visant à mesurer un paramètre chimique (ex : pH, salinité, sels nutritifs, oxygène, polluants), physique (ex : température, turbidité), biologique ou microbiologique (ex : bactérie, virus, coraux, poissons, algues) dans le milieu naturel, i.e. : colonne d'eau, substrat ou sédiment, par des prélèvements réguliers, étalés sur une période d'au moins trois années et selon une fréquence déterminée. Par extension les réseaux de suivi sont des ensembles géographiques comportant au moins deux points de suivi distincts répartis dans l'espace. La Polynésie française compte actuellement 7 réseaux de suivis de l'état de santé des récifs coralliens (Tableau 1 ; le Tableau A1 en annexe présente l'ensemble des suivis recensés en Polynésie mais sortant du contexte de cette étude). Les thématiques et étendues géographiques de ces réseaux sont variées (Figures 1 et 2). Certains suivis sont réalisés dans un contexte fondamental sur le très long terme (Polynesia Mana, recrutement corallien, séries de Tiahura), alors que d'autres plus appliqués visent à caractériser les impacts de l'Homme sur l'environnement récifal (AMP Moorea). Ainsi, selon les objectifs, la surveillance du milieu peut concerner une partie de lagon ou l'ensemble de la Polynésie, et s'intéresser à des secteurs subissant des perturbations naturelles et/ou anthropiques.

Figure 1 : Localisation des sites du réseau de suivi Polynesia Mana en Polynésie française.
L'encadré orange indique la partie de la région étudiée à des échelles géographiques inférieures.



Le CRIOBE est l'organisme scientifique qui assure l'essentiel des études de suivi de l'état de santé des récifs en Polynésie française, auquel il convient d'ajouter les réseaux de sciences participatives Reef Check et Observatoire des Requins de Polynésie, ainsi que le suivi Pavillon Bleu réalisé à Bora Bora.

Suivi à macro-échelle : le territoire de la Polynésie française.
Le réseau international de suivi des pentes externes « Polynesia Mana » a été créé en 1992 et fait partie du Réseau Mondial de Surveillance des Récifs Coralliens (GCRMN) (Tableau 1). Il comprend, en plus de la Polynésie française, 5 pays polynésiens (Tonga, Pitcairn, Samoa, Îles Cook et Kiribati), et comprend localement au moins un site d'étude par archipel de Polynésie française, aussi bien dans les îles volcaniques que dans les atolls (Figure 1). Ce réseau donne ainsi une image globale de l'état de santé des récifs de pente externe polynésiens puisqu'il permet de déterminer, sur le long terme et sur une grande échelle géographique, les modifications éventuelles des peuplements coralliens et ichtyologiques qui subissent des perturbations naturelles et, pour certains sites plus peuplés, des perturbations anthropiques.

Suivi à méso-échelle : les îles de Tahiti et Moorea
À plus petite échelle géographique, les suivis autour de Tahiti et de Moorea sont présentés dans les Tableau 1 et la Figure 2A-C. À Tahiti, le suivi RTO (Réseau Territorial d'Observation du lagon) a été réalisé de 1989 à 1993 par la Direction de l'environnement, en partenariat avec le CRIOBE, avec une à deux campagnes d'échantillonnage par an, dans le but de développer un dispositif de surveillance de l'environnement récifal lagonaire de Tahiti en prévention des dégradations du milieu associées à la croissance démographique. Une synthèse de ces 5 années de suivi a été réalisée en 1995 (Couraud et Salvat 1995), mais aucun réseau de suivi régulier n'a été réalisé à l'échelle de l'île entre 1993 et 2007. Le suivi a repris en 2007 sous le nom de RST (Réseau de Surveillance du milieu lagonaire de Tahiti), dont la mise en place est confiée au CRIOBE par la Direction de l'Environnement afin de suivre l'évolution de l'état de santé du milieu lagonaire et pour donner aux services concernés des éléments d'appréciation utiles en cas de situation conflictuelle au plan socio-économique. Sous cette nouvelle appellation, le suivi a été réalisé en 2007 (Adjeroud et al. 2007), 2008 (Adjeroud et al. 2009) et 2010 (Bosserelle et al. 2011). Entre le RTO et le RST, la plupart des zones de suivi ont été maintenues, 3 zones ont été ajoutées, et le nombre de stations est passé de une à deux par zone (récif frangeant et récif barrière). Ainsi, dans le cadre du RTO, 15 zones de suivi pour 17 stations d'échantillonnage ont été prises en compte, alors que dans la dernière campagne du RST en 2010, 17 zones ont été suivies pour 34 stations échantillonnées (Figure 2A).

À Moorea, le Plan de Gestion de l'Espace Maritime (PGEM) a été mis en place par la commune de Moorea-Maiao en 2004, succédant au Plan Général d'Aménagement qui a débuté en 1995. Le PGEM compte 8 aires marines protégées (AMP) réparties tout autour de l'île. Le suivi de ces AMP (CRIOBE) est basé sur un échantillonnage de la diversité des récifs frangeant, barrière, et pente externe dans les AMP ainsi que dans des zones témoins (hors AMP), afin de s'affranchir dans les analyses des différences spatiales qui perturbent les comparaisons (Figure 2C). Ce suivi permet ainsi d'appréhender l'évolution des récifs sous l'influence des perturbations naturelles, sur tous les sites, et des perturbations anthropiques liées à la pêche, en comparant les données intra-AMP et hors-AMP (Moreau et al. 2014). Il existe également à Moorea, depuis 2000, un suivi semestriel du recrutement des coraux, réalisé au niveau de 3 sites sur la pente externe (Figure 2C), qui permet de suivre les variabilités spatio-temporelles saisonnières et interannuelles du recrutement.

Suivi à micro-échelle : portion de lagon de Tahiti et Moorea
À Tahiti, suite à l'implantation du Centre d'Enfouissement Technique de Paihoro en 1998, une étude environnementale de la baie de Port Phaéton et un protocole de suivi ont été mis en place par la Société d'Environnement Polynésien (Tableau 1, Figure 2B). L'objectif est d'établir la situation écologique de la baie de Port Phaéton et d'estimer l'évolution de l'état de santé de son écosystème marin et de ses principales rivières (Figure 2B). A ce jour, 9 bilans complets (juillet 1998, juillet 2000, novembre 2001, septembre 2004, décembre 2006, novembre 2008, juillet 2010, août 2012 et juillet 2014) et 2 bilans intermédiaires (mars 2003 et décembre 2005) ont été réalisés par Naturalia & Biologia et le CRIOBE (Adjeroud et al. 1998 ; 2001 ; 2002 ; 2003 ; 2005 ; 2006a ; 2006b ; 2007, 2009 ; Planes et al. 2010 ; Bosserelle et al. 2012 ; Liao et al. 2014). Par ailleurs, un complément d'étude s'est exclusivement intéressé aux rivières de la baie de Port Phaéton (Adjeroud et Salvat 2000).
À Moorea, le site de Tiahura comprend, en plus du réseau de suivi des AMP et de celui du recrutement corallien, deux autres suivis (Tableau 1, Figure 2D). Le suivi de la « radiale Tiahura », est composé d'une vingtaine de transects le long desquels sont échantillonnés les poissons, le substrat et les invertébrés, du récif frangeant à la pente externe. Cette étude, débutée en 1987, permet d'obtenir une image de la variabilité à long terme des peuplements ichtyologiques et coralliens du récif de Tiahura. L'Agencement Temporel des Populations et des Peuplements (ATPP, Tableau 1) est un programme initié en 1990 visant à décrire et expliquer la variabilité interannuelle de cinq peuplements majeurs : algues, coraux, mollusques, échinodermes et poissons. Il est concentré dans deux zones précises de Tiahura (Figure 2D), avec un échantillonnage différent de la « radiale Tiahura ».

Méthodes d'échantillonnage
Chaque suivi possède son propre protocole d'échantillonnage mais les méthodes sont relativement similaires et conservées au cours du temps.
Les coraux et le substrat sont échantillonnés selon la méthode du « point intercept transect » PIT (AMP) ou du photoquadrat avec quadrillage (Polynesia Mana). Les poissons et les invertébrés (hors corail) sont échantillonnés par comptages visuels (taxonomie, nombre et estimation de la taille) dans des transects-couloirs de 25 ou 50 m de long sur 2 m de large. Les recrues coralliennes sont collectées sur des plaques en terre cuite immergées pendant 3 mois, et comptées et identifiées sous binoculaire en laboratoire. Les paramètres physico-chimiques de l'eau sont collectés à l'aide de sonde (température, salinité, pH, oxygène) ou analysés en laboratoire (sels nutritifs, bactériologie, chlorophylle).

Suivi participatif : Reef Check Polynésie
En Polynésie française, le programme Reef Check a été initié en 2000. Le réseau s'est développé jusqu'en 2010 et compte

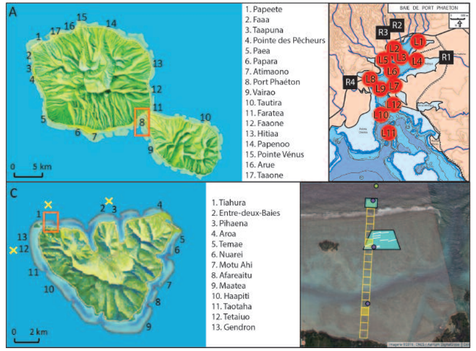


Figure 2 : Localisation des sites à Tahiti (A, B) et Moorea (C, D). Les encadrés orange (A, C) indiquent la portion étudiée à une échelle géographique inférieure (B, D). Les sites du suivi du recrutement corallien sont représentés par des croix jaunes (C). Les transects de la radiale de Tiahura sont indiqués en jaune et les zones ATPP en bleu (D).

Réseaux	Date de création	Objectifs	Échelle	Variables
Polynesia Mana/ Réseau de surveillance des pentes externes	1992	Suivi des modificationsdes peuplements de coraux et de poissons sur le long termeen rapport avec les changementsclimatiques et les perturbations naturelles	Pacifique Sud (6 pays)	Substrat, coraux, invertébrés, poissons
RTO / RST	1989-1993 / 2006	Surveillance écologique du lagon de Tahiti	Tahiti (16 sites)	Physico-chimie des eaux, Coraux, Poissons, Mollusques, Echinodermes.
Port Phaéton - Tahiti	1998	Surveillance des rejets éventuels du Centre d'Enfouissement Technique de Paihoro	Baie de Phaéton et ses rivières (16 stations)	Physico-chimie des eaux et des sédiments. Peuplements benthiques
AMP Moorea	2004	Suivi en vue de l'évaluation, de la protection et de la gestion durable	Moorea (13 sites)	Substrat, invertébrés, poissons
Suivi du recrutement corallien	2000	Suivi de la variabilité spatio-temporelle du recrutement des coraux Scléractiniaires sur la pente externe	Moorea (3 sites)	Recrues de coraux Scléractiniaires
Radiale de Tiahura (série Poisson)	1987	Suivi biannuel des peuplements de poissons et du recouvrement en substrat	Moorea	Coraux, substrat, poissons
Radiale de Tiahura (ATPP)	1990	Etude de la variabilité interannuelle	Moorea	Coraux, substrat, benthos, poissons

Tableau 1 : Récapitulatif des suivis des récifs de Polynésie française auxquels participe le CRIOBE.

67 stations réparties sur 11 îles. La superficie de la Polynésie et le faible pourcentage de zones actuellement suivies par les scientifiques rendent primordial le développement d'un réseau de bénévoles pour suivre les récifs. Les suivis sont réalisés par des bénévoles encadrés par des scientifiques à l'aide de méthodes classiques (PIT pour le substrat et transect-couloir pour les poissons et invertébrés) mais l'identification se fait au niveau de catégories cibles uniquement (ex : famille des Chaetodonidae, bénitiers, corail dur) et non à l'espèce. Les résultats alimentent une base de données internationale et participent au bilan mondial établi par le GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network).

ÉVOLUTION DE L'ÉTAT DE SANTÉ DES RÉCIFS
État général des récifs en Polynésie française (macro-échelle) : Polynesia Mana

L'état général des récifs coralliens de pente externe en Polynésie française peut être donné à partir des données du réseau de suivi Polynesia Mana. Le pourcentage de recouvrement en coraux durs vivants est un descripteur qui témoigne de la vitalité d'un récif, et l'évolution dans le temps de ce recouvrement est un bon indicateur de l'état de santé ou de la dégradation des récifs.

Suivi du recouvrement corallien dans les îles de Polynésie

En Polynésie, deux types de perturbations majeures ont affecté les îles de l'archipel de la Société et certains atolls des Tuamotu et des Australes dans la dernière décennie. L'épisode invasif du prédateur de corail Acanthaster (2006-2009) a touché sévèrement l'ensemble des pentes externes des îles hautes de l'archipel de la Société. Des épisodes dépressionnaires générés pendant l'épisode El Niño 2009-2010 (en particulier le cyclone Oli en février 2010) ont induit des houles qui ont touché les peuplements coralliens des côtes nord et nord-ouest des îles de la Société (sites de Moorea et Raiatea), des atolls du nord Tuamotu (site de Tikehau) et de Tubuai. Les dynamiques du recouvrement corallien sont ainsi très contrastées entre les différentes îles et les atolls de Polynésie (Figure 3). Les facteurs anthropiques ne sont pas détectés à cette échelle pour les sites en question, soit parce qu'ils sont masqués par les perturbations naturelles fortes, soit parce qu'ils ne se ressentent pas sur la pente externe, ou tout simplement parce qu'ils sont absents (îles ou atolls peu peuplés).

Le recouvrement corallien est fort dans certaines îles et à certaines périodes (Figure 3), par exemple à Tahiti et Moorea jusqu'en 2004 (jusqu'à 60%), ou à Marutea Sud entre 1998 et 2010 (55%). Sur les autres îles (ex : Nuku Hiva, Takapoto) et en l'absence de perturbations, le recouvrement corallien présente une relative stabilité sans changement significatif depuis les 8 dernières années. Grâce à ce genre de suivi à long terme dans plusieurs îles, il est possible d'appréhender quel peut être le maximum de recouvrement corallien en fonction de la localisation géographique d'une île et d'un site au sein de la Polynésie. Par exemple, le maximum de recouvrement corallien sur le site de Tubuai semble être autour de 25%, alors qu'on peut trouver des recouvrements coralliens de quasiment 70% sur certains atolls des Tuamotu (observation personnelle). C'est en fonction de ces valeurs, dépendantes de chaque site, qu'il est possible de se baser pour mettre en place des politiques de gestion des récifs.

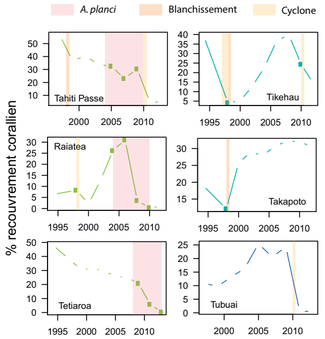


Figure 3 : Évolution du pourcentage de recouvrement corallien dans 6 sites du réseau de suivi Polynesia Mana. Les perturbations naturelles majeures relevées au cours de la période d'étude sont indiquées pour chaque île.

Ce suivi permet également de constater que, dans l'ensemble, la capacité de récupération des récifs après un stress naturel, en termes de recouvrement corallien, est très bonne en Polynésie par rapport à d'autres récifs dans le monde. Les observations récentes de 2014 et 2015 (en cours d'analyse) sur les sites de Moorea, dont le récif a été détruit suite à une prolifération d'Acanthaster entre 2006 et 2009 et le cyclone Oli en 2010, et dans quelques autres sites du réseau Polynesia Mana, suggèrent une récupération du corail bien plus importante qu'admis précédemment par les experts. En outre, le stade quasi-irréversible de recouvrement du corail par les macroalgues n'a été observé sur aucun des sites.

Influence du recouvrement corallien sur la diversité des poissons

Des études en cours au CRIOBE montrent qu'en Polynésie, et en accord avec ce qui est observée dans les autres récifs du monde, un recouvrement corallien important abrite une forte diversité et des fortes abondances des poissons corallivores et des poissons dépendants du corail pour leur habitat. Cette observation est valable mais moins prononcée pour d'autres groupes trophiques tels que les herbivores et les piscivores. Pour certains sites du réseau, par exemple à Tubuai après le cyclone de 2010, les abondances de poissons suivent les variations du recouvrement corallien (Figure 4). Cependant, ces variations sont faibles par rapport au nombre de poissons totaux. Le nombre d'espèces (pour un effort d'échantillonnage donné) varie fortement entre les îles, allant d'environ 50 à Tubuai (Australes) à plus de 140 espèces à Takapoto (Tuamotu).

En termes de dynamique, une baisse de recouvrement corallien suite à une perturbation induit une baisse générale de la diversité des poissons coralliens. On observe notamment une baisse de la diversité et de l'abondance des corallivores et des poissons

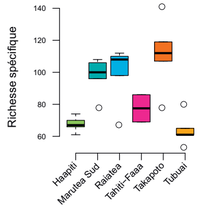


Figure 5 : Nombre d'espèces de poissons (moyenne et écart type sur la période d'étude) dans 6 sites du réseau Polynesia Mana.

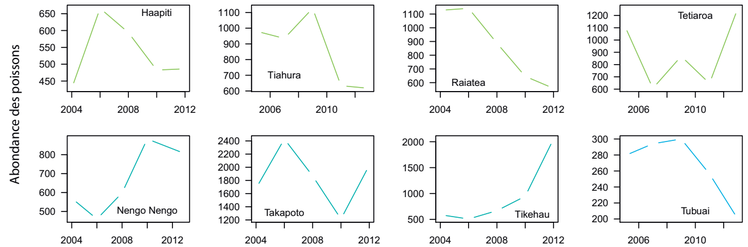


Figure 4 : Évolution de l'abondance par transect de 100 m² des poissons dans 6 sites du réseau de suivi Polynesia Mana.

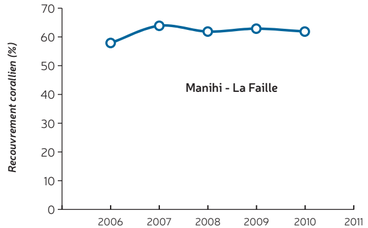


Figure 6 : Evolution du pourcentage de recouvrement corallien sur le site de Turipaua (pente externe) à Manihi.

fortement dépendant de l'habitat corail, ainsi qu'un changement de la composition en espèces. Une diminution de l'abondance des herbivores est également constatée, mais les tendances sont plus nuancées pour les autres groupes trophiques (Lamy et al. 2015).

État général des récifs en Polynésie française (macro-échelle) : Reef Check.

Du fait de la superficie de la Polynésie française, un faible pourcentage des récifs est suivi par des scientifiques. Les données issues du réseau Reef Check permettent donc de compléter l'analyse de l'état de santé à macro-échelle (Lagouy 2007).

L'Archipel de la Société est caractérisé par une forte hétérogénéité de la durée des suivis et des résultats obtenus. Les récifs frangeants de Moorea montrent de 2000 à 2009 un faible pourcentage de recouvrement corallien (10 à 15 %) avec des fluctuations assez importantes de l'abondance des poissons et des invertébrés. De 2006 à 2010, plusieurs récifs barrière à Tahiti et Moorea montrent une diminution du recouvrement corallien pouvant aller jusqu'à 10% (entre 2007 et 2010 à Haapiti). Sur le site de Maharepa à Moorea, le recouvrement corallien est compris entre 20% et 31% et des épisodes de mortalité corallienne ont été constatés entre 2003 et 2006. Certains des sites suivis sur la pente externe ont été fortement touchés par l'explosion des Acanthaster entre 2006 et 2009. Ainsi à Huahine, le recouvrement corallien est passé de 40 à 10 % entre 2006 et 2008 et la densité des poissons a été divisée par deux. Enfin, il existe des sites comme Maupiti (2007 à 2009) où le recouvrement corallien est important (40 à 50 %) et stable.

Dans l'Archipel des Tuamotu, les suivis menés de 2007 à 2010 à Rangiroa, Manihi et Fakarava montrent une grande stabilité du recouvrement corallien (25 à 60 % selon les sites), ainsi que des peuplements de poissons et d'invertébrés. Le site Turipaua (pente externe de Manihi) possède ainsi un recouvrement stable autour de 60 % (Figure 6).

Les sites suivis à Mangareva (2008-2010) dans l'Archipel des Gambier sont également caractérisés par une stabilité du substrat et des peuplements malgré un recouvrement corallien plus faible (20 %).

A Tubuai, dans l'archipel des Australes, un site suivi de 2006 à 2009 témoigne d'une certaine stabilité du recouvrement corallien malgré un petit épisode de mortalité en 2006 et 2008. Les stocks de poissons y sont en légère augmentation.

Aucune donnée n'est par contre disponible pour l'Archipel des Marquises.

État des récifs de l'île de Tahiti

L'île de Tahiti, par sa position centrale et son développement, possède des suivis récifaux initiés dès 1989 (Tableau 1). Le réseau de suivi RTO/RST a pour objectif de suivre l'état de santé des récifs et de la ressource autour de l'île, et le suivi de Port Phaeton permet de préciser, pour une zone plus restreinte, l'évolution de l'état de santé des récifs et des rivières qui s'y déversent dans le contexte particulier d'un centre de traitement des déchets situés en amont de la zone marine.

À méso-échelle : autour de l'île

Dans son ensemble, l'écosystème lagonaire de Tahiti présente un état général satisfaisant et stable. Seules certaines zones, en particulier urbaines, montrent des signes de dégradation. Les perturbations naturelles (cyclone Oli et prolifération d'Acanthaster) impactent plus directement le récif barrière alors que les perturbations anthropiques impactent plus directement le récif frangeant.

Température, salinité et pH sont homogènes entre les stations et peu variables dans le temps. La température des eaux lagonaires est comprise entre 25 et 30 °C, la salinité varie généralement entre 30,6 et 36,2 psu, et le pH entre 7,77 et 8,30. Les stations du récif frangeant

ont tendance à présenter des températures plus élevées, une salinité légèrement plus faible et subissent des variations journalières plus importantes que les stations situées près du récif barrière qui sont soumises à l'influence de l'eau océanique, plus stable. Le milieu lagonaire de Tahiti est bien oxygéné (entre 4,22 et 13,39 mg/L). La teneur en MOP est faible sur l'ensemble du lagon (entre <1, limite de détection, et 3 mg/L) et les MES varient entre 0,12 et 7 mg/L suivant les conditions météorologiques (houle et vent favorisant la remise en suspension). La charge bactériologique des eaux est très variable dans le temps et entre les stations.

La zone urbaine de Tahiti (Papeete, Faa'a, Taaone et Arue) connaît un enrichissement en nutriments régulier depuis 1989, notamment au niveau des stations frangeantes, bien que les fortes variations temporelles indiquent que celui-ci n'est pas constant. Sur le reste de l'île, les zones rurales dont les concentrations en sels nutritifs sont les plus importantes ont changé entre le suivi du RTO et du RST.

Les concentrations de métaux lourds dans les sédiments sont variables d'une année à l'autre car les perturbations peuvent être ponctuelles et restreintes dans le temps. Les stations frangeantes, sous l'influence de l'érosion terrestre, ont des concentrations plus élevées que les stations barrières où le sédiment est d'origine biogène (débris et érosion du corail). La zone de Papenoo ainsi que la station frangeante de Taaone entre 2007 et 2010 se distinguent par de fortes concentrations en fer. Pour la première, cela peut s'expliquer par la proximité de la rivière Papenoo, vecteur important de sédiment terrestre, alors que pour Taaone, il s'agit davantage d'une pollution d'origine anthropique (proximité du port de Papeete et de l'agglomération urbaine de Tahiti). Le cadmium, le mercure, le zinc, le cuivre et le plomb sont négligeables ou inférieurs aux limites de détection.

De 1989 à 1993, le pourcentage de recouvrement corallien est hétérogène entre les stations, avec des valeurs comprises entre 5% et 60%, mais stables dans le temps. Suite au cyclone Oli en 2010, la géomorphologie et le recouvrement corallien du lagon et notamment des récifs barrières du nord de Tahiti, ont été affectés. Les espèces fragiles de type branchu *(Acropora et Pocillopora)* ont vu leur taux de recouvrement diminuer fortement. Le fort hydrodynamisme a sans doute favorisé un apport important de débris de la pente externe sur le récif barrière.

LE SUIVI PAVILLON BLEU À BORA BORA

Bora Bora est la première commune d'Outre-mer à avoir adopté dès 2001 la démarche Pavillon Bleu. Afin d'obtenir ce label, des suivis Reef Check sont menés annuellement sur les récifs entourant l'île, aussi bien en zone barrière qu'en zone frangeante au niveau lagonaire, et sur la pente océanique externe. Le réseau compte actuellement 22 stations suivies de façon pérenne.

A l'échelle de l'île, les peuplements coralliens présentent une diversité intéressante et un recouvrement globalement stable depuis le début des suivis. Seules deux stations de pente externe (Tapu 7 et Tapu 15) font exception avec un recouvrement corallien qui a drastiquement chuté à partir de 2008 (-75% environ). Cette dégradation est liée à un phénomène invasif d'Acanthaster, apparues pour la première fois à Bora fin 2007, et ayant envahi cette zone par vagues successives.

En 2001, la formation de bénévoles au protocole Reef Check a permis de former, dans un cadre scientifique (Université de Perpignan, CRIOBE), un biologiste chargé de suivre l'évolution du récif barrière à Bora Bora, impacté par une marée rouge. Ce phénomène de bloom planctonique a détruit la vie marine sur 9 km de long. En 2003, sollicité dans le cadre du Pavillon Bleu, il a formé à son tour et délégué une dizaine de nouveaux sites à un second observateur. La Commune et neuf hôtels restent partenaires des suivis en fournissant un appui logistique et en promouvant l'opération dans leurs environnements respectifs.

Ce partenariat entre Commune, hôtels et écologues a un caractère unique, les suivis Reef Check étant intégrés dans un ensemble de critères reconnus par le comité international du Pavillon Bleu. Les phénomènes de déséquilibres écologiques et d'impacts liés à la surpêche ou aux mauvais comportements de prestataires nautiques et de leurs clientèles, sont immédiatement mis en évidence. La sensibilisation des touristes sur les comportements à adopter lors de la découverte de ce patrimoine exceptionnel est donc indissociable d'un tourisme viable et responsable.

L'abondance et la richesse spécifique des invertébrés non coralliens (mollusques, échinodermes) sont relativement faibles dans le lagon de Tahiti. Dans quelques stations, les individus de *Culcita novaeguineae et d'Acanthaster* se retrouvent en plus grand nombre. Ce dernier peut être la cause de la diminution du recouvrement corallien dans certains sites, mais les tendances sont moins nettes qu'en pente externe (cf. suivi Polynesia mana).

Pour les trois bilans du RST, l'étude des assemblages ichtyologiques met en évidence un impact important de la pêche lagonaire. En effet, les peuplements de poissons sont dominés par des espèces non commerciales, souvent de petite taille. La géomorphologie est aussi une cause des variations spatiales. Une augmentation de l'abondance totale des poissons a été enregistrée en 2010. Par rapport aux années précédentes, cette tendance résulte essentiellement d'une augmentation des populations des espèces de poissons de petite taille, en particulier sur les récifs frangeants de Tahiti. Les quelques espèces commerciales recensées depuis 2007 sont le plus souvent représentées par des individus de petite taille, les gros individus subissant une pression de pêche importante. Les peuplements de poissons semblent subir moins de pression à la presqu'île. Par ailleurs, les zones situées au nord de Tahiti, qui ont essuyé l'impact du cyclone Oli, ont systématiquement vu l'abondance et la richesse spécifique en poissons baisser, notamment sur les récifs barrières.

À micro-échelle : Port Phaéton

Les suivis effectués depuis 1998 à Port Phaéton sur la presqu'île de Tahiti mettent en évidence une relative stabilité des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la baie, de la composition biogéochimique des sédiments et de l'état des peuplements benthiques. Les variations récentes du recouvrement corallien observées dans la baie ne peuvent être considérées comme le signe d'une dégradation ou d'une perturbation majeure, car aucune n'a affecté l'écosystème de la baie et des quatre rivières qui s'y jettent lors des dernières années. Étant donnée la variabilité temporelle élevée de certains paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau, souvent liée aux conditions météorologiques, des pollutions momentanées ne sont pas à exclure, mais elles ne peuvent pas forcément être détectées et comprises avec un échantillonnage ayant lieu tous les deux ans.

LA MANGROVE À MOOREA

Le *Rhizophora stylosa* est la seule espèce de palétuvier composant la mangrove à Moorea. Cette espèce non indigène a été introduite vers 1930 de Nouvelle-Calédonie dans la baie de Vaianae, au sud-ouest de l'île. Dix-sept secteurs à palétuvier sont observés à Moorea (Jost et Planes 2015), dont 6 nouveaux depuis une précédente étude en 2003, et dont 3 sont localisés dans les AMP de Tiahura, Maatea et Nuarei. L'augmentation du nombre de pieds de palétuvier, qui sont passés de 3 679 à 12 8905 (3,5 fois plus en onze ans), est dûe notamment à l'augmentation du nombre de plantules, le nombre de pieds adultes n'ayant pas changé. Cependant, la colonisation est limitée par la surface disponible et favorable d'un point de vue écologique. A Moorea, cette surface ne devrait donc plus augmenter, en raison de la présence d'infrastructures sur tout le littoral et à cause de l'abattage des pieds par des riverains, des hôtels ou les services municipaux.

La mangrove de Moorea représente un habitat propice à de nombreux animaux en raison de sa ressource en nourriture, ainsi que pour sa capacité à abriter les juvéniles. La faune est abondante lorsque les sites ne sont pas pollués par des déchets ou des apports terrigènes, comme dans l'est de l'île. On y trouve des crustacés (crevettes, chevrettes, crabe de palétuvier *Scylla serrata* très apprécié des pêcheurs, crabe violoniste *Uca lactea*, tupa ou *Cardisoma carnifex*). De nombreuses espèces de poissons cohabitent, telles que Periophthalmus sp., un gobbie amphibie, les mulets (Mugilidae), les poissons-papillons *(Chaetodontidae)*, les balistes *(Balistidae)*, les carangues *(Carangidae)*, et les barbichettes *(Mullidae)*. Les requins pointes noires *(Carcharinus melanopterus)*, raies pastenagues *(Himantura fai)* et murènes *(Muraenidae)* sont également observables.

Le fonctionnement hydrodynamique général de la baie (courantologie et débit des rivières) est très stable sur la période d'étude. La direction et l'intensité des courants sont directement fonction du régime des vents, et les valeurs les débits mesurés aux quatre rivières restent correctes pour ce type de cours d'eau. Dans la colonne d'eau, aucune dégradation majeure des caractéristiques

PESTICIDES

Dans le cadre de recherches développées avec l'IFRECOR (Roche et al. 2011), des analyses effectuées sur des prélèvements d'organismes dominants situés à divers niveaux du réseau trophique de récifs de Tahiti et de Moorea ont mis en évidence leur contamination par des pesticides, en particulier par des herbicides et par divers insecticides organochlorés. De façon inattendue, des niveaux significatifs de chlordécone (képone®) ont été mis en évidence dans les espèces analysées, dont des poissons consommés localement. Ce fait est apparu d'autant plus préoccupant que l'usage de cet insecticide, dont la rémanence dans les sédiments se chiffre en siècles voire en millénaires, n'aurait jamais été officiellement homologué en Polynésie française À la suite de ces investigations, une étude a été développée (Salvat 2012) afin d'estimer l'extension de ces pollutions dans plusieurs organismes-test des récifs coralliens de différents archipels de Polynésie française.

Une contamination ubiquiste de divers organismes majeurs des réseaux trophiques récifaux a été mise en évidence même dans des biotopes reculés comme certains atolls des Tuamotu, où les activités agricoles sont réduites voire inexistantes. La présence d'insecticides organochlorés, en particulier du lindane, est quasi permanente. Particulièrement préoccupante est la présence généralisée de chlordécone dans tous les types d'organismes analysés, notamment les poissons, qui constituent une part importante de la nourriture des populations locales. Par ailleurs, ces recherches montrent une contamination étendue des organismes par les herbicides dérivés de l'acide trichloracétique, des dérivés des triazines et le diuron, une urée substituée. Cette contamination est inquiétante pour la santé future des écosystèmes coralliens et leur fonctionnement, tout particulièrement pour les coraux hermatypiques fortement dépendants de leur symbiose avec les zooxanthelles, Dinoflagellés du genre Symbiodinium. Des travaux antérieurs ont en effet démontré que leur activité photosynthétique pouvait être partiellement inhibée par des concentrations de ces herbicides inférieures à la partie par milliard.

physico-chimiques n'est à signaler. La rivière Tevihonu se distingue des trois autres par des valeurs de pH plus faibles et des concentrations très élevées en nitrates, ce qui est probablement dû au long parcourt de la rivière sur des plaines habitées et cultivées. En termes de qualité bactériologique, les eaux de la baie se caractérisent généralement par des faibles teneurs en *Escherichia coli* et entérocoques, et pour les nutriments, aucun enrichissement majeur n'a pu être observé. Les métaux lourds montrent une concentration plus importante sur les stations situées au fond de baie et sur les stations profondes localisées dans la partie centrale. En revanche, aucun pesticide ou substance active n'est détectable dans les prélèvements de sédiment lagonaire et de rivière.

L'état des peuplements benthiques de la baie (coraux, algues, échinodermes et mollusques) est particulièrement stable depuis les premières prospections en juillet 1998, à l'exception des échinodermes qui ont disparu en 2014 de la station côtière en milieu de baie. On distingue trois zones principales, caractéristique des baies des îles hautes de Polynésie et du Pacifique, en termes de diversité : (i) les stations situées en fond de baie ou dans la zone profonde de la partie centrale, se caractérisant par la quasi-absence d'organismes marins, (ii) les stations côtières vers le fond de baie, peu ou moyennement diversifiées et (ii) les stations situées à proximité de la passe, à diversité relativement élevée pour la plupart des groupes, notamment les coraux. Certains facteurs environnementaux, comme des conditions retrouvées en fond de baie et à certains endroits de la partie centrale et défavorables à l'installation d'organismes (turbidité importante, hyper-sédimentation, dessalure occasionnelle, forte concentration en métaux lourds), peuvent expliquer cette zonation.

Le recouvrement corallien est faible, mais non dégradé, sur toutes les stations de la baie, même sur celles comprenant un plus grand nombre de genres coralliens. Les substrats dominants sont, suivant la localisation de la station dans la baie, la vase (fond et partie profonde), le sable (abord), les algues (extérieur centre), et la dalle (extérieure).

État des récifs de l'île de Moorea

Moorea est située à 17 km de Tahiti et de nombreuses connections existent entre ces deux îles, même si le développement urbain de Moorea est beaucoup moins intense que celui de Tahiti. La population de Moorea a doublé entre 1988 et 2012, passant d'environ 8000 à 16 000 habitants, engendrant ainsi une intensification de la pêche, des dégradations physiques (remblais, extractions, urbanisation du littoral) et des pollutions (eaux usées, agriculture). Moorea constitue donc un site atelier idéal pour suivre l'évolution des récifs coralliens en fonction des pressions anthropiques. Les premiers suivis ont commencé en 1987 à Tiahura et se sont ensuite développés autour de l'île, notamment via le suivi des AMP mis en place en 2004.

À méso-échelle : autour de l'île

Les perturbations naturelles qui ont touché Moorea entre 2006 et 2010, bien qu'ayant eu un impact très fort sur le recouvrement corallien (Figure 8), ont eu un impact modéré sur les communautés de poissons, qui semblent très résilientes, que ce soit vis-à-vis des perturbations naturelles (Lamy et al. 2015) ou de la pêche (Moreau et al. 2014). Au cours de la dernière décennie qui a connu un épisode Acanthaster et un cyclone, la biomasse totale a très peu varié et seuls 30% de la composition en espèces de poissons ont varié au cours de ces perturbations. Au sein de ce faible pourcentage de la communauté touchée, les perturbations ont favorisé les herbivores. Au niveau de la mesure des impacts anthropiques, l'effet positif des réserves du PGEM, mesuré via des analyses BACIPS (before-after control-impact paired series) par le CRIOBE, est dans l'ensemble faible sur les populations ichtyologiques (Moreau et al. 2014). Les AMP ont un effet positif sur les espèces de poissons commerciaux de la côte Est de Moorea, notamment pour le récif barrière, alors que les effets sont négatifs sur la côte Nord. Dans l'ensemble, les effets sont faibles, voire négatifs, pour le récif frangeant, plus exposé au braconnage. En ce qui concerne les invertébrés, les AMP semblent avoir un effet bénéfique sur les bénitiers uniquement, dont la population a augmenté entre 2004 et 2014.

LA QUALITÉ DES EAUX DE BAIGNADE À TAHITI

Le contrôle de la qualité des eaux est suivi depuis 1985 par le Centre d'Hygiène et de Salubrité publique (CHSP) sur les îles les plus peuplées et les plus touristiques (Tahiti, Moorea, Bora-Bora, Raiatea, Maupiti, Hiva Oa, Tubuai, Rurutu et Raivavae). Le réseau de Tahiti, bien structuré, s'organise autour de 54 sites autour de l'île. La répartition entre les sites de catégories Bonne ou Excellente et de catégories Momentanément polluée, Mauvaise ou Insuffisante est équivalente. Les causes de pollution sont l'absence de réseau d'assainissement collectif public dans les zones fortement urbanisées, les rejets non contrôlés d'eaux usées domestiques et industrielles, les rejets non conformes de certaines stations d'épuration autonomes, les exutoires en mer d'eaux pluviales, les apports terrigènes après les fortes pluies, les rejets d'élevages de porcs et de volailles et les déversements d'ordures ménagères dans les rivières et sur les plages.

Le recrutement des coraux présente une forte variabilité spatiale (site et profondeur) et interannuelle, avec un pic de recrutement entre décembre et mars. Des pics de recrutement importants sont observés en décembre 2000 et 2010 sur 2 à 3 sites alors que le taux de recrutement enregistré entre ces deux années est faible. Sur les 14 années de suivi, ces variations interannuelles ne semblent pas être corrélées avec l'occurrence de perturbation majeure, malgré les impacts importants qu'elles peuvent avoir sur les populations d'adultes.

À micro-échelle : sur le site de Tiahura

La dynamique du recouvrement corallien de Tiahura reflète parfaitement l'effet des perturbations naturelles qu'a subi le récif à l'échelle de l'île ces dernières décennies (Figure 7). La prolifération d'Acanthaster en 2006-2009 et le passage du cyclone Oli en 2010 ont fait drastiquement chuter le recouvrement corallien. Le cyclone Oli a suivi la prolifération d'Acanthaster, réduisant le recouvrement corallien à moins de 5% sur certains sites. Cependant, les données de 2014 et les observations de terrain de 2015 montrent une reprise forte du corail (20% de recouvrement), avec notamment la fixation de nombreuses colonies de Pocillopora.

De même que les résultats à grande échelle issus des analyses du réseau Polynesia Mana, les analyses des données de Tiahura indiquent que certains groupes trophiques de poissons, comme les corallivores et les planctivores, souffrent de la baisse du recouvrement corallien suite aux perturbations naturelles, alors que d'autres, comme les carnivores, en bénéficient. En période de très faible recouvrement corallien (<5% en 2010-2012), la densité de l'ensemble des poissons est faible. La forte présence d'herbivores dans le récif de Tiahura pourrait favoriser la résilience du système face aux perturbations naturelles survenues récemment, notamment en empêchant la prolifération des macroalgues par broutage. La bonne santé actuelle du récif ne signifie pas que les peuplements de poissons comme ceux des coraux sont strictement similaires à ceux de 1983, mais que la structure du récif actuel et de ses peuplements résultent de l'histoire cumulée des perturbations et de la succession des résiliences qui modifient plus ou moins les assemblages au cours du temps. En d'autres termes, chaque perturbation s'ajoute à la précédente pour contribuer à la dynamique à long terme du récif, avec des cycles de fréquence variable.

Le suivi des invertébrés hors corail à Tiahura, dans le cadre de l'ATPP, indique une augmentation des oursins Echinometra mathaei dans les années 2000 (Figure 8). Les bénitiers, une espèce consommée localement, étaient en diminution dans les années 1990, mais la mise en place du PGEM et donc de la réserve de Tiahura semble avoir favorisé l'augmentation de leur densité dans les années 2000. On note également la prolifération d'Acanthaster au début des années 90 et entre 2006 et 2012.

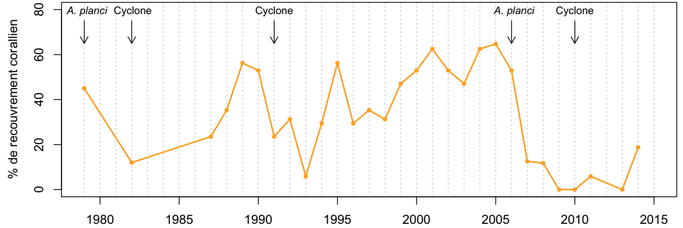


Figure 7 : Évolution du pourcentage de recouvrement corallien le long d'un transect sur la pente externe à Tiahura.

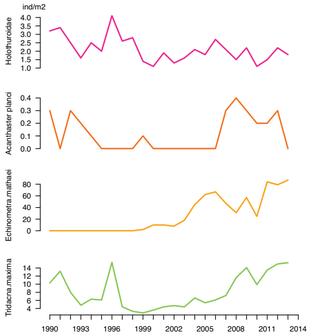


Figure 9 : Évolution de la densité des invertébrés (holothuries, Acanthaster, oursins et bénitiers) à Tiahura (suivi ATPP).

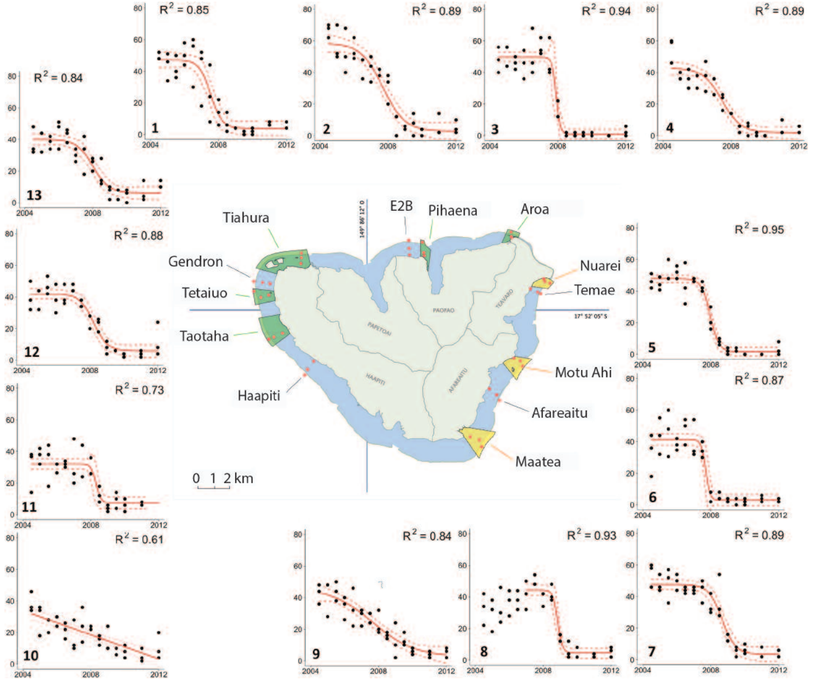
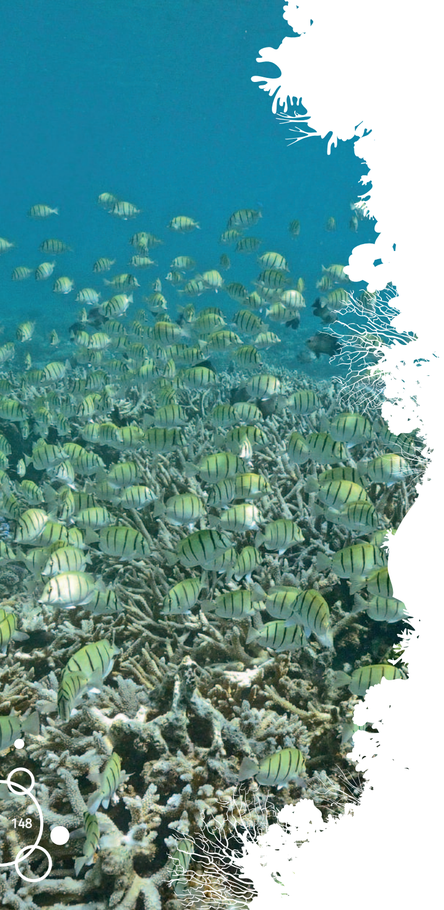


Figure 8 : Évolution du recouvrement corallien dans les 13 sites de suivi AMP autour de Moorea. Les AMP sont colorées en vert (d'après Lamy et al. 2015).

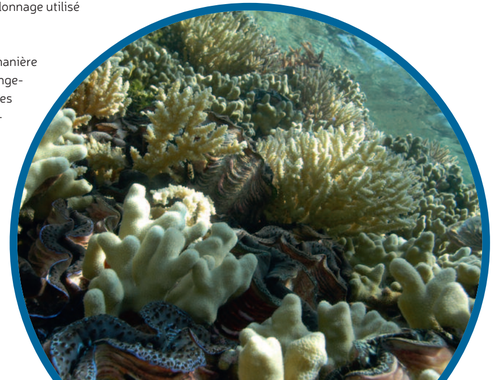


CONCLUSION

Sur l'ensemble de la Polynésie française, les suivis à long terme du CRIOBE ne mettent pas en évidence de changements marqués en ce qui concerne les pollutions diverses liées aux activités anthropiques, y compris à Tahiti et Moorea où sont concentrés 75% de la population. En effet, la situation environnementale du milieu lagonaire de Tahiti est, selon les méthodes utilisées dans ces suivis et dans la mesure de leurs limites de détection, relativement stable sur la période historique couverte (1987-2015). Cette stabilité est visible tant sur les aspects positifs sur les sites où l'environnement présente des valeurs absolues assez élevées de certaines variables indicatrices (ex : recouvrement corallien), que sur les aspects négatifs, notamment sur les sites situés à proximité des zones urbaines (ex : qualité bactériologique des eaux). Bien qu'il semblerait que les peuplements de poissons des zones soumises à des pressions de pêche soient différents des peuplements de poissons des zones sauvages (Lison de Loma et al. 2009) et qu'une diminution de la diversité et de la densité de poissons ait été observée le long d'un gradient de pression de pêche dans les îles de la Société (Lison de Loma 2009), les suivis actuels ne permettent pas de mettre en évidence des impacts profonds des pressions de pêche sur l'environnement récifal. Seul le suivi AMP de Moorea pourra, à long terme, répondre à cette question de façon précise grâce au plan d'échantillonnage utilisé (intra-réserve et hors-réserve).

En revanche, les suivis permettent de déceler de manière très distincte, sur les variables sensibles, les changements liés aux perturbations naturelles que sont les cyclones et les épisodes de prolifération d'Acanthaster. Ces deux types de perturbation apparaissent comme les deux facteurs majeurs dominant les équilibres récifaux actuellement en place dans les récifs polynésiens. Il est actuellement difficile d'identifier un cycle standardisé pour toutes les îles polynésiennes qui concerne ces perturbations et leurs conséquences sur les récifs, mais ceux-ci apparaissent particulièrement résilients aux destructions induites, comme en témoignent les dernières données de restauration du recouvrement corallien de 2010 à 2015 à Moorea et à Tahiti.

En conclusion, les récifs présentent donc une bonne santé à l'échelle du pays. Le recouvrement corallien, très variable dans le temps sur les pentes externes et plus stable dans les lagons, est soumis principalement à deux impacts naturels forts (prédation d'Acanthaster et cyclones), qui semblent occulter sur la période des suivis les variations plus lentes (mais aussi plus continues) induites par les perturbations anthropiques. Bien que la politique de gestion environnementale soit encore à un stade précoce, la majorité des îles est encore peu peuplée et donc faiblement soumise aux pressions humaines. Les perturbations anthropiques sont en général plus localisées avec un gradient récif frangeant – pente externe marqué (inverse à celui des deux perturbations naturelles citées plus haut). Ces perturbations sont diversifiées mais il est admis que les 3 principales concernent le trait de côte qui a été massivement modifié ces dernières décennies sur les îles les plus peuplées (Tahiti, Moorea, Iles sous le vent notamment), l'hyper-sédimentation sur les îles hautes qui perturbe le développement corallien et les rejets d'eaux usées qui favorisent le développement algal au détriment de celui des coraux.



Références bibliographies

ADJEROUD M, 2007. Baie de Port Phaéton – Tahiti. Bilan environnemental et suivi du milieu. Etude complète de décembre 2006. CRIOBE RA 150. 102p + Résumé 27p.

ADJEROUD M, SALVAT B, 2000. Baie de Port Phaéton. Etude complémentaire sur les rivières. CRIOBE RA 100. 48p.

ADJEROUD M, SALVAT B, 2001. Baie de Port Phaéton. Bilan environnemental. CRIOBE RA 101. 106p + Résumé de 34p.

ADJEROUD M, SALVAT B, FOMBUENA N, 1998. Baie de Port Phaéton, Bilan environnemental et proposition d'un protocole de suivi. CRIOBE RA 88. Volume principal 124p + Résumé 22p.

ADJEROUD M, SCHRIMM M, SALVAT B, 2002. Baie de port Phaéton – Tahiti. Bilan environnemental et suivi du milieu. CRIOBE RA 102. 101p + Résumé 33p.

ADJEROUD M, SCHRIMM M, SALVAT B, 2003. Baie de Port Phaéton – Tahiti – Bilan environnemental et suivi du milieu. Etude intermédiaire de mars 2003. CRIOBE RA 112. 42p.

ADJEROUD M, SCHRIMM M, SALVAT B, 2005. Baie de Port Phaéton – Tahiti Bilan environnemental et suivi du milieu septembre 2004. CRIOBE RA 129. Volume Principal 87p + Résumé 22p.

ADJEROUD M, SCHRIMM M, SALVAT B, 2006a. Baie de Port Phaéton – Tahiti. Bilan environnemental et suivi du milieu. Etude intermédiaire de décembre 2005. CRIOBE RA 141. 45p.

ADJEROUD M, SCHRIMM M, SALVAT B, 2006b. Baie de Port Phaéton – Tahiti. Synthèse des bilans environnementaux de 1998 à 2005. CRIOBE RA 142. 16p.

ADJEROUD M, BOSSERELLE P, LAGOUY E, 2009. Baie de Port Phaéton – Tahiti Bilan environnemental et suivi du milieu. Etude complète de novembre 2008. CRIOBE RA 163. Volume principal 101p + Résumé 26p.

ADJEROUD M, LAGOUY E, LISON DE LOMA T, PENIN L, 2007. Réseau de surveillance du milieu lagonaire de Tahiti. Rapport final. CRIOBE RA 154. 54p.

ADJEROUD M, BOSSERELLE P, LAGOUY E, LISON DE LOMA T, 2009. Réseau de surveillance du milieu lagonaire de Tahiti – RST 2008- rapport final. CRIOBE RA 165. 58p.

BOSSERELLE P, LISON DE LOMA T, PLANES S, 2011. Réseau de surveillance du milieu lagonaire de Tahiti – RST 2010- Rapport final. CRIOBE RA 179. 63p.

BOSSERELLE P, CHANCERELLE Y, ESPIAU B, PLANES S, 2012. Baie de Port Phaéton- Tahiti. Bilan environnemental et suivi du milieu. Etude complète d'août 2012. CRIOBE RA 186. 110p.

COURAUD M, SALVAT B, 1995. Bilan du réseau territorial d'observation du lagon de Tahiti (R.T.O.). Proposition de poursuite du réseau. CRIOBE RA 61. 96p.

HODGSON G, MAUN L, SHUMAN C, 2003. Reef Check Survey Manual for Coral Reefs of the Indo Pacific, Hawaii, Atlantic/Caribbean, Red Sea and Arabian Gulf. Reef Check, Institute of the Environment, University of California, Los Angeles. French version translated by Caroline Vieux, IFRECOR Polynésie française. 33p.

JOST X, PLANES S, 2015. Etude de l'évolution de la mangrove à palétuvier *Rhizophora stylosa* sur l'île de Moorea. CRIOBE. 56p.
LAGOUY E, 2007. Développement du réseau Reef Check Polynésie française. Rapport CRISP.

LAMY T, LEGENDRE P, CHANCERELLE Y, SIU G, CLAUDET J, 2015. Understanding the spatio-temporal response of coral reef fish communities to natural disturbances : insights grom beta-diversity decomposition. PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0138696.

LIAO V, CHANCERELLE Y, PLANES P, 2014. Baie de Port Phaéton-Tahiti. Bilan environnemental et suivi du milieu. Etude complète de juillet 2014. 111p.

LISON DE LOMA T, 2009. Commercial reef fish community structure along an island gradient of contrasting habitats and fishing pressure in the Society Archipelago (French Polynesia), in Proceedings of the Pacific Science Inter Congress: Papeete, Tahiti. http://intellagence.eu.com/psi2009/output_directory/cd1/Data/index.html.

LISON DE LOMA T, CHABANET P, FERRARIS J, GALZIN R, HARMELIN-VIVIEN M, 2009. Long-term spatiotemporal variations in coral-reef fish community structure and fishing at a South Pacific atoll. Aquatic Living Resources 22: 281-290.

MOREAU F, CHANCERELLE Y, GALZIN R, LIAO V, MORITZ C, PLANE S, SIU G, 2014. Les aires marines protégées de Moorea : 10 années de suivi (2004-2014). Rapport CRIOBE, RA204. 154p + Annexes.

PLANES S, BOSSERELLE P, CHANCERELLE Y, 2010. Baie de Port Phaéton-Tahiti. Bilan environnemental et suivi du milieu, étude complète de juillet 2010. CRIOBE RA 175. Volume principal. 110p.

ROCHE H, SALVAT B, RAMADE, F, 2011. Assessment of the pesticides pollution of coral reefs communities from French Polynesia. Revue d'Ecologie de la Terre et de la Vie 66 : 3-10.

SALVAT B, AUBANEL A, ADJEROUD M et al., 2008. Le suivi de l'état des récifs coralliens de Polynésie Française et leur récente évolution. Revue d'Ecologie de la Terre et de la Vie 63, no 1-2 : p.145-177.

SALVAT B, ROCHE H, BERNY P, RAMADE F, 2012. Recherches sur la contamination par les pesticides d'organismes marins des réseaux trophiques récifaux de Polynésie française. Revue d'Ecologie de la Terre et de la Vie 67 : 129-147.