

LES RÉCIFS CORALLIENS DE LA RÉUNION EN 2007 :  
ÉTAT DES LIEUX ET RÉSEAU DE SUIVIEmmanuel TESSIER<sup>1</sup>, Lionel BIGOT<sup>2</sup>, Christophe CADET<sup>1</sup>, Bruce CAUVIN<sup>1</sup>,  
Pascale CHABANET<sup>2,3</sup>, Chantal CONAND<sup>2</sup>, Jean-Benoît NICET<sup>4</sup> & Jean-Pascal QUOD<sup>4</sup>

SUMMARY. — *Coral reefs of Réunion Island in 2007 : status report and monitoring network.* — Réunion Island is 2500 km<sup>2</sup> and belongs to the outermost regions of European Union (EU). The population attained 774 600 inhabitants in 2004 with 25 % living in the western part of the island, 80 % in the littoral zone (called « bas »). The gross domestic product (GDP) per capita is less than 50 % of the mean index of the EU. The rate of unemployment was of 33 % in 2004. Coral reef ecosystems extend over 12 km<sup>2</sup> along 25 km of the west and south coasts of the island. In addition to the natural influence of climatic events (global change) coral reef ecosystems are impacted by direct and indirect influences of the increase of human population. Direct impacts are mainly due to human overfrequenting of reef flats and overfishing. Indirect impacts are due to urbanization and to industrial, agricultural and urban pollutions. The competence in marine environment is assumed by an administration (Direction Régionale de l'Environnement). Researches on coral reefs are run by research institutes and NGO. The first coral reef monitoring network was set up in 1998 on the Saint-Gilles/La Saline reef. Since then, it was extended to the three other main reef units (Saint-Leu, Étang-Salé, Saint-Pierre) and the data are gathered since 2001 by ecoguards of the association « Parc Marin de la Réunion », with the partnership of the university (Laboratoire d'Ecologie Marine). Data are stored in a database (COREMO) and analysed by ARVAM (Agence pour la Recherche et la Valorisation Marine). The operation is funded both by the state administration and a local administration (Conseil Régional). Réunion Island is a part of the South-West Indian Ocean node of the Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN). It is regularly involved in the writing of the « Status of coral reefs of the world ». At the same time another network involving stakeholders is built using the Reef Chek protocole. At the present time, coral reefs of Réunion Island are deteriorated. If the density of the targeted species of fish has not changed since 1999, the surface of live corals has shown a significant decrease on half of the 14 stations, particularly after two bleaching events in 2003 and 2004. The various negative impacts due to human activities contribute to weaken these ecosystems and to decrease their resilience. Hence, they are less and less able to resist exceptional climatic events (hurricanes, swells) and the bad impacts of global change (bleaching). To face to the stake of long term development, 75 % of the reef units of the island are protected since February 2007 by the status of « Réserve Naturelle Nationale Marine » (35 km<sup>2</sup> of marine protected area).

RÉSUMÉ. — La Réunion est une île de 2500 km<sup>2</sup> qui fait partie des régions ultrapériphériques de l'Union Européenne. La population était de 774 600 habitants en 2004 avec 25 % localisés dans la partie ouest de l'île et 80 % dans la frange littorale (appelée communément « les bas »). L'index PIB par habitant est de 50 % de celui de l'UE (rapport PIB par habitant local/PIB moyen UE). Le taux de chômage était de 33 % en 2004. Les écosystèmes récifaux couvrent 12 km<sup>2</sup> et s'étendent sur un linéaire côtier de 25 km dans l'ouest et le sud de l'île. Les écosystèmes coralliens subissent en plus des influences naturelles des événements climatiques (réchauffement), les impacts anthropiques directs et indirects liés à la croissance démographique. Les impacts directs sont liés majoritairement à la surfréquentation des platiers et à la surexploitation des

<sup>1</sup> Association Parc Marin de la Réunion, 7 rue de la Compagnie des Indes. 97436 Saint-Leu, La Réunion. Tél. : +262 346444, E-mail : tessier.parcmarin@wanadoo.fr

<sup>2</sup> Université de La Réunion, Laboratoire d'Ecologie Marine (ECOMAR), B.P. 7151. 97415 Saint-Denis Messag cedex, La Réunion

<sup>3</sup> IRD (UR CoRéUs), BP 172. 97492 Sainte-Clotilde cedex, La Réunion

<sup>4</sup> Agence pour la Recherche et la Valorisation Marines, 3 rue Henri Cornu. 974900 Sainte-Clotilde, La Réunion

ressources. Les impacts indirects sont liés à l'urbanisation et aux pollutions d'origine urbaine, industrielle et agricole. La compétence en matière d'environnement marin est assurée par un service de l'État (Direction Régionale de l'Environnement). Les recherches sur les récifs coralliens sont menées par des Instituts de recherche (Université et IRD) et des ONG. Le premier réseau d'observation des récifs coralliens a été mis en place en 1998 sur l'unité récifale de Saint-Gilles/La Saline. Depuis il a été étendu aux trois autres principales unités récifales (Saint-Leu, Étang-Salé, Saint-Pierre) et la récolte des données est assurée depuis 2001 par les écogardes de l'Association Parc Marin de la Réunion, en partenariat avec le laboratoire ECOMAR (Université). Les données sont stockées dans une base de données (COREMO) et sont traitées par l'ARVAM (Agence pour la Recherche et la Valorisation Marine). Le financement de l'opération est assuré conjointement par l'État et le Conseil Régional. La Réunion fait partie du nœud Sud-Ouest Océan Indien du Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN). Elle participe régulièrement à la rédaction du rapport « Status of coral reefs of the world » sur l'état de santé des récifs dans le monde. En parallèle au réseau scientifique se met en place un réseau selon le protocole Reef Check. Les récifs de la Réunion se dégradent actuellement. Si la densité des espèces de poissons ciblées par l'échantillonnage n'a pas varié significativement depuis 1999, la couverture corallienne vivante, elle, a diminué sensiblement sur la moitié des 14 stations suivies, notamment après deux phénomènes importants de blanchissement survenus en 2003 et 2004. Les divers impacts négatifs liés aux activités humaines contribuent à fragiliser ces milieux et à diminuer leur capacité de résilience. Ils sont ainsi de moins en moins aptes à résister aux événements climatiques exceptionnels (cyclones, houles) et aux conséquences néfastes du réchauffement climatique (blanchissement corallien). Pour faire face à ces enjeux de développement durable, depuis février 2007, 75 % des unités récifales de l'île ont acquis le statut de Réserve Naturelle Nationale Marine (35 km<sup>2</sup> d'espaces marins protégés).

---

## PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE HUMAINE ET ÉCONOMIQUE

Située par 21° de latitude Sud et 55° de longitude Est, la Réunion appartient, avec les îles Maurice et Rodrigues, à l'archipel des Mascareignes. Elle est située à environ 700 km à l'est de Madagascar.

L'île est soumise à un climat tropical. La température de l'air permet de distinguer la saison chaude (mi-novembre à mi-mai) avec une température moyenne de l'air supérieure à 23,7°C et la saison fraîche (mi-mai à mi-novembre) avec une température moyenne de l'air inférieure à 23,7°C (Piton & Taquet, 1992).

La température de la mer (Conand *et al.*, 2007) est en moyenne de 25,7°C, avec une amplitude de 4,6°. Elle varie selon les périodes, avec une saison fraîche de juillet à octobre, une saison chaude très variable de janvier à avril et des saisons de transition de novembre - décembre et de mai - juin. Globalement sur les 10 ans de l'étude, la température a augmenté significativement de 0,08°C par an en moyenne.

Depuis la loi du 14.III.1946, la Réunion a le statut de département français d'outre-mer (DOM) et, à ce titre, elle fait partie des régions ultrapériphériques de l'Union européenne. Depuis la loi de décentralisation du 2.III.1982, le Conseil Régional (CR) est une collectivité territoriale à part entière. Les compétences en matière de protection de l'environnement et de gestion du domaine public maritime sont assurées par l'État (DIREN, DDE, DRDAM). Les financements de la recherche et de la gestion du milieu marin sont assurés par l'État, le Conseil Régional, le Conseil Général et l'Europe.

La population de la Réunion a été estimée à 774 600 habitants en 2004. Depuis 2000 elle a augmenté de 57 600 habitants et les projections prévoient 1 million d'habitants d'ici 2030. Les régions ouest et sud, bordées par des récifs coralliens, représentent respectivement 25 et 35 % de la population avec un taux d'accroissement annuel de plus de 2 %.

Le Produit Intérieur Brut (PIB) était de 9,92 milliards d'euros en 2002, soit 13 300 euros par habitant (53,3 % de son équivalent national). Les premiers secteurs d'activité sont l'éducation, la santé et l'action sociale qui représentent 24,8 % de la valeur ajoutée. Suivent les services (24,6 %) et les administrations publiques (12,9 %). Le commerce tient également une place notable (9,6 % du PIB en 2001) en raison des flux importants engendrés par les importations. Le déficit du commerce extérieur est de 3 milliards d'euros. Le secteur primaire (comprenant

la pêche et l'aquaculture) représente 2 % du PIB. L'emploi est essentiellement concentré dans le secteur tertiaire (plus de 75 % des 205 000 emplois). Le taux de chômage, le plus élevé des régions françaises, atteint 33,5 % de la population active. Malgré l'existence d'un revenu minimum d'insertion, ce taux de chômage favorise une économie parallèle, telle que l'activité de cueillette, qui tient une place importante (ex. la pêche à pied). La pêche dans les eaux territoriales (moins de 12 milles des côtes) est concentrée dans les zones ouest et sud de l'île. La pêche professionnelle s'exerce à partir de 281 bateaux pour une production annuelle de 866 tonnes. La navigation de plaisance est une activité en progression et la flotte actuelle est constituée de plus de 1500 unités. Le tourisme représentait en 2004 moins de 2 % du PIB. La crise du chikungunya a fortement affecté la fréquentation touristique qui est passée de 430 000 touristes en 2004 à 250 000 seulement en 2005.

## PRÉSENTATION DES RÉCIFS CORALLIENS

Les récifs coralliens ont une surface globale de 12 km<sup>2</sup> répartis sur 25 km de linéaire côtier (12 % du linéaire total). L'indice récifal (rapport surface des récifs coralliens/surface de l'île) est de 0,005 (contre 0,15 et 4 respectivement pour l'île Maurice et Mayotte). La faible extension des récifs et leur localisation dans la zone ouest de l'île (côte sous le vent) est due à la topographie élevée de l'île (point culminant à plus de 3000 mètres) qui favorise les précipitations sur la côte est. Les récifs coralliens réunionnais sont de type frangeant (Battistini *et al.*, 1975) et leur âge est estimé à 10 000 ans (Montaggioni, 1978). Ils sont séparés les uns des autres par des exutoires de ravines (Fig. 1). Leur géomorphologie a été étudiée par Montaggioni & Faure (1980). Du large vers la côte, on distingue successivement les ensembles pré littoral, frontorécifal, épirécifal et post-récifal (Fig. 2).

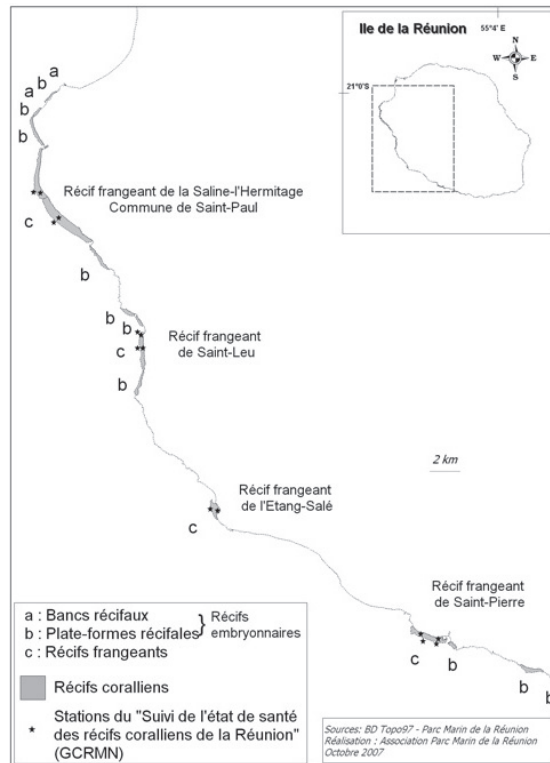


Figure 1. – Localisation des principaux récifs coralliens de l'île de la Réunion (a : bancs récifaux ; b : plateformes récifales ; c : récifs frangeants). Position des stations de suivi de l'état de santé (■). Location of the main coral reefs of Réunion Island (a : reef banks ; b : reef platforms, c : fringing reefs). Location of the monitoring stations (■).

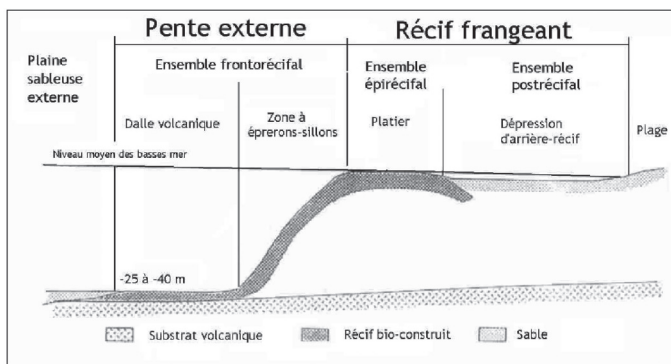


Figure 2. – Eléments de terminologie récifale (d'après Montaggioni, 1978). *Reef terminology*.

Trois types d'unités récifales sont distingués en fonction du niveau de développement des différents ensembles. Les bancs récifaux se caractérisent par un platier embryonnaire limité et l'absence de dépression récifale. Les plateformes récifales ont un platier bien développé mais pas de dépression d'arrière-récif. Enfin les récifs frangeants proprement dits possèdent une dépression d'arrière-récif. L'ensemble des 16 unités récifales (Tab. I) représente une surface de 670 ha (6,7 km<sup>2</sup>). Les pentes externes représentent environ 5,3 km<sup>2</sup> de surface. D'autres unités bioconstruites existent autour de l'île, mais leur développement est limité.

TABLEAU I

*Surfaces en hectares et nombre d'unités des principaux récifs frangeants de la Réunion répartis par commune et par type d'unité récifale. Surface in hectares and number of units of the main fringing reefs of Réunion Island sorted by commune (smallest territorial division) and by type of reef*

	Bancs récifaux	Plate-forme récifale	Récif frangeant	Total
Etang-Salé			58,18 (1)	58,18 (1)
Petite Île		9,44 (1)		9,44 (1)
Saint-Leu		54,23 (3)	58,53 (1)	112,76 (4)
Saint-Paul	1,09 (2)	51,21 (3)	291,58 (1)	343,88 (6)
Saint-Pierre		44,06 (2)	72,4 (1)	116,46 (3)
Trois-Bassins		30,02 (1)		30,02 (1)
Total	1,09 (2)	188,96 (10)	480,69 (4)	670,14 (16)

Le bilan des connaissances sur la biodiversité des récifs coralliens à la Réunion fait état d'environ 2832 espèces (Bourmaud, 2003 ; Tab. II). Cependant ce chiffre masque une grande disparité de connaissance entre les différents groupes taxinomiques et entre les unités récifales. L'aspect fragmentaire des informations laisse à penser que la biodiversité pourrait être bien plus élevée.

Si les connaissances sont considérées comme satisfaisantes pour les vertébrés, les mollusques et les coraux, elles sont encore limitées pour certains groupes-clés. Ainsi, depuis cette étude, plusieurs espèces d'échinodermes ont été décrites et d'autres mentionnées pour la première fois à la Réunion, faisant passer le total à près de 100 espèces.

TABLEAU II

*Estimations du nombre d'espèces et du niveau de connaissance des principaux groupes d'organismes marins de la Réunion (d'après Bourmaud, 2003). Estimates of the number of species and the level of knowledge by main groups of living marine organisms at La Réunion*

Groupes taxinomiques	Nombre d'espèces recensées à la Réunion	Niveau des connaissances
Phanérogames	1	Satisfaisant
Algues	185	Satisfaisant
Éponges	19	Parcelleaire
Cnidaires	322	Parcelleaire
Scléactiniaires	167	Très satisfaisant
Hydrozoaires	90	Satisfaisant
Octocoralliaires	53	Parcelleaire
Autres Hexacoralliaires	12	Très faible
Plathelminthes	0	Nul
Némertes	0	Nul
Annélides	75	Parcelleaire
Mollusques	1305	Satisfaisant
Gastéropodes	1092 <i>(valeur incluant la microfaune)</i>	Très satisfaisant
Bivalves	1201 <i>(idem)</i>	Satisfaisant
Autres	12	Très faible
Crustacés	192	Parcelleaire
Bryozoaires	0	Nul
Échinodermes	61	Parcelleaire
Holothuries	17	Satisfaisant
Ophiurides	20	Satisfaisant
Astérides	5	Parcelleaire
Echinides	19	Parcelleaire
Crinoïdes	0	Nul
Ascidies	0	Nul
Chondrichthyens	17	Satisfaisant
Osteichthyens	650	Très satisfaisant
Reptiles	2	Très satisfaisant
Mammifères	3	Satisfaisant
TOTAL	2832	

Les ressources démersales récifales sont exploitées traditionnellement, mais le constat de surexploitation date des années 1980. La dégradation de ces ressources s'est notamment traduite par une déstructuration des chaînes trophiques. Elle a provoqué une désaffection de l'activité de pêche, entraînant une diminution du nombre de pêcheurs professionnels. Pour relancer l'activité, des Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) ont été installés en 1988 (Biais & Taquet, 1992). Depuis les enjeux de la pêche professionnelle sont centrés principalement sur les ressources pélagiques du large (700 tonnes/an) qui dominent les ressources pélagiques côtières (200 tonnes/an) et démersales (100 tonnes/an). Le développement de la

pêche de plaisance, de la pêche sous-marine et de la pêche à pied a contribué à maintenir une forte pression sur les ressources halieutiques côtières. Ces activités sont essentiellement de loisir, mais elles peuvent devenir des activités de subsistance (situation sociale précaire) ou apporter des compléments de revenu, en raison de la forte demande locale en produits de la mer. La pêche de plaisance représentait 65 % des sorties journalières de la pêche côtière en 1993 (Tessier, 1996). La pêche sous-marine est pratiquée par plus de 400 personnes dont 70 % la pratiquent comme loisir et 30 % à des fins commerciales. En 1998 cette activité prélevait plus de 200 tonnes de poissons dont plus de 84 % de poissons de fond (Roos *et al.*, 1998). La pêche à pied et la cueillette en milieu récifal ont fait l'objet d'une attention particulière car leurs pratiques ont des incidences sur les ressources et sur le corail (piétinement) et qu'elles sont devenues pour certains de véritables activités de subsistance (David & Mirault, 2003). Sur les nombreuses techniques de pêche à pied, seule la pêche aux capucins nains (juvéniles de l'espèce *Mulloidichthys flavolineatus*) a été autorisée depuis 1976. La pression de pêche a fortement augmenté depuis et les rendements ont diminué de 7,8 kg/équipe-jour en 1982 (Kopp & Delacroix, 1982) à 1,7 kg/équipe-jour en 2001 (Taquet & Ross, 2001). Cependant la nature de l'activité (captures de juvéniles issus du recrutement de l'année) n'a pas permis d'établir une relation entre l'évolution de l'effort de pêche et celle des captures.

Le tourisme à la Réunion repose en grande partie sur son environnement naturel, ses paysages ainsi que le mythe tenace des îles tropicales dont les lagons et plages de sable blanc font partie intégrante. L'évolution de l'activité est rapide, le nombre de touristes est passé de 14 450 en 1974 à plus de 430 000 en 2000. Bien que l'île offre un double produit touristique « vert et bleu », près de 80 % des voyageurs fréquentent les plages durant leur séjour sur l'île, et plus de la moitié de l'offre d'accueil est concentrée sur les côtes ouest et sud de l'île. Le tourisme est à l'origine du développement des activités nautiques et balnéaires que le littoral récifal permet de pratiquer (plongée sous-marine, surf, planche à voile, kite surf, kayak, voile, baignade).

Le mouillage des embarcations étant interdit sur les pentes externes des récifs depuis 2000, 57 sites de plongée ont été équipés de dispositifs de mouillage permettant d'éviter la dégradation des colonies coralliennes par les ancres. Ces dispositifs, essentiellement utilisés par les clubs de plongée, sont aussi disponibles pour les autres usagers. Les usagers ont signé une charte de bonne conduite qui est bien respectée.

Pour les activités lagonaires, les pratiques se sont développées principalement dans la zone d'arrière-récif. Cependant la faible hauteur d'eau sur le platier récifal (1,5 m maximum) permet d'accéder à toutes les zones bioconstruites et le piétinement est un facteur majeur de dégradation des platiers. Devant l'augmentation croissante des activités, les autorités réglementent la circulation des engins de plages et la pratique des sports nautiques dans toutes les zones littorales de la Réunion et notamment la marche à pied sur le platier de Saint-Gilles/La Saline (limitée à 25 m de la plage).

En raison de leur étroitesse du fait de leur proximité à la côte, les récifs coralliens constituent une interface entre le bassin versant et le milieu océanique. Ils subissent donc de plein fouet les impacts des activités liées à la croissance démographique comme l'urbanisation, les activités agricoles et leurs conséquences (déforestation, augmentation du coefficient de ruissellement, augmentation de matériel terrigène dans le milieu récifal lors des fortes pluies, phénomènes d'eutrophisation, etc.). C'est dans un contexte d'artificialisation croissante de la partie terrestre du littoral récifal que se mettent en place les premières études d'écologie récifale avec les travaux et thèses de C. Bouchon (1978), S. Ribes (1978) et G. Faure (1982). Ces études sont concordantes : l'écosystème récifal se modifie sous la pression anthropique. Les algues progressent au détriment des formations coralliennes. Les messages d'alerte se multiplient et se précisent au fur et à mesure que les études des universitaires se structurent et s'amplifient (Guillaume *et al.*, 1983 ; Cuet *et al.*, 1988 ; Naïm, 1989). L'urbanisation croissante des hauts de plage va contribuer à bloquer le transit sédimentaire du sable corallien et accélérer l'érosion de certaines plages (Troadec, 2002).

Ainsi se met en place un antagonisme grandissant entre la valorisation économique du milieu récifal et sa protection. À la suite d'un colloque en 1991 (« Protégeons nos récifs ») et devant l'identification des risques auxquels sont soumis les récifs coralliens, l'idée de la créa-

tion d'une aire marine protégée a été émise. Cependant cette idée se heurte à la situation particulière des récifs (25 km de linéaire, zone fortement anthropisée). Le 17.VII.1997 a tout de même été créée une association intitulée « Association Parc Marin de la Réunion » (APMR), précurseur du futur organe de gestion de la réserve marine à créer. L'APMR regroupe 7 communes littorales et son espace de gestion effectif est formé des milieux coralliens de chacune d'elles.

La prise de conscience tardive de la dégradation des récifs et l'antagonisme entre le constat scientifique (Conand *et al.*, 2002) et l'usage croissant du milieu récifal ont retardé la mise en place d'Aires Marines Protégées (AMP) à la Réunion. La première tentative a pris la forme d'une interdiction trois mois par an de la chasse sous-marine sur l'ensemble de l'île et d'une réglementation de tous les types de pêche côtière (dès 1976). Ainsi le ramassage de corail et d'organismes vivants (sauf les moules et les oursins) est devenu prohibé, de même que l'usage de filets pour les pêcheurs à pied, excepté les engins fixes et ceux permettant la capture des langoustes ou des capucins nains (Mullidés).

Après un long processus de concertation, la Réserve Naturelle Nationale Marine de la Réunion est créée par décret en février 2007. Elle couvre 3500 ha et englobe les récifs coralliens des communes de Saint-Paul, Trois-Bassins, Saint-Leu, Les Avirons et Étang-Salé. Le principe général est un principe d'interdiction et de dérogations délivrées par des arrêtés préfectoraux. Deux grands principes permettent la délimitation de trois niveaux de protection : une gestion par unité géomorphologique (ou unité récifale) et un niveau de protection croissant de la périphérie vers la partie centrale. Le niveau de protection le plus bas (périmètre général), puis le périmètre de protection renforcée (les prélèvements sont interdits sauf certaines exceptions) et enfin les périmètres de protection intégrale (aucune présence humaine n'est autorisée à l'exception des suivis scientifiques et de la surveillance).

Pour étudier et suivre ses récifs coralliens, la Réunion dispose de nombreuses compétences en matière de recherche scientifique fondamentale et appliquée. Le Laboratoire d'Écologie Marine de l'Université de la Réunion (ECOMAR) étudie essentiellement le fonctionnement écologique des récifs coralliens. L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) intervient sur l'évaluation des pêches lagonaires. L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) s'est fortement impliqué ces dernières années dans la thématique de gestion des récifs coralliens et notamment sur les aspects socio-économiques. L'Agence pour la Recherche et la Valorisation Marine (ARVAM) a réalisé de nombreux diagnostics et des études d'impact de mesure de gestion. Elle a été fortement impliquée, avec ECOMAR et l'IRD, dans des expertises régionales et notamment le PRE-COI.

Plusieurs ONG développent leurs propres programmes de recherche comme Kélonia (observatoire des tortues marines) qui travaille en partenariat avec l'IFREMER sur la connaissance de la structure des populations de tortues marines du sud-ouest de l'océan Indien. Le GLOBICE (Groupe Local d'Observation et d'Identification des Cétacés), coordonnateur du réseau local d'échouages, intervient dans l'observation et le suivi scientifique des cétacés. L'Association Vie Océane met en place des opérations d'inventaire de la biodiversité, de suivi des récifs coralliens et diffuse des supports d'information pédagogique sur l'écologie des récifs coralliens.

Une étape importante de la collaboration entre les différents organismes sur la thématique des récifs a été l'organisation d'un Pôle Mer au sein d'un programme pluriformations de l'Université (Conand & Frouin, 2002) qui a ensuite été consolidé dans un Contrat de Plan État-Région (Conand, 2002).

La France-Réunion est membre actif de la Commission de l'océan Indien (COI), organisation régionale regroupant les 5 pays de la sous-région (Comores, France-La Réunion, Madagascar, Maurice, Seychelles). Cette institution a mené le Programme Régional Environnement (PRE-COI) entre 1995 et 2000, financé par l'UE, qui a concentré ses efforts sur la gestion intégrée des zones côtières. Elle soutient depuis 2006 un programme régional sur les aires marines protégées ainsi qu'un programme de gestion durable des ressources côtières.

## LES RÉSEAUX DE SUIVI DES RÉCIFS ET DE LEURS BIENS ET SERVICES

### LE RÉSEAU RÉCIF

La mise en place d'un « réseau régional » de suivi de l'état de santé des récifs coralliens dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien repose initialement sur une initiative du PRE-COI. Face à la progression mondiale de la dégradation des récifs il était essentiel de suivre régulièrement l'état de santé des récifs par des méthodes relativement simples, qui puissent être mises en place dans tous les pays. Parallèlement, la problématique de suivi de l'État de santé des récifs a permis de structurer un « réseau récif » local, regroupant les collectivités locales, l'État, les scientifiques et les associations. La stratégie initiale était d'étendre le réseau pour multiplier les stations de suivi et impliquer les acteurs du monde marin. Le réseau fonctionne à son démarrage avec APMR, ARVAM et ECOMAR, soutenus par les collectivités et la DIREN. La récolte des données, assurée dans un premier temps par les experts de ECOMAR et de l'ARVAM, est ensuite confiée aux écogardes du Parc Marin après qu'ils ont reçu une formation adaptée. Les chercheurs d'ECOMAR continuent de s'impliquer sporadiquement dans la récolte des données dans le cadre d'une démarche d'accompagnement et de contrôle qualité, permettant ainsi d'obtenir épisodiquement un niveau d'expertise maximal (Chabanet *et al.*, 2002). Cette évolution permet de capitaliser un savoir-faire et d'assurer une continuité dans les suivis.

Le réseau récif de la Réunion s'est aussi mobilisé pour le suivi d'événements exceptionnels qui ont une influence sur les récifs coralliens comme les cyclones (Anonyme, 2002a ; Chabanet *et al.*, 2005), les mortalités de poissons (Pothin *et al.*, 2001 ; Turquet *et al.*, 2002), les blanchissements coralliens (Turquet *et al.*, 2001, 2003 ; Conand *et al.*, 2002 ; Nicet *et al.*, 2004 ; Guillaume *et al.*, 2005).

La méthodologie utilisée est inspirée du « Survey manual of tropical marine resources » (English *et al.*, 1994) qui a été adaptée au contexte des pays de la COI (Conand *et al.*, 1997), traduit ensuite en anglais pour permettre une utilisation plus large dans l'océan Indien (Conand *et al.*, 2000). Progressivement les données récoltées par les écogardes ont été plus précises et plus complètes, notamment au niveau du nombre d'espèces ichthyologiques recensées. D'une dizaine d'espèces bioindicatrices au départ (Chabanet, 1994), les écogardes recensent 54 espèces aujourd'hui. Quatorze stations sont actuellement suivies (Tab. III). Depuis 2003, les données sont stockées dans une base de données (COREMO) selon le niveau expert (précision des données élevée).

TABLEAU III

*Données disponibles sur les Stations du GCRMN. B : Benthos, P : Poissons. Available data collected in the GCRMN stations. B : benthos data, P : Fish data*

Récif	Station	Données disponibles	Période de récolte
Saint-Gilles	Trois Chameaux	B, P	1998-2007
La Saline	Planch'Alizé	B, P	1998-2007
Saint-Leu	La Corne Nord	B, P	1999-2007
Saint-Leu	La Varangue	B, P	1999-2007
Etang-Salé	Site principal	B, P	2000-2007
Saint-Pierre	Alizé plage	B, P	2000-2007
Saint-Pierre	Ravine Blanche	B, P	2000-2007

Depuis 2000, les données sont traitées et diffusées annuellement sous la forme d'un rapport national (Mété *et al.*, 2001 ; Anonyme, 2002b ; Nicet *et al.*, 2004, 2005). Une synthèse des données benthos et poissons permet de suivre l'évolution pluriannuelle de l'état de santé des récifs. En 2006 une synthèse des tendances depuis 2000 a été réalisée (Nicet *et al.*, 2006).



## LE GLOBAL CORAL REEF MONITORING NETWORK (GCRMN)

En 1999 le réseau régional créé pendant le PRE-COI a été officiellement reconnu comme « nœud régional » du GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network) pour la région sud-ouest de l'océan Indien (Chabanet *et al.*, 2001). Il regroupe les cinq pays de la COI, la République des Comores, la République de Maurice, la République des Seychelles, Madagascar et la France-Réunion. Après PRE-COI, l'action de « suivi monitoring récif » s'est poursuivie au niveau régional grâce au Programme GEF-COI de septembre 2001 à décembre 2003. La Réunion a participé sur fonds propres à cette initiative. Elle s'est engagée à fournir au réseau régional COI des données actualisées en 2002 sur son action de « monitoring » et a pérennisé ainsi son appartenance au réseau régional et au GCRMN. Les membres sont chargés d'élaborer annuellement un rapport régional (Ahamada *et al.*, 2003 ; Maharavo *et al.*, 2004) et de rédiger un chapitre spécifique au sud-ouest de l'océan Indien de l'ouvrage de référence « Status of coral reefs of the world » (Bigot *et al.*, 2000 ; Ahamada *et al.*, 2002 ; Ahamada *et al.*, 2004). La prochaine édition est ainsi programmée pour fin 2007, début 2008.

### REEF CHECK

Parallèlement au suivi GCRMN, des stations intégrées au programme international Reef Check ([www.reefcheck.org](http://www.reefcheck.org)) sont suivies depuis 2003. L'objectif est d'impliquer les usagers du milieu marin dans le suivi de l'état de santé des récifs coralliens. L'opération est coordonnée localement par l'ARVAM avec le soutien de la fondation Quicksilver.

### LES PROGRAMMES DE RECHERCHE

En prévision de la mise en place de la réserve naturelle marine, un point initial de l'environnement a été réalisé sur les deux principales unités récifales : Saint-Gilles/La Saline et Saint-Leu en 2005 et 2006. Ce point de référence sera comparé aux évaluations ultérieures. Cette stratégie permettra de quantifier les effets de la mise en réserve dans le temps, sans contestation possible, selon un protocole de type BACI (Before-After Controlled Impact). Les deux compartiments étudiés sont la faune ichthyologique et les peuplements benthiques. Le souhait des partenaires de retenir un protocole scientifique d'une grande robustesse statistique a impliqué un nombre de sites et de réplicats élevé, ce qui a mobilisé fortement les équipes sur le terrain (APMR, ECOMAR et Aquarium de la Réunion) et a permis d'évaluer la puissance statistique des tests (Bruggemann *et al.*, 2005).

## L'ÉVOLUTION DES RÉCIFS AU COURS DES 50 DERNIÈRES ANNÉES ET LEUR ÉTAT ACTUEL

### AVANT 1997

À la Réunion aucun suivi temporel pérenne à moyen ou long terme n'avait été mis en place avant 1997. Cependant les travaux scientifiques menés depuis 1975 (Faure, 1975 ; Bouchon, 1978 ; Naïm & Cuet, 1989) permettent d'avoir des éléments de référence sur la biodiversité des peuplements benthiques d'origine et les structures de communautés présentes il y a encore une trentaine d'années. Les principaux changements dans la structure des communautés écologiques sont attribués à la combinaison de facteurs naturels comme les cyclones ou des marées exceptionnellement basses, et des facteurs humains notamment par les apports en nutriments liés aux infiltrations d'eaux souterraines polluées en milieu récifal (Join *et al.*, 1988 ; Naïm *et al.*, 2000). Ces résurgences d'eaux souterraines riches en nutriments apportent des quantités significatives d'azote et dans une moindre mesure de phosphates. Ces zones enrichies sont caractérisées par (1) un déséquilibre des communautés benthiques qui se traduit par un accroissement de la couverture en macroalgues (Naïm, 1993), (2) une compétition accrue entre macroalgues, gazons algaux, cyanophycées et coraux bioconstructeurs des récifs et (3) la dominance d'espèces coralliennes de substitution comme *Montipora circumvallata*, *Pavona* spp., *Porites*, *Synerea rus* en remplacement des coraux branchus du genre *Acropora*.

L'absence d'épuration d'une usine sucrière (plus de 275 000 EqH /j) jusqu'en 1986 a eu des conséquences particulièrement sensibles sur le récif frangeant de l'Étang-Salé, où plus de 90 % des coraux sont morts et ont été colonisés par des éponges perforantes du genre *Cliona*.

L'érosion côtière, notamment celle des plages coralliennes, a aussi été favorisée par la disparition des coraux branchus et la diminution de la complexité topographique.

L'impact d'événements climatiques a pu être important. Des modifications dans la structure des communautés benthiques ont aussi été observées à la suite de grandes marées basses (Guillaume *et al.*, 1983). Le cyclone Firinga en 1989 a provoqué une mortalité massive (plus de 99 %) des coraux des lagons de Saint-Leu (Letourneur *et al.*, 1993) et de Saint-Pierre. Ces mortalités ont été suivies par des colonisations algales sur les squelettes des coraux morts. Cependant des suivis menés après le cyclone Firinga à Saint-Leu montrent de fortes capacités de régénération des récifs après l'établissement de communautés coralliennes pionnières (Naim *et al.*, 1997, 2002).

Les degrés d'altération des récifs sont variables et sous l'influence des actions combinées des pressions anthropiques et des phénomènes naturels. Seul 1 % des platiers coralliens est considéré comme proche d'un stade originel, 54 % sont faiblement dégradés, 32 % moyennement dégradés et 13 % fortement dégradés par des facteurs chroniques (Naim *et al.*, 2000).

Les peuplements de poissons sont liés à la structure des peuplements benthiques, caractéristique plus marquée sur la zone de platier en milieu peu profond (Chabanet, 1994 ; Chabanet *et al.*, 1997). À l'intérieur des récifs frangeants, les populations ichtyologiques se structurent en trois grands peuplements (arrière-récif, platier interne et platier externe) (Letourneur, 1991), corrélés à la morphologie récifale et à l'agitation du milieu (Letourneur & Chabanet, 1994). Sur la pente externe, les peuplements ichtyologiques montrent une grande homogénéité structurale malgré des différences observées dans les peuplements benthiques (Chabanet *et al.*, 1995).

Sur le récif frangeant de Saint-Gilles/La Saline, les changements profonds des communautés coralliennes observées sur le platier à la fin des années 80 ont également entraîné des changements sur l'organisation structurale des peuplements ichtyologiques (Chabanet *et al.*, 1995), et en particulier sur celle des jeunes poissons particulièrement vulnérables à la destruction de leur habitat (Chabanet & Letourneur, 1995). La première communauté est dominée par un peuplement très diversifié de coraux branchus (*Acropora* sp.), associé à un peuplement ichtyologique diversifié, caractérisé par des Pomacentridés omnivores (poissons demoiselles) et des Chaetodontidés corallivores (poissons papillons) ; cette communauté est favorisée dans un milieu oligotrophe. La deuxième communauté est dominée par des algues associées à des Acanthuridés (poissons chirurgiens), herbivores, avec une richesse et une diversité spécifiques faibles en coraux et en poissons ; elle se développe en milieu dystrophe. Sur le récif de Saint-Leu, touché fortement après le passage du cyclone intense Firinga (1989), on observe une désstructuration à l'intérieur du peuplement avec une augmentation très importante des herbivores (Acanthuridés et *Stegastes nigricans* essentiellement) jusqu'en 1993, suivie d'une diminution progressive de ces populations. Parallèlement l'abondance des Chaetodontidés corallivores diminue fortement après le cyclone et ce n'est qu'à partir de 1997, soit 8 ans après le passage du cyclone, qu'on retrouve des densités « normales » de chaetodons sur le récif de Saint-Leu.

#### DE 1997 À NOS JOURS

Le bilan présenté dans ce paragraphe a été réalisé à partir des résultats du suivi de l'état de santé entre 1998 et 2006. Globalement l'évolution des peuplements benthiques montre un accroissement de la couverture algale aussi bien sur les platiers que sur les pentes externes (Fig. 3b & 4b). Alors que la couverture en corail vivant diminue sur les pentes externes (Fig. 4a), elle ne montre pas d'évolution particulière sur les platiers. L'analyse par unité récifale montre cependant des évolutions contrastées.

Sur le récif de Saint-Gilles/La Saline, la couverture corallienne a légèrement augmenté sur les platiers et légèrement diminué sur les pentes externes entre 1998 et 2002. Sur la station de Trois Chameaux, la couverture en corail vivant est passée de 31 % en 1998 à 22 % en 1999. Cette diminution est attribuée à des marées basses exceptionnelles qui ont notamment affecté les parties sommitales des supracolonies qui ont ensuite été colonisées par des gazons algaux.

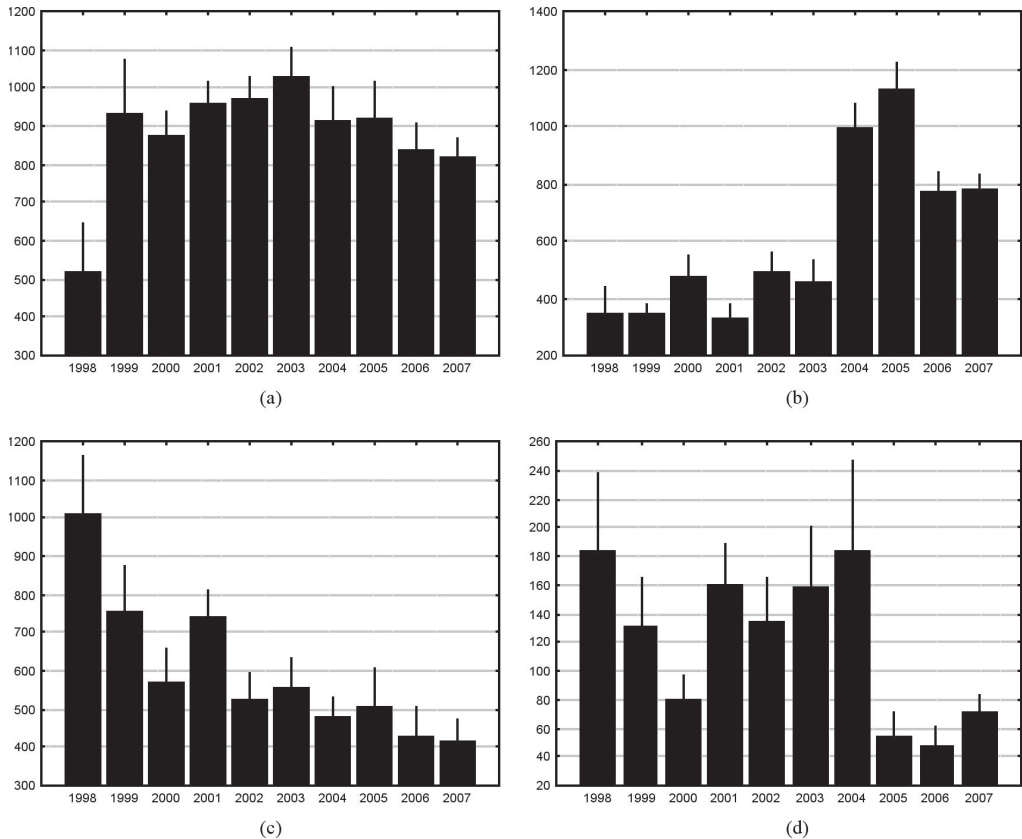


Figure 3. — Évolution entre 1998 et 2006, sur les stations de platier, du recouvrement moyen (exprimé en cm +/- erreur standard) en faune benthique et substrat par catégorie et par transect de 20 mètres : (a) coraux, (b) algues, (c) abiotique, (d) autres organismes. Evolution between 1998 and 2006 on reef flat of the mean cover (in cm +/- standard error) of benthic fauna and substratum by category along 20m-long transects : (a) hard coral, (b) algae, (c) abiotic, (d) others.

En 2004, sur les platiers, le taux de recouvrement en coraux vivants a augmenté de 10 % à Planch'Alizé, et a diminué fortement sur le site de Trois Châteaux (de 41 % à 27 %). Ces tendances s'expliquent par un fort blanchissement qui a affecté les colonies d'*Acropora* dominantes sur la station de Trois Châteaux, et n'a pas touché les espèces opportunistes telles que *Montipora circumvallata* dominantes à Planch'Alizé. Dans le même temps, le nombre d'échinodermes bio-érodeurs (*Echinometra mathaei*) a été multiplié par 3, passant de 30 à 100 individus par 250 m<sup>2</sup>, en corrélation directe avec l'accroissement de la couverture algale.

Sur les pentes externes, une situation similaire est observée avec une diminution progressive des taux de couverture corallienne entre 1998 et 2007 au profit des communautés algales.

Si les pentes externes de Saint-Leu semblent avoir bien récupéré après les différents épisodes de blanchissement et les fortes houles de l'hiver de 2003, la situation des platiers est différente. Sur la station sud (Varangue) les peuplements d'*Acropora* ont été fortement touchés en 2003 (taux de recouvrement passant de 70 à 40 %) mais il semble que la tendance actuelle soit plus positive (respectivement 55 et 53 % en 2006 et 2007). A l'inverse, la station nord (la Corne) voit sa couverture corallienne régulièrement diminuer depuis le début des opérations de suivi (de 58 % en 1999 à moins de 32 % en 2007) au profit du recouvrement algal (moins de 20 % en 1999 à plus de 60 % en 2007). Cette station située en amont du complexe récifal est ainsi directement soumise à l'incidence des diverses perturbations qui affectent le milieu récifal depuis les 10 dernières années (zone portuaire, apports de ravines). En revanche les zones de pente externe présentent une situation relativement stable et localement un recouvrement corallien record (station de la Corne) pour la Réunion (70 % en 2007).

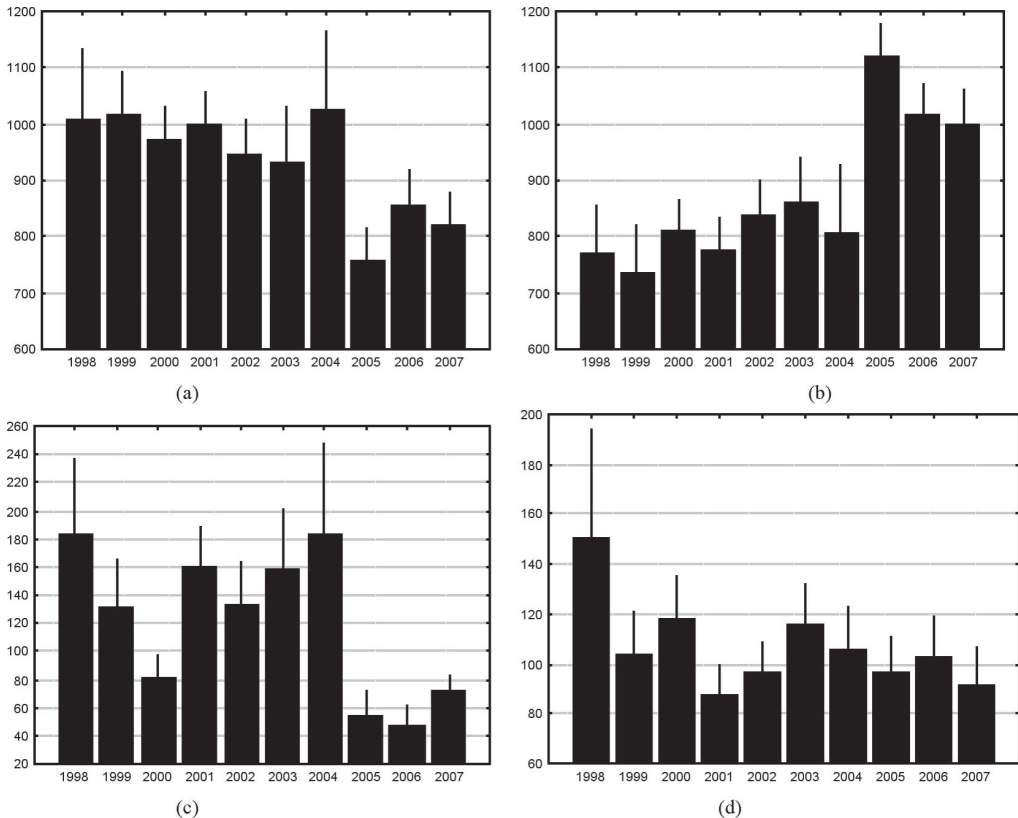


Figure 4. — Évolution entre 1998 et 2006, sur les stations de pente externe, du recouvrement moyen (en cm +/- erreur standard) en faune benthique et substrat par catégorie et par transect de 20 mètres : (a) coraux, (b) algues, (c) abiotique, (d) autres organismes. Evolution between 1998 and 2006 on the outer reef slope of the mean cover (in cm +/- standard error) of benthic fauna and substratum by category along 20m long transects : (a) hard coral, (b) algae, (c) abiotic, (d) others.

Les pentes externes des récifs de l'Étang-Salé et de Saint-Pierre sont exposées aux houles australes et montrent des peuplements benthiques en bonne santé (50 % de recouvrement corallien, caractéristique des milieux exposés avec une dominance de colonies submassives et massives et un fort recouvrement en algues calcaires). Une légère diminution de la couverture corallienne peut être notée sur l'Étang-Salé.

Le platier de l'Étang-Salé est caractérisé par une évolution bimodale marquée par une diminution progressive de la couverture corallienne entre 2000 et 2004, puis par une stabilité du recouvrement entre 2005 et 2007 (moyenne de 28 %). Les communautés sont marquées par des mégacolonies coalescentes massives de *Porites* qui représentent plus de 40 % du recouvrement observé en association avec des acropores. La couverture algale est en revanche en nette augmentation depuis 2004 notamment au profit des substrats abiotiques. À Saint-Pierre, la portion nord du platier récifal (station de Ravine Blanche) présente un fort recouvrement en coraux (63 %) dominé par les acropores branchus, couverture qui s'est maintenue jusqu'en 2003 avant de chuter de manière importante (blanchissement). Depuis 2004 le recouvrement corallien augmente progressivement et atteint actuellement 45 %. La station sud (Alizé Plage) subit les incidences de la zone urbaine et des apports d'eaux pluviales importants. Le recouvrement corallien y est relativement stable depuis les 5 dernières années et caractérisé par de nombreuses espèces opportunistes (Montiporidés, Poritidés).

Le suivi des peuplements de poissons n'est réalisé que sur une partie des peuplements qui comprend notamment des espèces bioindicatrices. Les abondances moyennes sont deux fois plus importantes sur les platiers que sur les pentes externes (Fig. 5 & 6). À l'exception de la station de Corne nord (Saint-Leu), les peuplements sont dominés par les poissons omnivores (essentiellement des Pomacentridés) sur les platiers, et par les herbivores (essentiellement des Acanthuridés) sur la pente externe. Sur les platiers l'abondance des Pomacentridés est liée à la présence des colonies vivantes d'acropores branchus (*Chromis*, *Dascyllus*) ou colonisées par les algues (*Stegastes* sp.). Sur les platiers les abondances ont fortement augmenté en 2002 en raison d'un recrutement exceptionnel. Depuis 2002 le nombre de brouteurs d'invertébrés et de carnivores diurnes est en diminution (Fig. 6). Sur les pentes externes l'abondance globale augmente fortement après le recrutement massif de 2002 et se stabilise ensuite. Globalement les prédateurs de haut niveau trophique et notamment les piscivores sont très peu abondants voire absents, ce qui est caractéristique des milieux fortement exploités par les activités halieutiques. L'utilisation de récifs artificiels comme outils de gestion des ressources démersales exploitées par la pêche côtière est une des solutions envisagées pour déplacer la pression de pêche des zones récifales vers les zones sableuses (Tessier, 2005).

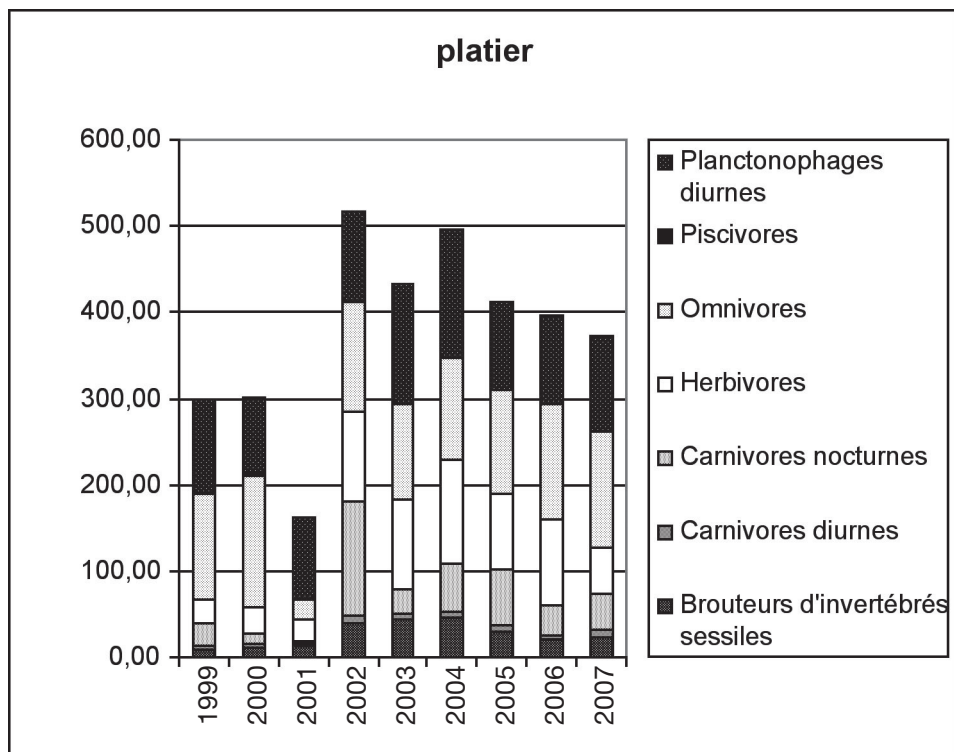


Figure 5. — Évolution des abondances moyennes par transect et par catégorie trophique des peuplements ichthyologiques sur les stations de platier. *Evolution of mean abundance by transect and diet of fish assemblages at reef flat stations*

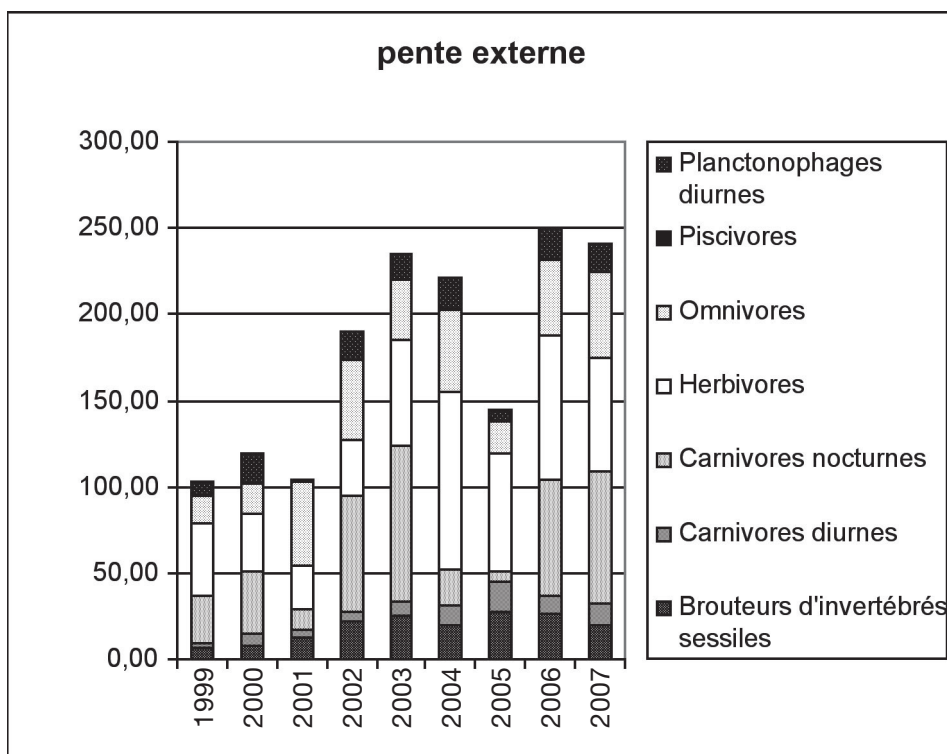


Figure 6. — Évolution des abondances moyennes par transect et par régime alimentaire des peuplements ichthyologiques sur les stations de pente externe. *Evolution of mean abundance by transect and diet of fish assemblages at outer reef slope stations*

#### COMPARAISON AVEC LES AUTRES COLLECTIVITÉS DU RÉSEAU OCÉAN INDIEN SUD-OUEST DU GCRMN

Pour les pays de la COI, comme dans de nombreux réseaux de suivi, le nombre de sites suivis dans les pays de la COI reste encore insuffisant pour avoir une réelle représentativité de l'état de santé de l'ensemble des récifs des différentes collectivités (cf. Madagascar). Les suivis réalisés n'en demeurent pas moins pertinents car ils fournissent des valeurs « sentinelles » qui permettent de visualiser des tendances d'évolution plus globales. Les personnels compétents et disponibles pour réaliser les échantillonnages et traiter les données restent rares, et les moyens financiers encore largement insuffisants pour assurer la pérennité de la formation des acteurs locaux et des campagnes annuelles de suivi. Ainsi, à titre d'exemple, la pérennisation du suivi dans l'aire marine protégée de Mohéli (Comores) a nécessité une intervention financière d'urgence du programme COI sur les Aires Marines Protégées.

De façon générale, les récifs coralliens des îles isolées présentent de meilleures situations que ceux des îles soumises aux impacts des activités humaines (notamment les pollutions d'origine domestique). La principale activité associée aux récifs coralliens est le tourisme. Une autre source de revenus est l'exploitation des ressources et notamment des holothuries qui font l'objet d'une exploitation très intensive, notamment à Madagascar où les stocks sont épuisés. Des essais d'éclosion ont été tentés pour produire des juvéniles et soutenir les stocks. Les poulpes font également l'objet d'une exploitation soutenue. Enfin l'extraction de sable pose des problèmes sérieux d'amaigrissement des plages et d'érosion à Maurice et aux Seychelles.

Les récifs coralliens des Comores et des Seychelles étaient en bonne santé jusqu'à 1997. Ils ont été fortement impactés par le fort blanchissement de 1998 à la suite duquel les taux de recouvrement corallien sont descendus en dessous de 5 %. Inversement les récifs de Madagascar, Maurice et Réunion ont subi un impact plus modéré vis-à-vis de ce phénomène (Bigot *et al.*, 2000). Alors que les récifs des Seychelles (îles granitiques) sont restés fortement dégradés après le blanchissement de 1998, les récifs des Comores ont montré une récupération assez spectaculaire des taux de recouvrement, notamment ceux de Mayotte. Pour les autres îles, une stabilité des indicateurs est observée, même si, à l'île Maurice et à la Réunion, les facteurs de dégradation sont toujours présents (Ahamada, 2002). Pendant la période 2000-2002 seuls des blanchissements localisés ont été observés à la Réunion en 2001 et en mars 2002 aux Seychelles et à Rodrigues. En 2003 la région a subi à nouveau quelques faibles épisodes de blanchissement.

On peut remarquer que les espèces du genre *Acropora* ont été relativement moins affectées dans les épisodes récents de blanchissement dans certaines régions, alors qu'elles furent les espèces les plus affectées en 1998. Cela peut indiquer, soit un certain degré d'acclimatation au blanchissement, soit la sélection d'espèces plus résistantes aux augmentations de température (Ahamada *et al.*, 2004).

#### PERSPECTIVES

En raison de la croissance démographique, d'une occupation accrue des bassins versants et du développement des activités nautiques, il est maintenant communément admis que les pressions vont s'accroître sur les récifs coralliens de la Réunion. Parallèlement les hypothèses récentes sur les incidences du changement climatique laissent supposer que les récifs coralliens seront parmi les écosystèmes les plus touchés. Si la capacité de résilience des récifs coralliens réunionnais a été démontrée à la suite de cyclones ou de pollutions, la synergie d'action des facteurs de dégradation directs, indirects ou globaux risque de diminuer cette capacité. Face à cette menace polymorphe, deux modes d'actions complémentaires sont à promouvoir : (1) la mise en œuvre de la Réserve Marine, outil de valorisation et d'appropriation des récifs coralliens par la population locale, qui doit permettre de réguler durablement les usages directs des récifs coralliens, et (2) parallèlement, l'identification des principaux facteurs de pression en provenance des bassins versants grâce aux nouveaux outils d'analyse (analyse isotopique, analyse des pesticides, cartographies des usages) doit permettre de discriminer l'origine des perturbations et ainsi de hiérarchiser les mesures de gestion (épuration, pratiques culturelles, etc.). Cette analyse de causalité repose aussi sur l'identification de nouveaux indicateurs de l'état de santé des récifs coralliens. Ces indicateurs sont à rechercher dans une analyse fine des données du GCRMN pour mettre en évidence des évolutions spécifiques de communautés cibles (Bigot *et al.*, 2006), ainsi que dans une spatialisation de l'information à l'échelle de l'ensemble des récifs coralliens de la Réunion (ARVAM *et al.*, 2006). L'utilisation d'images satellitaires permettrait également de modéliser l'évolution des communautés coralliennes face à des événements de grande ampleur et ainsi de mieux localiser les zones à préserver en priorité (Scopelitis *et al.*, 2007). Enfin, pour la compréhension de phénomènes climatiques de grande ampleur, le problème de la pérennisation financière des suivis au niveau régional devra être résolu.

#### RÉFÉRENCES

- AHAMADA, S., BIGOT, L., BIJOUX, J., MAHARAVO, J., MEUNIER, S., MOYNE-PICARD, M. & PAUPIAH, N. (2002). — Status of coral reefs in the South-West Indian Ocean island node : Comoros, Madagascar, Mauritius, Reunion and Seychelles. Pp 79-100 in : C. Wilkinson (ed.). *Status of coral reefs of the world : 2002*. Australian Institute of Marine Science, Australie.
- AHAMADA, S., BIGOT, L., BIJOUX, J., KOONJUL, M., MAHARAVO, J., LYNCH, T., MEUNIER, S. & MOYNE-PICARD, M. (2003). — *Rapport Régional « Suivi de l'état de santé des Récifs Coralliens »*. Réseau COI/GCRMN « Iles du Sud-Ouest Océan Indien » (WIO Node). Rapport Annuel 2003. Rapport pour le compte de la COI.
- AHAMADA, S., BIJOUX, J., BIGOT, L., CAUVIN, B., KOONJUL, M., MAHARAVO, J., MEUNIER, S., MOYNE-PICARD, M., QUOD, J.-P. & PIERRE-LOUIS, R. (2004). — Status of the Coral Reefs of the South-West Indian Ocean Island States. Pp 189-212 in : C. Wilkinson (ed). *Status of coral reefs of the world : 2004 -Volume 1*. Townsville, Australie.

- ANONYME (2001). — *Activités halieutiques dans les « lagons » de l'île de la Réunion*. Rapport de synthèse 2000, APMR/CRPMEM/IFREMER, Financement DIREN.
- ANONYME (2002a). — *Evaluation des impacts du cyclone Dina (21-22 janvier 2002) sur le milieu marin côtier de la Réunion*. ARVAM, Financement DIREN.
- ANONYME (2002b). — *Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de la Réunion année 2002 : Synthèse IFRECOR*. Rapport ARVAM, APMR, ECOMAR pour le compte de DIREN Réunion.
- BATTISTINI, R., BOURROUILH, F., CHEVALIER, J.P., COUDRAY, J., DENIZOT, M., FAURE, G., FISCHER, J.C., GUILCHER, A., HARMELIN-VIVIER, M.L., JAUBERT, J., LABOREL, J., MONTAGGIONI, L., MASSE, J.P., MAUGE, L.A., PEYROT-CLAUSSADE, M., PICHON, M., PLANTE, R., PLAZIAT, J.C., PLESSIS, Y.B., RICHARD, G., SALVAT, B., THOMASSIN, B.A., VASSEUR, P. & WEYDERT, P. (1975). — *Éléments de terminologie récifale indopacifique*. *Téthys*, 7 : 1-111.
- BIAIS, G. & TAQUET, M. (1992). — La pêche locale aux abords de La Réunion. *Repères océan*, 2 : 1-78.
- BIGOT, L., CAUVIN, B. & TESSIER, E. (2006). — *Diversité corallienne et évolution de la structure des communautés benthiques entre 1998-2006 à la Réunion (sud-ouest océan Indien)*. Forum sur la biodiversité des récifs coralliens, Nouméa.
- BIGOT, L., NAÏM, O., CHABANET, P., TESSIER, E., GARNIER, R., MOYNE-PICARD, M. & QUOD, J.-P. (2000). — *Suivi de l'état de santé des récifs coralliens - GCRMN : île de La Réunion - 1999/2000*. Rapport National Récif - PRE-COI/UE. Rapport ARVAM, ECOMAR, APMR pour le compte de PRE-COI/UE.
- BOUCHON, C. (1978). — *Etude quantitative des peuplements à base de Sclératiniaires des récifs coralliens de l'archipel des Mascareignes (Océan Indien occidental)*. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille II.
- BOURMAUD, C. (2003). — *Inventaire de la biodiversité marine récifale à la Réunion*. Rapport ECOMAR, MNHN, ARVAM, IREMIAM / ETIC, WWF Marseille pour le compte de APMR.
- BRUGGEMANN, H., BIGOT, L., CHABANET, P., DURVILLE, P., GUILLAUME, M., MULOCHÉAU, M., NAÏM, O. & TESSIER, E. (2005). — Marine reserve at Reunion island : Monitoring methods and power to detect temporal change in coral reef communities. *WIOMSA 4th Int. Symposium* (abstract and communication).
- CHABANET, P. (1994). — *Etude des relations entre les peuplements benthiques et les peuplements ichtyologiques sur le complexe récifal de St-Gilles-La Saline à l'île de La Réunion*. Thèse de Doctorat en Environnement marin, Université Aix-Marseille III.
- CHABANET, P., BIGOT, L., NAÏM, O., GARNIER, R., TESSIER, E. & MOYNE-PICARD, M. (2001). — Coral reef monitoring at Reunion island (Western Indian Ocean) using the GCRMN method. *Proc. 9<sup>th</sup> Intern. Coral Reef Symp.*, Bali.
- CHABANET, P., DUFOUR, V. & GALZIN, R. (1995). — Disturbance impact on reef fish communities in Reunion Island (Indian Ocean). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 188 : 29-48.
- CHABANET, P. & LETOURNEUR, Y. (1995). — Spatial pattern of size distribution of four fish species on Reunion coral reef flats. *Hydrobiologia*, 300/301 : 299-308.
- CHABANET, P., MOYNE-PICARD, M. & POTHIN, K. (2005). — Cyclones as settlement vehicles for groupers. *Coral Reefs*, 24 : 138.
- CHABANET, P., RALAMBONDRAINY, H., AMANIEU, M., FAURE, G. & GALZIN, R. (1997). — Relationship between coral reef substrata and fish. *Coral Reefs*, 16 : 93-102.
- CONAND, C. (2002). — Marine ecology of La Reunion : An overview of recent research. *Ambio*, 31 : 602-605.
- CONAND, C., CHABANET, P. & GRAVIER-BONNET, N. (2003). — *Biodiversité du milieu récifal réunionnais : échinodermes, poissons, hydres*. Rapport Conseil Régional, la Réunion.
- CONAND, C., CHABANET, P., QUOD, J.-P. & BIGOT, L. (1997). — *Manuel méthodologique pour le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud-ouest de l'océan Indien*. Commission de l'océan Indien.
- CONAND, C., CUET, P., MIOCHE, D. & NAÏM, O. (2002). — Les récifs de la Réunion sous surveillance. *Pour la Science*, 298 : 74-81.
- CONAND, C. & FROUIN, P. (eds) (2002). — Pôle mer-littoral, biodiversité et ressources marines. *Journal de la nature*, 14 (1) : 1-76.
- CONAND, C., LARUE, M., QUOD, J.-P., CONAND, F., TURQUET, J. (2002). — Bleaching in a western Indian ocean island, La Réunion : a multi-scale approach. *Proc. 9<sup>th</sup> int. Coral Reef symp.* : 1155-1160.
- CONAND, F., MARSAC, F., TESSIER, E. & CONAND, C. (2007). — A ten-year period of daily sea surface temperature at a coastal station in Reunion Island, Indian Ocean (July 1993 – April 2004) : Patterns of variability and biological responses. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.*, 6 : 1-16.
- CUET, P. (1989). — *Influence des résurgences d'eaux douces sur les caractéristiques physico-chimiques et métaboliques et l'écosystème récifal à la Réunion (O. Indien)*. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille III.
- CUET, P., NAÏM, O., FAURE, G. & CONAND, J.-Y. (1988). — Nutrient-rich groundwater impact on benthic communities of the Saline fringing reef (Reunion Island, Indian Ocean) : preliminary results. *Proc. 6th Intern. Coral reef Symp.*, Townsville, 2 : 207-212.
- DAVID, G., ANTONA, M., BOTTA, A., DARE, W., DENIS, J., DURIEUX, L., LOINTIER, M., MIRALTO, E. & THOMASSIN, A. (à paraître). — *La gestion intégrée du littoral récifal de la Réunion : de la connaissance scientifique à l'action publique, jeux d'échelle et jeux d'acteurs*. Actes du colloque « Prospective pour le littoral ». Ministère de l'écologie et du développement durable, Paris, 1<sup>er</sup> et 2 mars 2005.



- DAVID, G. & MIRAULT, E. (2003). — L'estimation socio-économique d'un patrimoine naturel comme outil du développement durable : l'exemple des récifs coralliens de l'île de la Réunion. Pp 95-102 in : *Patrimoines et développement dans les pays tropicaux*. Actes des IX<sup>es</sup> Journées de Géographie Tropicale, 13-15 septembre 2001, la Rochelle.
- ENGLISH, S., WILKINSON, C. & BAKER, V. (1994). — *Survey manual for tropical marine resources*. ASEAN-Australia Marine Science Project, AIMS.
- FAURE, G. (1982). — *Recherche sur les peuplements de scléractiniaires des récifs coralliens de l'archipel des Mascareignes (océan Indien occidental)*. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille II.
- GUILLAUME, M., PAYRI, C.E. & FAURE, G. (1983). — Blatant dégradation of coral reefs at the Reunion island (West Indian Ocean). *Intern. Soc. for Reef Stud., Ann. Meet., Nice* : 28.
- GUILLAUME, M., TURQUET, J. & BRUGGEMANN, H. (2005). — « Réseau Récif Réunion » : le blanchissement des coraux à la Réunion en 2005. Rapport APMR, ARVAM, ECOMAR, MNHN.
- JOIN, J.L., POMME, J.B., COUDRAY, J. & DAESSLÉ, M. (1988). — Caractérisation des aquifères basaltiques en domaine littoral. Impact d'un récif corallien. *Hydrogéologie*, 2 : 107-115.
- KOPP, J. & DELACROIX, P. (1982). — *Travaux sur les pêcheries de « capucins nains » - Mulloidichthys flavolineatus - dans les lagons de l'île de la Réunion*. Rapport préliminaire. Comité local des Pêches Maritimes de la Réunion/ISTPM.
- LETOURNEUR, Y. (1992). — *Dynamique des peuplements ichtyologiques des platiers récifaux de l'île de la Réunion*. Thèse de Doctorat en Océanographie biologique, Université Aix-Marseille II.
- LETOURNEUR, Y. & CHABANET, P. (1993). — Variations spatio-temporelles de l'ichtyofaune dans les récifs coralliens de Saint-Leu, île de la Réunion. *Cybitum*, 18 : 25-38.
- LETOURNEUR, Y., HARMELIN-VIVIEN, M. & GALZIN, R. (1993). — Impact of hurricane Firinga on fish community structure on fringing reefs of Reunion Island, S.W. Indian Ocean. *Envir. Biol. Fishes*, 37 : 109-120.
- MAHARAVO, J., AHAMADA, S., BIJOUX, J., CAUVIN, B. & KOONJUL, M. (2004). — *Suivi de l'état de santé des récifs coralliens des îles du sud-ouest Océan indien (Réseau COI/GCRMN-WIO Node)*. Rapport régional.
- METE, K., GARNIER, R., BIGOT, L., CHABANET, P., NAÏM, O. & QUOD, J.-P. (2001). — *Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de la Réunion : année 2000*. Rapport ARVAM, ECOMAR pour le compte de APMR.
- MONTAGGIONI, L. (1978). — *Recherches géologiques sur les complexes récifaux de l'archipel des Mascareignes (océan Indien occidental)*. Thèse de Doctorat es Sciences, Université Aix-Marseille II.
- MONTAGGIONI, L. & FAURE, G. (1980). — *Les récifs coralliens des Mascareignes (océan Indien)*. Collection des travaux du Centre Universitaire. Université française de l'océan Indien.
- NAÏM, O. (1989). — *Les platiers récifaux de l'île de la Réunion. Géomorphologie, contexte hydrodynamique et peuplements benthiques*. Rapport non publié AUR - Laboratoire d'Écologie marine, Université de la Réunion.
- NAÏM, O. (1993). — Seasonal responses of a fringing reef community to eutrophication (Reunion Island, Western Indian Ocean). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 99 : 307-315.
- NAÏM, O., CHABANET, P., DONE, T. & TOURRAND, C. (2002). — Reef regeneration 11 years after the impact of the cyclone Firinga (Reunion, SW Indian Ocean). *Proc. 9<sup>th</sup> Intern. Coral Reef Symp.*, Bali, 2 : 547-554.
- NAÏM, O., CUET, P. & LETOURNEUR, Y. (1997). — Experimental shift in benthic community structure. *Proc 8<sup>th</sup> Intern. Coral Reef Symp.*, Panama, 2 : 1873-1878.
- NAÏM, O., CUET, P. & MANGAR, V. (2000). — The Mascarene Islands. Pp 353-381 in : T. McClanahan, C.R.C. Sheppard & D.O. Obura (eds), *Coral reefs of the Indian Ocean : their ecology and conservation*. Oxford University Press.
- NICET, J.-B., QUOD, J.-P. & GARNIER, R. (2004). — *Suivi 2003 de l'état de santé des récifs coralliens de la Réunion*. Rapport technique. Rapport ARVAM, PARETO écoconsult pour le compte de APMR.
- NICET, J.-B., RUSSO, C., GARNIER, R., QUOD, J.-P. & PINAULT, M. (2005). — *Suivi 2004 de l'état de santé des récifs coralliens de la Réunion*. Rapport technique. ARVAM, PARETO écoconsult pour le compte de l'APMR. Financement DIREN.
- NICET, J.-B. (2006). — *Suivi 2005 et 2006 de l'état de santé des récifs coralliens de la Réunion*. Rapport technique ARVAM pour le compte de APMR. Financement DIREN.
- PITON, B. & TAQUET, M. (1992). — *Océanographie physique des parages de l'île de la Réunion (Océan Indien)*. Documents Scientifiques, ORSTOM.
- POTHIN, K., QUOD, J.-P., CAUVIN, B., MELOT, P., TURQUET, J. & CONÉJERO, S. (2001). — *Recherche des causes des mortalités de poissons de fond (du 08/11 au 31/12/2000)*. Rapport ARVAM. Financement DIREN.
- RIBES, S. (1978). — *La macrofaune vagile associée à la partie vivante des Scléractiniaires sur un récif frangeant de l'île de la Réunion (Océan Indien)*. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université Aix-Marseille II.
- ROOS, D., BERTRAND, G. & TESSIER, E. (1998). — *La chasse sous-marine à la Réunion : premiers éléments descriptifs et quantitatifs sur une activité méconnue*. Editions IFREMER.
- SCOPÉLITIS, J., ANDRÉFOUËT, S. & LARGOUËT, C. (2007). — Modelling coral reef habitat trajectories : evaluation of an integrated timed automata and remote sensing approach. *Ecol. Model.*, 205 : 59-80.
- TAQUET, M. & ROSS, D. (2001). — *Suivi de la pêcherie de capucins nains à la Réunion*. Analyse des données de la campagne 2001. Rapport IFREMER : IFREMER/DR/01/R/06/RH. Financement DIREN.
- TESSIER, E. (1996). — *Elaboration d'un système de suivi des statistiques de pêche pour la Réunion*. Documents Scientifiques, IFREMER/PTRII - CAN Réunion.

- TESSIER, E. (2005). — *Dynamique des peuplements ichtyologiques associés aux récifs artificiels à l'île de la Réunion (ouest de l'océan Indien) – Implication dans la gestion des pêcheries côtières*. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion.
- TROADEC, R. (2002). — *Suivi de l'évolution du profil des plages coralliennes de la Réunion 1998 - 2001*. Rapport Université de la Réunion pour le compte de APMR.
- TURQUET, J., MIRAULT, E., CONAND, C., CONAND, F., RARD, M., CAMBERT, H. & QUOD, J.-P. (2001). — *Réponse au phénomène de blanchissement corallien observé en mars - avril 2001 à la Réunion*. Rapport ARVAM pour le compte de l'APMR.
- TURQUET, J., QUOD, J.-P. & WICKEL, J. (2002). — *Mortalité massive de poissons coralliens de fond dans le secteur ouest de la Réunion en mars - mai 2002, Synthèse*. Rapport ARVAM pour le compte de la DIREN.
- TURQUET, J., GARNIER, R., QUOD, J.-P., BIGOT, L., MOYNE-PICARD, M., NAÏM, O. & CAUVIN, B. (2003). — *Réponse au phénomène de blanchissement corallien observé en 2003 à la Réunion*. Rapport ARVAM pour le compte de la DIREN Réunion.