



Développement d'indicateurs benthiques DCE (benthos récifal et herbiers de phanérogames) dans les DOM

Analyse des mutualisations possibles entre le réseau DCE et les autres réseaux de suivi des récifs coralliens et des herbiers dans les DOM

Version finale

Mars 2013

Morgane Le Moal, Annabelle Aish

- **AUTEURS**

Morgane LE MOAL, chargée d'études (MNHN-SPN), mlemoal@mnhn.fr

Annabelle AISH, responsable du pôle marin (MNHN-SPN), annabelle.aish@mnhn.fr

- **COLLABORATEUR : APPUI SIG**

Benoit LEFEUVRE, gestionnaire données marines (MNHN-SPN)

- **CORRESPONDANT**

Onema : Marie-Claude XIMENES, chargée de mission Eaux littorales (DAST), marie-claude.ximenes@onema.fr

- **TITRE EN ANGLAIS**

Developing WFD benthic indicators (coral reefs and seagrass beds) in French Overseas Departments: A review of the potential for coordination between EU Water Framework Directive monitoring and other monitoring networks for coral reefs and seagrass beds in French Overseas Departments

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : national

Couverture géographique : DOM insulaires

Citations locales : eaux littorales

Niveau de lecture : professionnels, experts

- **RESUME**

La Directive Cadre Eau (DCE) requiert la mise en place de stratégies de surveillance ainsi que le développement d'indicateurs biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques permettant d'évaluer l'état écologique des masses d'eau continentales et littorales. Dans les départements d'Outre-mer insulaires (Martinique, Guadeloupe, La Réunion et Mayotte), les récifs coralliens et les herbiers de phanérogames marines ont été retenus comme des indicateurs biologiques pertinents pour évaluer l'état écologique des masses d'eaux côtières.

Ce rapport se focalise sur les réseaux de suivis des récifs coralliens et des herbiers mis en place dans les DOM insulaires et sur l'analyse des mutualisations possibles entre les réseaux DCE, les réseaux patrimoniaux (aires marines protégées : parcs, réserves) et l'Initiative Française pour les Récifs Coralliens (IFRECOR). Un état des lieux des réseaux a été réalisé, en partant des réseaux internationaux jusqu'aux réseaux locaux, suivi d'une analyse des passerelles possibles à établir.

Au niveau national, l'IFRECOR a spécifiquement mis en place un Thème d'Intérêt Transversal dédié aux Réseaux d'Observation des récifs coralliens et des écosystèmes associés (TIT ResObs). Le **volet Herbier** de ce TIT a pour objectif d'intégrer de manière cohérente et harmonisée l'ensemble des suivis et actions menés sur les herbiers d'Outre-mer, notamment en identifiant une base commune de descripteurs et de protocoles standardisés. Les suivis DCE sont bien intégrés dans cette démarche, et ils représentent à l'heure actuelle 75% du ResObs Herbier en termes de nombre de stations. L'objectif est donc d'entretenir la cohérence de cette démarche. **Pour le volet Récif**, les liens entre la DCE et l'IFRECOR sont moins clairement établis. L'objectif du ResObs Récif est de consolider et développer les réseaux de suivis ReefCheck et GCRMN. ReefCheck est un programme de sciences participatives et les suivis sont réalisés par des bénévoles, en suivant une méthodologie simple. Les suivis GCRMN impliquent quant à eux la participation de scientifiques dotés de niveaux de compétences élevées en plongée et en taxonomie, et les méthodologies employées sont en ce sens relativement similaires avec celles utilisées dans le cadre de la DCE. Ainsi, d'un point de vue technique, une mutualisation des suivis DCE et GCRMN serait possible. Cependant, d'un point de vue spatial, la mutualisation de ces deux réseaux n'est pas possible dans tous les DOM.

Au niveau local, chaque DOM présente en effet des spécificités historiques, techniques et biologiques, qui expliquent que le nombre et le type de suivis des récifs coralliens et des herbiers diffèrent, de même que l'état d'avancement de la mise en œuvre des réseaux. **En Martinique**, les herbiers ne sont suivis que dans le cadre de la DCE. En revanche, sur les 15 stations DCE de suivi des récifs, 3 sont communes au réseau GCRMN. Bien que les protocoles et les acteurs impliqués dans ces suivis diffèrent beaucoup, les maîtres d'ouvrage sont favorables à des discussions sur le sujet d'une mutualisation. **En Guadeloupe**, sur les 35 stations DCE, 4 sont communes avec le réseau Réserve (2 stations herbier et 2 stations récif). Les protocoles utilisés sont pratiquement identiques. **A la Réunion**, les herbiers ne font actuellement l'objet d'aucun suivi du fait de leur petite superficie. Les suivis DCE des récifs doivent débuter en 2014, et ils devraient être mutualisés avec les suivis GCRMN pour les sept stations communes aux deux réseaux. Les maîtres d'ouvrage envisagent d'utiliser des protocoles harmonisés pour la mesure des nombreux paramètres communs aux deux types de suivi, quand quelques paramètres seront mesurés spécifiquement pour répondre aux questions DCE ou GCRMN. **A Mayotte**, les réseaux de suivi des récifs et des herbiers vont être définis de manière simultanée pour la DCE et pour le Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM). Les différents acteurs impliqués dans la définition de ces réseaux travaillent déjà en collaboration pour que le choix des stations, des paramètres et des protocoles se fasse de manière cohérente et harmonisée entre la DCE, le PNMM, et les réseaux type GCRMN déjà existants.

- **MOTS CLES** : Récifs coralliens, angiospermes, phanérogames, Directive Cadre sur l'Eau, départements d'Outre-mer, Martinique, Guadeloupe, Réunion, Mayotte.

ABSTRACT: A REVIEW OF THE POTENTIAL FOR COORDINATION BETWEEN EU WFD MONITORING AND OTHER MONITORING NETWORKS FOR CORAL REEFS AND SEAGRASS BEDS IN FRENCH OVERSEAS DEPARTMENTS

The EU Water Framework Directive (WFD) requires the development of monitoring strategies as well as biological, physico-chemical, and hydromorphological indicators to evaluate the ecological status of inland surface waters (rivers and lakes), transitional waters (estuaries), coastal waters and groundwater. In French Overseas Departments (Martinique, Guadeloupe, La Réunion and Mayotte), coral reefs and seagrass beds have been identified as useful biological indicators to evaluate coastal water bodies' ecological status. This report focuses on coral reef and seagrass monitoring networks in French Overseas Departments, and the potential for improved collaboration/coherence between WFD monitoring and that of other international, European, national and local programmes.

At the national level, IFRECOR (The French Coral Reef Initiative) has a cross-cutting work programme called 'TIT ResObs' which covers monitoring networks for coral reef and associated ecosystems. **For seagrass beds**, the objective of the TIT ResObs is to align all seagrass monitoring networks across French Overseas Territories by identifying and developing common, standardised protocols. WFD monitoring for seagrass currently represents 75% of the TIT ResObs (in terms of monitoring stations) which indicates a high level of integration between these two programmes. The on-going objective is to maintain this existing coherence between the WFD and IFRECOR in relation to seagrass bed monitoring. **With regard coral reefs**, the links between the WFD and IFRECOR monitoring networks and protocols are less evident. The objective of the TIT ResObs for reefs is to consolidate and further develop the Reef Check and GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network) networks in Overseas Territories. Reef Check is a citizen science programme which collects data from volunteer scuba divers using simple monitoring methodologies. GCRMN coordinates the collation of monitoring data from trained experts following a more detailed scientific protocol, and requires a greater degree of taxonomic knowledge. The recommended methodologies of this latter programme are not dissimilar to those used/proposed for WFD reef monitoring. As such, from a technical perspective, improving the coherence between WFD and GCRMN reef monitoring is feasible. However, from a spatial point of view, the scope for aligning the existing configurations of the two monitoring networks across all the French Departments is less straightforward.

At a local level, each French Overseas Department has its own historical, technical and biological specificities which account for the different types of coral reef and seagrass monitoring schemes in place, as well as the degree of their implementation. **In Martinique**, seagrass beds are monitored only in a WFD capacity. With regard to coral reefs, three common monitoring stations exist between the WFD network and that of the GCRMN. Although the protocols and the organisations involved in these monitoring operations differ considerably, the responsible state authorities support further dialogue on improving their coherence. **In Guadeloupe**, four WFD monitoring stations (2 for seagrass and 2 for reefs) are also monitored by the Marine Reserve, and the protocols followed are near identical. **In Réunion**, seagrass beds are not currently monitored given their limited spatial extent. Reef monitoring under the WFD is planned from 2014 onwards and should be aligned with GCRMN monitoring for the seven stations that are common to both monitoring networks. The state authorities envisage using harmonised protocols to measure those parameters evaluated by both monitoring programmes. The remaining parameters will be used to respond to either GCRMN or WFD objectives more specifically. **In Mayotte**, the monitoring networks for reefs and seagrass beds under the WFD and the 'Natural Marine Park of Mayotte' (PNMN) will be developed in parallel. The multiple organisations involved setting out the protocols; parameters and spatial configuration of the network are already working collaboratively to ensure sufficient coherence between WFD, Natural Marine Park and existing GCRMN monitoring.

- **KEY WORD:** Coral reefs, seagrass beds, angiosperms, Water Framework Directive, French Overseas Departments, Martinique, Guadeloupe, Reunion, Mayotte.

- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE**

La Directive Cadre Eau (DCE) requiert la mise en place de stratégies de surveillance ainsi que le développement d'indicateurs biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques permettant d'évaluer l'état écologique des masses d'eau continentales et littorales. Dans les départements d'Outre-mer insulaires (Martinique, Guadeloupe, La Réunion et Mayotte), les récifs coralliens et les herbiers de phanérogames marines ont été retenus comme des indicateurs biologiques pertinents pour évaluer l'état écologique des masses d'eaux côtières.

Ce rapport se focalise sur les réseaux de suivis des récifs coralliens et des herbiers mis en place dans les DOM insulaires et sur l'analyse des mutualisations possibles entre les réseaux DCE, les réseaux patrimoniaux (aires marines protégées : parcs, réserves) et l'Initiative Française pour les Récifs Coralliens (IFRECOR). Un état des lieux des réseaux a été réalisé (Figures A et B), en partant des réseaux internationaux jusqu'aux réseaux locaux, suivi d'une analyse des passerelles possibles à établir (Figure C).

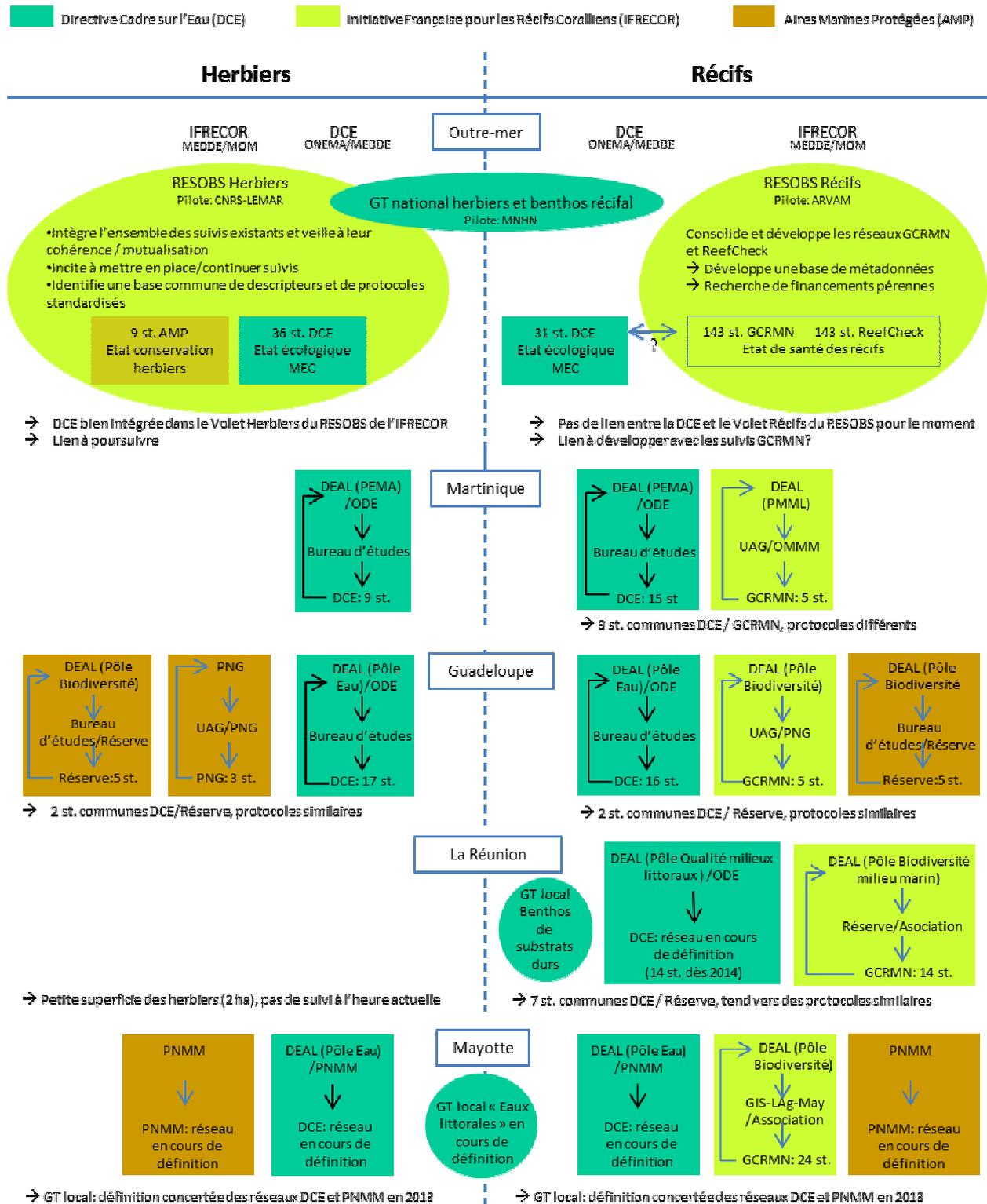
Au niveau national, l'IFRECOR a spécifiquement mis en place un Thème d'Intérêt Transversal dédié aux Réseaux d'Observation des récifs coralliens et des écosystèmes associés (TIT ResObs). Le **volet Herbier** de ce TIT a pour objectif d'intégrer de manière cohérente et harmonisée l'ensemble des suivis et actions menés sur les herbiers d'Outre-mer, notamment en identifiant une base commune de descripteurs et de protocoles standardisés. Les suivis DCE sont bien intégrés dans cette démarche, et ils représentent à l'heure actuelle 75% du ResObs Herbier en termes de nombre de stations. L'objectif est donc d'entretenir la cohérence de cette démarche. **Pour le volet Récif**, les liens entre la DCE et l'IFRECOR sont moins clairement établis. L'objectif du ResObs Récif est de consolider et développer les réseaux de suivis ReefCheck et GCRMN. ReefCheck est un programme de sciences participatives et les suivis sont réalisés par des bénévoles, en suivant une méthodologie simple. Les suivis GCRMN impliquent quant à eux la participation de scientifiques dotés de niveaux de compétences élevées en plongée et en taxonomie, et les méthodologies employées sont en ce sens relativement similaires avec celles utilisées dans le cadre de la DCE. Ainsi, d'un point de vue technique, une mutualisation des suivis DCE et GCRMN serait possible. Cependant, d'un point de vue spatial, la mutualisation de ces deux réseaux n'est pas possible dans tous les DOM.

Au niveau local, chaque DOM présente en effet des spécificités historiques, techniques et biologiques, qui expliquent que le nombre et le type de suivis des récifs coralliens et des herbiers diffèrent, de même que l'état d'avancement de la mise en œuvre des réseaux. **En Martinique**, les herbiers ne sont suivis que dans le cadre de la DCE. En revanche, sur les 15 stations DCE de suivi des récifs, 3 sont communes au réseau GCRMN. Bien que les protocoles et les acteurs impliqués dans ces suivis diffèrent beaucoup, les maîtres d'ouvrage sont favorables à des discussions sur le sujet d'une mutualisation. **En Guadeloupe**, sur les 35 stations DCE, 4 sont communes avec le réseau Réserve (2 stations herbier et 2 stations récif). Les protocoles utilisés sont pratiquement identiques. **A la Réunion**, les herbiers ne font actuellement l'objet d'aucun suivi du fait de leur petite superficie. Les suivis DCE des récifs doivent débuter en 2014, et ils devraient être mutualisés avec les suivis GCRMN pour les sept stations communes aux deux réseaux. Les maîtres d'ouvrage envisagent d'utiliser des protocoles harmonisés pour la mesure des nombreux paramètres communs aux deux types de suivi, quand quelques paramètres seront mesurés spécifiquement pour répondre aux questions DCE ou GCRMN. **A Mayotte**, les réseaux de suivi des récifs et des herbiers vont être définis de manière simultanée pour la DCE et pour le Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM). Les différents acteurs impliqués dans la définition de ces réseaux travaillent déjà en collaboration pour que le choix des stations, des paramètres et des protocoles se fasse de manière cohérente et harmonisée entre la DCE, le PNMM, et les réseaux type GCRMN déjà existants.

Figure B. Synthèse des paramètres mesurés lors des suivis des récifs coralliens en Martinique, Guadeloupe et à la Réunion. Mayotte n'est pas représenté car les réseaux DCE et du Parc Naturel Marin sont en cours de définition. NB : les paramètres mesurés pour les herbiers n'apparaissent pas dans cette synthèse opérationnelle, car la situation est plus simple: seule la Guadeloupe compte différents types de suivis des herbiers et les protocoles utilisés pour les stations communes à différents types de suivis sont similaires.

| | NATIONAL | MARTINIQUE | | GUADELOUPE | | | REUNION | |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| | Recommandations nationales DCE | DCE (2007-2012) | GCRMN (2001-2011) | DCE (2007-2012) | GCRMN (2001-) | Réserve (2007-) | DCE (à partir de 2014) | GCRMN (1998-) |
| Source | CR GT national 2012 | CR Eaux littorales 2007, Impact-Mer et al. 2011 | OMMM 2008 | CR Eaux littorales 2007 Pareto et al. 2011 | Bouchon et al. 2006 | Pareto 2008 | GT DCE Réunion «Benthos Substrats Durs» 2012 | Conand et al. 1998 CR6 GT Benthos substrats durs |
| Références technique | | Bouchon et al. 2003, AGGRA et CARICOMP adaptés | Bouchon et al. 2003 | Bouchon et al. 2003 adapté (CR Eaux littorales 2007) | Bouchon et al. 2003 | Protocole DCE Guadeloupe | Conand et al. 1998 Hill and Wilkinson 2004 | Conand et al. 1998 English et al. 1994 |
| Méthodes | PIT: 3*20m ou 6*10m Belt: 3*20x1m idéalement ou 6*10x1m | PIT: 6*10m Quadrats: 60*25x25cm et 60*1x1m | LIT: 1*60m Belt: 2*30x1m 6 rectangles de 10 m ² | PIT: 6*10m ou 3*20m Belt: 6*10x0,5m Quadrats: 60*25x25 cm | LIT: 2*30m Belt: 60x0,5m Belt 60x1m | PIT: 6*10m ou 3*20m Belt: 60mx0,5m Quadrats: 60*1x1m | LIT: 3*20m Belt: 3*20x4m Quadrats: 15*1x1m | LIT: 3*20m |
| Paramètres | | | | | | | | |
| Recouvrement macroalgues (N1) | PIT Identification au genre | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck Quadrats % espèce dominante en 5 classes | LIT Identification par grands groupes | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck Quadrats % espèce dominante en 5 classes | LIT Identification par grands groupes | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck Quadrats % espèce dominante en 5 classes | LIT Identification par grands groupes codes Coremo Quadrats Identification au genre des algues dressées | LIT Identification par grands groupes, codes Coremo |
| Taxons macroalgues (N1) | Belt Identification au genre | Quadrats 25x25 cm Identification au genre ou à l'espèce | | | | | Cf. recouvrement macroalgues | |
| Recouvrement corail vivant (N1) | PIT Identification au genre | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck | LIT Identification à l'espèce | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck | LIT | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck | LIT Identification à l'espèce + descripteur Coremo3 | LIT Identification par grands groupes, codes Coremo3 |
| Densité colonies coraux adultes (N1) | Belt Identification au genre | | | | | | | |
| Densité coraux juvéniles (N2) | Belt ou quadrats <2 cm, tous genres confondus | | Belt Recrues <2cm | Belt Recrues <2cm | Belt Recrues <2cm | Belt Recrues <2cm | Quadrats <2 et 2-5 cm Identification au genre | |
| Taxons coraux OU Formes des coraux (N2) | Belt Identification au genre idéalement OU relever les formes de croissance | Cf. recouvrement corail vivant | LIT Identification à l'espèce | Cf. recouvrement corail vivant | LIT Identification à l'espèce | Cf. recouvrement | LIT Identification à l'espèce | Cf. recouvrement corail vivant |
| Blanchissement coraux (C) | Belt/PIT 3 classes | | | | | PIT 5 classes | LIT | LIT |
| Nécrose (C), maladie (C, N2-3), traces de destruction anthropique (C) | Belt/PIT Présence/absence | PIT Présence/absence | LIT Taux de nécrose | PIT Présence/absence | LIT % de nécrose pour chaque colonie en 5 classes | | LIT Présence/absence nécroses, maladies | LIT Présence/absence nécroses, maladies |
| Densité Echinides (N2) | Belt/PIT Compter toutes espèces visibles | Quadrats 1x1 m 5 classes | 6 rectangles de 10 m ² | Quadrats | Belt 60x1m | Quadrats | Belt Densité de 5 espèces | PIT Présence/absence |
| Gorgones (C), Acanthaster (C, N2), Eponges (C, N2-3) | Belt/PIT Présence/absence | PIT Présence/absence | PIT Présence/absence | PIT Présence/absence | PIT Présence/absence | | Belt Densités | PIT Présence/absence |

Figure C. Synthèse des réseaux de suivis des herbiers et des récifs coralliens dans les DOM insulaires.



SOMMAIRE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Introduction | 10 |
| 1.1 Contexte et objectifs | 10 |
| 1.2 Stratégie | 11 |
| 2 Les réseaux de suivis à l'échelle internationale..... | 11 |
| 2.1 Les réseaux mondiaux de suivis des récifs coralliens..... | 11 |
| 2.1.1 GCRMN..... | 11 |
| 2.1.2 ReefCheck..... | 12 |
| 2.2 Les réseaux mondiaux de suivis des herbiers | 13 |
| 2.2.1 SeagrassWatch | 13 |
| 2.2.2 SeagrassNet | 14 |
| 3 Les réseaux de suivis à l'échelle régionale | 14 |
| 3.1 Région Caraïbes et Atlantique tropical..... | 15 |
| 3.1.1 AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Assessment) | 15 |
| 3.1.2 CARICOMP (Caribbean Coastal Marine Productivity)..... | 15 |
| 3.1.3 MBRS SMP (MesoAmerican Barrier Reef System Synoptic Monitoring Program)..... | 16 |
| 3.1.4 FKNMS (Florida Keys Marine National Sanctuary)..... | 16 |
| 3.2 Océan Indien | 16 |
| 3.2.1 COI (Commission de l'Océan Indien)..... | 16 |
| 3.2.2 CORDIO (Coral Reef Degradation in the Indian Ocean)..... | 16 |
| 4 Les réseaux de suivis à l'échelle nationale | 17 |
| 4.1 Le Réseaux d'Observation des récifs coralliens de l'IFRECOR | 17 |
| 4.2 Le Réseaux d'Observation des herbiers de l'IFRECOR | 18 |
| 4.3 La Base de Données Récifs Océan Indien (BDROI)..... | 19 |
| 4.4 Les réseaux d'aires marines protégées | 19 |
| 5 Les réseaux de suivis dans les DOM insulaires..... | 20 |
| 5.1 La Martinique..... | 20 |
| 5.1.1 Les réseaux de suivis | 20 |
| 5.1.2 Protocoles et paramètres | 22 |
| 5.1.3 Synthèse et réflexion sur les mutualisations..... | 24 |
| 5.2 La Guadeloupe | 25 |
| 5.2.1 Les réseaux de suivi | 25 |
| 5.2.2 Protocoles et paramètres | 27 |
| 5.2.3 Synthèse et réflexions sur les mutualisations..... | 29 |
| 5.3 La Réunion | 30 |
| 5.3.1 Les réseaux de suivi | 30 |
| 5.3.2 Protocoles et paramètres | 31 |
| 5.3.3 Synthèse et réflexions sur les mutualisations..... | 33 |
| 5.4 Mayotte | 33 |
| 6 Synthèse et conclusion..... | 35 |

| | |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| Glossaire | 38 |
| Sigles & Abréviations | 39 |
| Bibliographie | 40 |
| Table des illustrations | 43 |
| Annexe 1 : Masses d'eau côtière de Martinique | 44 |
| Annexe 2 : Masses d'eau côtière de Guadeloupe | 45 |
| Annexe 3 : Masses d'eau côtière de la Réunion | 46 |
| Annexe 4 : Masses d'eau côtière de Mayotte | 48 |

1. Introduction

1.1 Contexte et objectifs

Dans le cadre de la directive européenne sur l'eau (DCE), l'état écologique des masses d'eau doit être qualifié dans le but d'atteindre, d'ici 2015, le bon l'état écologique de toutes les masses d'eau de France métropolitaine et des départements d'Outre-mer. Cela inclut cours d'eau et les plans d'eau pour les eaux de surface continentales, ainsi que les eaux de transition et les eaux côtières pour les eaux littorales. Le mauvais état d'une masse d'eau nécessite que soient mises en œuvre des actions permettant de restaurer le bon état écologique. L'état des masses d'eau peut être évalué à partir d'indicateurs biologiques reflétant l'impact des pressions anthropiques sur le milieu.

Dans les DOM insulaires (Martinique, Guadeloupe, La Réunion et Mayotte, figure 1), une proportion importante des masses d'eaux côtières présente la particularité de contenir des formations récifales, auxquelles sont souvent associés des herbiers de phanérogames. Il a donc semblé hautement pertinent de développer des méthodes de bioindication adaptées aux formations récifales et aux herbiers de phanérogames pour évaluer l'état écologique des masses d'eaux côtières des DOM insulaires. Cependant, le développement de telles méthodes pour ces milieux particuliers, sans équivalents ailleurs dans l'Union Européenne, représente un travail plutôt difficile, car non cadré par la directive. Par ailleurs, du fait des particularités historiques et techniques des DOM, les connaissances sur l'écologie et le fonctionnement de ces écosystèmes côtiers tropicaux sont moins avancées et bien plus récentes que celles acquises sur les façades atlantique et méditerranéenne de métropole.

Dans ce contexte, l'Onema a sollicité le MNHN pour apporter un appui scientifique aux acteurs locaux et pour accompagner le développement de ces méthodes de bioindication, tout en veillant à leur cohérence nationale. Plusieurs actions ont ainsi été mises en œuvre par le MNHN. Un groupe de travail national « herbier et benthos récifal » a été constitué, pour analyser les études préliminaires réalisées par les prestataires locaux et pour proposer une réflexion méthodologique de fond sur le développement des méthodes de bioindication (Vandel et al. 2012). En parallèle, une synthèse bibliographique portant sur ce type d'indicateurs développés à l'étranger a été réalisée (Le Moal 2012). Le groupe de travail a ensuite identifié les principales actions à mener pour développer les bioindicateurs récifs et herbiers dans les DOM, et les paramètres à mesurer ont été définis (GT DCE « herbiers et benthos récifal » 2012).

En parallèle, l'Onema a demandé au MNHN de proposer une analyse des mutualisations possibles entre les réseaux de suivis DCE et les autres réseaux de suivis des récifs coralliens et des phanérogames dans les DOM insulaires. Plus précisément, il s'agit de rechercher les connexions et passerelles possibles à établir avec les réseaux patrimoniaux existants ainsi qu'avec l'Initiative Française pour les Récifs Coralliens (IFRECOR). L'IFRECOR, placée sous la co-présidence des ministères en charge de l'Ecologie (MEDDE) et de l'Outre-mer (MOM), est la déclinaison nationale de l'Initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI).

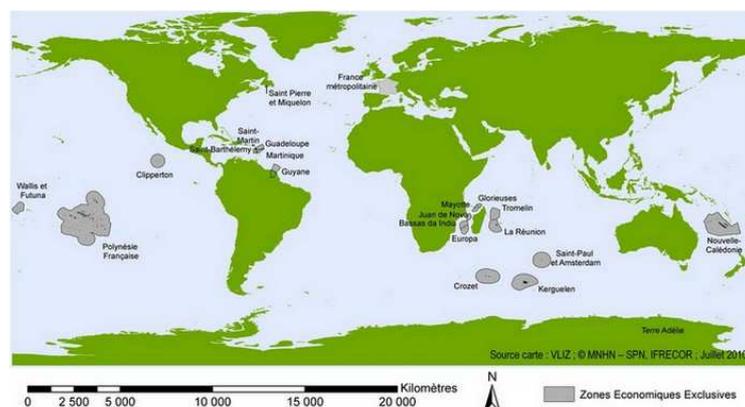


Figure 1. La France métropolitaine et d'Outre-mer

1.2 Stratégie

Afin de répondre aux objectifs précités, la démarche suivante a été adoptée: dans un premier temps, un état des lieux des réseaux existants pour le suivi des récifs et des herbiers a été réalisé, en partant des réseaux internationaux (chapitre 2), régionaux (chapitre 3) et nationaux (chapitre 4) jusqu'aux réseaux à l'échelle des DOM insulaires (chapitre 5). Dans un second temps, une analyse des connexions et passerelles possibles à établir au niveau national avec l'IFRECOR est proposée (chapitre 4 paragraphes 1 et 2), ainsi qu'une analyse détaillée pour chaque DOM (chapitre 5).

Au niveau national, le MNHN a pris contact avec les pilotes des volets Herbier et Récif du TIT Réseaux d'Observation de l'IFRECOR, afin d'initier une première discussion sur les mutualisations et éventuellement d'identifier des connexions possibles à établir entre la DCE et l'IFRECOR. Au niveau des DOM, les acteurs locaux ont été tenus informés du souhait de l'Onema de mener cette réflexion sur les mutualisations. Les acteurs locaux (DEAL, Offices de l'Eau, Parc Naturel Marin de Mayotte) ont été informés de la rédaction de ce rapport et ont été invités à faire remonter s'ils le souhaitent leur avis sur la question. Les avis exprimés sont intégrés dans l'analyse détaillée pour chaque DOM (chapitre 5).

L'idée de ce document est de fournir une première analyse sur les mutualisations possibles et de constituer une base de discussion.

2 Les réseaux de suivis à l'échelle internationale

2.1 Les réseaux mondiaux de suivis des récifs coralliens

2.1.1 GCRMN

En 1994, une initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI, International Coral Reef Initiative) voit le jour, sous l'impulsion de l'Australie, de la France, du Japon, de la Jamaïque, des Philippines, de la Suède, du Royaume Uni et des Etats Unis (<http://www.icriforum.org/about-icri>). Les objectifs de cette initiative sont la protection, la restauration, et une utilisation soutenable des récifs coralliens et des environnements associés. Pour atteindre ces objectifs, les actions de l'ICRI s'axent sur l'acquisition de connaissances, la sensibilisation de différents publics à différentes échelles spatiales, et une amélioration de la coordination des efforts des agences gouvernementales et régionales (Grigg 1994).

En 1995, l'ICRI met en place une de ces unités opérationnelles: le réseau mondial de suivi des récifs coralliens (GCRMN, Global Coral Reef Monitoring Network). L'objectif principal de ce réseau est de mettre en place et renforcer les suivis des récifs dans toutes les zones du monde abritant des formations récifales. Pour atteindre ces objectifs, les actions du GCRMN consistent à :

- lier les organisations et les acteurs impliqués dans le suivi des récifs, que ce soit au niveau écologique, social, culturel et économique,
- fournir un programme de suivi cohérent, permettant d'identifier les tendances et de discriminer les perturbations naturelles, les perturbations d'origines anthropiques, et celles dues au changement climatique,
- disséminer à une échelle locale, régionale, et globale les résultats sur le statut des récifs coralliens et leur évolution (<http://www.gcrmn.org/about.aspx>).

Le réseau mondial GCRMN est constitué de 17 réseaux régionaux de pays et d'états, appelés « nœuds » (Figure 2). Chacun de ces 17 nœuds régionaux est animé par un coordinateur régional, et chaque pays au sein d'un nœud possède un coordinateur national. Le réseau GCRMN travaille en partenariat avec le programme mondial ReefCheck et de nombreux programmes régionaux.

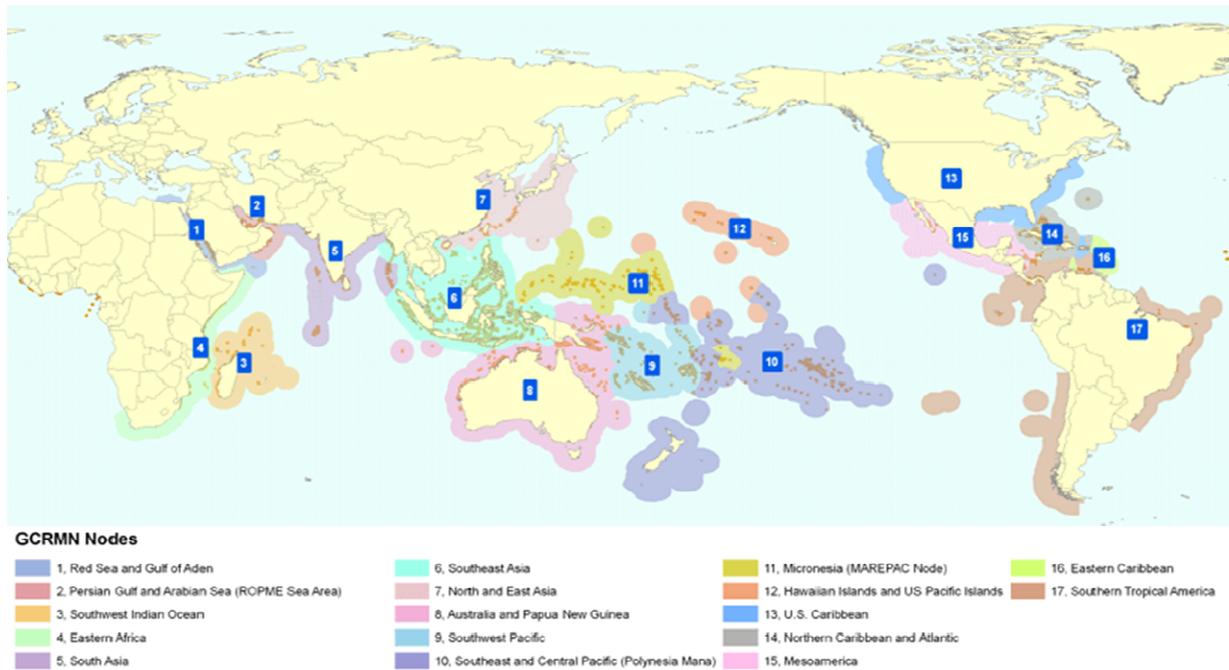


Figure 2. Le réseau mondial de suivi des récifs coralliens GCRMN, constitué de 17 réseaux régionaux appelés « nœuds »

Source : <http://www.gcrmn.org/about.aspx>

Les suivis GCRMN sont réalisés localement par des scientifiques et/ou des gestionnaires dotés de niveaux de compétence élevés en plongée et en taxonomie (Hill & Wilkinson 2004). La méthodologie recommandée est celle d'English et al. (1997) pour la zone Indo-Pacifique. Pour les autres zones, les méthodologies recommandées sont celles développées par les partenaires régionaux du GCRMN. Pour la région Caraïbes, il s'agit des méthodologies issues des programmes régionaux AGRRA et CARICOMP (Hill & Wilkinson 2004, cf. chapitre 3).

2.1.2 ReefCheck

Le réseau mondial de suivi des récifs coralliens ReefCheck est développé en 1996. C'est un programme de sciences participatives mondial, qui vise à mesurer l'état de santé des récifs coralliens à l'échelle globale (Figure 3, Hill and Wilkinson 2004). Les objectifs de ReefCheck sont de :

- sensibiliser et éduquer le public et les gouvernements sur la valeur des récifs coralliens et sur leur fragilité,
- créer un réseau de volontaires formés et encadrés par des scientifiques, qui va suivre régulièrement l'état de santé des récifs en utilisant un protocole standardisé,
- faciliter l'utilisation des informations sur l'état des récifs aux différents publics (citoyens, gouvernements, universités, entreprises), de manière à ce qu'ils s'approprient et proposent des solutions soutenables en termes écologiques et économiques,
- stimuler les actions locales pour protéger ou restaurer les formations récifales.

La méthodologie ReefCheck est simple, standardisée et adaptable en fonction du niveau de compétence et des objectifs des équipes de plongeurs (Hodgson & Stepath 1998, http://reefcheck.org/conservation/long_term_monitoring.php). Les suivis sont réalisés localement par des plongeurs volontaires encadrés par des scientifiques, et les niveaux de compétence requis en taxonomie sont moins importants que ceux requis pour les protocoles GCRMN.

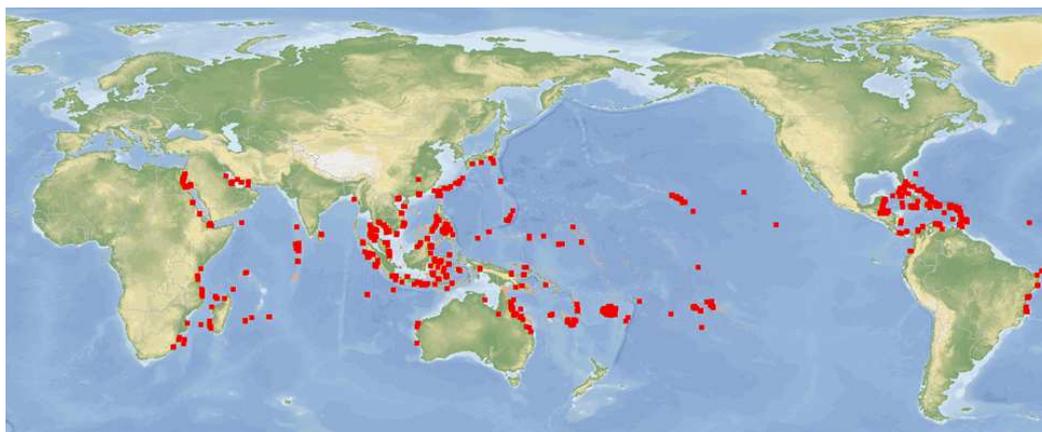


Figure 3. Implantation du réseau ReefCheck dans le monde

Source: <http://reefgis.reefbase.org>

En 1998, le réseau ReefCheck est relié de manière formelle au réseau GCRMN. L'idée est que l'ensemble des pays ayant des formations récifales puissent suivre sur le long terme l'évolution de l'état de santé de leurs récifs en combinant les deux types de suivis (Figure 4). Pour une formation récifale donnée, il s'agit de coupler :

- ➔ le suivi fréquent d'un large réseau de stations, réalisé par plusieurs équipes de plongeurs bénévoles, grâce à une méthodologie simple et rapide comme ReefCheck,
- ➔ le suivi moins fréquent de quelques stations, réalisé par une même équipe de scientifiques, avec une méthodologie plus robuste (identification taxonomique au genre ou à l'espèce) type GCRMN (Hodgson & Stepath 1998).

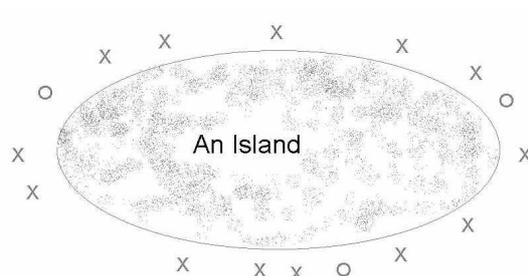


Figure 4. Schéma d'un système "idéal" de suivi des récifs coralliens

Ce « système idéal » combine de nombreuses stations suivies régulièrement par une méthode comme ReefCheck (x), et quelques stations suivies moins fréquemment avec une méthode comme la méthode GCRMN (o). Source : Hodgson & Stepath 1998

2.2 Les réseaux mondiaux de suivis des herbiers

SeagrassWatch et SeagrassNet sont des programmes internationaux de suivi des herbiers qui ont pour objectif principal leur protection. Les actions de ces deux réseaux visent d'une part à accroître les connaissances sur les herbiers et d'autre part à sensibiliser le public sur le statut et l'évolution de ces herbiers, ainsi que sur les pressions auxquelles ils sont soumis.

2.2.1 SeagrassWatch

Le programme SeagrassWatch a débuté en 1998 en Australie et comprend désormais 300 sites de suivis des herbiers dans 17 pays (<http://seagrasswatch.org/home.html>, Figure 5). Ce programme est doté d'un protocole de suivi standardisé (Mc Kensie et al 2003). Il est financé par le Great Barrier

Reef Marine Park Authority (GBRMPA), le Queensland Parks & Wildlife Service (EPA), et par des soutiens privés.

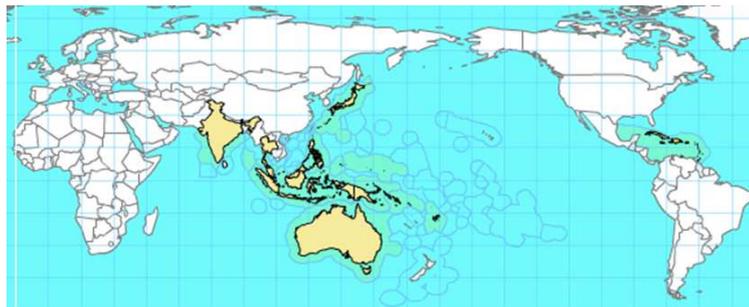


Figure 5. Pays et états impliqués dans les suivis SeagrassWatch

Source: seagrasswatch.org/map_pahe.html.

2.2.2 SeagrassNet

Le programme parallèle SeagrassNet a débuté en 2001 dans le Pacifique ouest et il comprend désormais 126 sites de suivi dans 33 pays (<http://www.seagrassnet.org/>, Figure 6). Ce programme est également doté d'un protocole de suivi standardisé (Short et al. 2006).

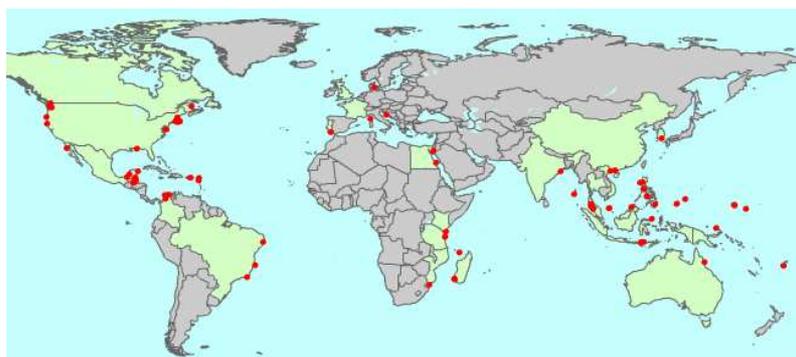


Figure 6. Pays et états impliqués dans les suivis SeagrassNet

En rouge les stations de suivi. Source: www.seagrassnet.org/participants

3 Les réseaux de suivis à l'échelle régionale

Il existe de nombreux programmes de suivis des récifs coralliens à l'échelle régionale (Figure 7). La plupart travaillent en partenariat avec le réseau GCRMN, et la plupart ont également mis en place des suivis des herbiers.

La France, à travers ses départements, territoires, et collectivités d'Outre-mer, est impliquée de manière plus ou moins prononcée dans plusieurs programmes internationaux et régionaux de suivis des récifs coralliens.

L'objectif de ce paragraphe n'est pas de fournir une description exhaustive des réseaux régionaux mais de présenter succinctement le contexte régional dans lequel s'insèrent les suivis des récifs coralliens dans les départements d'Outre-mer Français. Cette description succincte sera donc focalisée sur la région Caraïbe-Atlantique tropical et sur l'océan Indien.

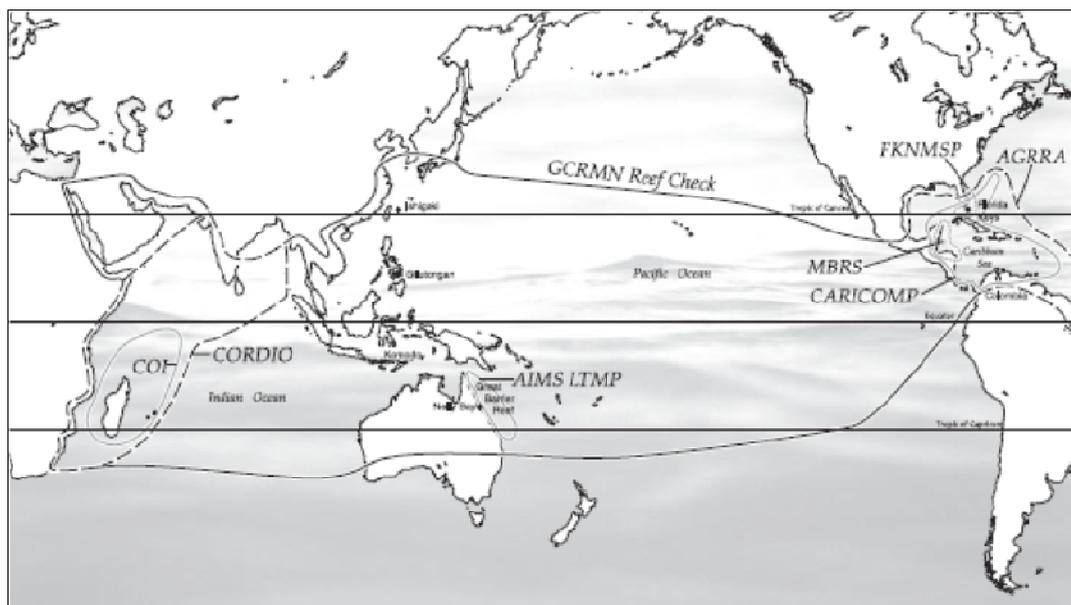


Figure 7. Les principaux réseaux régionaux de suivis des récifs coralliens et des écosystèmes associés
 Source: Hill and Wilkinson 2004

3.1 Région Caraïbes et Atlantique tropical

Dans les Caraïbes et l'Atlantique tropical il existe plusieurs programmes majeurs de suivis:

3.1.1 AGRRRA (Atlantic and Gulf Rapid Assessment)

Le programme AGRRRA (Atlantic and Gulf Rapid Assessment), lancé en 1998, est celui ayant le plus grand jeu de données sur les récifs et la plus grande étendue géographique dans la région, puisque le réseau compte 720 sites de suivi des récifs dans 34 zones de l'Atlantique ouest (Caraïbes, Golfe du Mexique, Floride, Bahamas et Brésil). Le but du programme est de suivre l'évolution de l'état de santé des écosystèmes coralliens à l'échelle de l'Atlantique ouest. Pour cela, les objectifs d'AGRRRA sont :

- de mettre en place des suivis périodiques coordonnés à l'échelle de l'Atlantique ouest
- de développer une base de données commune à l'ensemble de l'Atlantique ouest afin de comparer l'état des récifs à différentes échelles spatiales,
- de promouvoir le transfert des résultats à différents publics (citoyens, gestionnaires, gouvernements, décideurs, universitaires, tours opérateurs, Hill & Wilkinson 2004).

Le protocole AGRRRA se concentre sur la mesure de 3 éléments clés des écosystèmes coralliens : les coraux durs, les algues et les poissons (Feingold et al. 2003). Depuis 1998 le protocole a évolué, et une version 5.4 est désormais disponible (AGRRRA protocol version 5.4). Les équipes de terrain sont encouragées à adapter leur effort d'échantillonnage en fonction des buts et objectifs définis (gestion, recherche, etc.), du temps, du budget, des contraintes logistiques et des compétences en plongée et en taxonomie des participants (AGRRRA protocols version 5.4, 2010).

3.1.2 CARICOMP (Caribbean Coastal Marine Productivity)

Le programme CARICOMP (Caribbean Coastal Marine Productivity) est un programme de recherche qui a débuté en 1993 et qui s'intéresse aux processus d'interactions terre-mer, en se concentrant sur l'étude de la structure, de la fonction et de la productivité des mangroves, des herbiers et des récifs coralliens (Hill & Wilkinson 2004). Le programme compte 23 pays membres, et les suivis sont réalisés à partir de protocoles standardisés (CARICOMP Methods manual, 2001). Les données recueillies sont archivées et disséminées à partir du centre du réseau CARICOMP, situé à l'Université des Antilles en Jamaïque.

3.1.3 MBRS SMP (MesoAmerican Barrier Reef System Synoptic Monitoring Program)

Le MBRS SMP (MesoAmerican Barrier Reef System Synoptic Monitoring Program) est un programme de suivi des récifs coralliens et des écosystèmes associés (herbiers, mangroves), qui a débuté en 2003, et qui est coordonné entre Belize, le Guatemala, le Honduras et le Mexique. Le but du programme est la protection, la restauration, et une utilisation soutenable des écosystèmes de la barrière de corail mésoaméricaine. Le protocole du MBRS SMP se base sur les protocoles développés au sein des programmes AGRRA et CARICOMP, tout en l'adaptant aux spécificités des écosystèmes de la barrière de corail mésoaméricaine (Arrivillaga and Garcia 2004).

3.1.4 FKNMS (Florida Keys Marine National Sanctuary)

Le FKNMS (Florida Keys Marine National Sanctuary) est un programme de protection de la qualité des eaux. Au sein de ce programme, il existe le programme de suivi des récifs coralliens (CREMP, Coral Reef Evaluation and Monitoring Project) et le programme de suivi des herbiers. Les objectifs des deux programmes sont de suivre l'évolution de l'état des récifs et des herbiers afin d'évaluer l'efficacité des mesures de restauration et de protection du sanctuaire marin.

3.2 Océan Indien

Dans l'océan Indien il existe plusieurs programmes ou organisations incitant la mise en place de suivis:

3.2.1 COI (Commission de l'Océan Indien)

La Commission de l'Océan Indien est une organisation intergouvernementale créée en 1984 et regroupant Madagascar, Maurice, les Seychelles, la Réunion et les Comores. La COI a pour but de promouvoir la gestion durable des ressources environnementales et naturelles dans la région. L'organisation s'est vue confier de vastes programmes de gestion des ressources marines et côtières, dépassant ses frontières naturelles (<http://environment.ioonline.org/fr/>). Pour répondre à ces attentes, la COI a élaboré une stratégie régionale sur l'environnement, qui a induit en 1998 la mise en place d'un réseau régional de suivi des récifs coralliens. Ce réseau est reconnu officiellement comme le nœud régional du GCRMN pour la région des îles du Sud-Ouest de l'océan Indien. Il se présente comme une fédération, encore assez informelle, de réseaux nationaux regroupant des partenaires institutionnels (institutions de recherche, universités, ministères) et des partenaires non gouvernementaux (ONG, clubs de plongée, associations, experts individuels). La méthodologie utilisée pour le suivi des écosystèmes coralliens est celle préconisée par le GCRMN pour la zone Indo-Pacifique (English et al. 1997), mais adaptée aux spécificités régionales (Conand et al. 1998).

3.2.2 CORDIO (Coral Reef Degradation in the Indian Ocean)

Le programme CORDIO (Coral Reef Degradation in the Indian Ocean), créé en 1999, regroupe 11 pays dans l'ouest et le centre de l'océan Indien: le Kenya, la Tanzanie, le Mozambique, Madagascar, Maurice, les Seychelles, les Comores, la Réunion, les Maldives, le Sri Lanka et l'Inde. Ce programme, géré par des scientifiques locaux, était à l'origine un programme de recherche destiné à évaluer les conséquences de l'évènement El Niño de 1998 et des autres phénomènes locaux sur la dégradation des récifs coralliens des pays de l'Océan Indien. Il a évolué vers un programme de suivis des récifs et d'aide à la décision pour les gestionnaires, les décideurs et les citoyens. Les actions du programme se sont orientées vers la mise en place ou le soutien de réseaux de suivi des écosystèmes coralliens, l'éducation, la communication, et vers la recherche de moyens d'existence alternatifs pour les populations locales touchées par la diminution de la productivité des zones côtières (CORDIO status report 2005). CORDIO travaille en collaboration avec de nombreux autres programmes et réseaux régionaux et internationaux, comme par exemple le WIOMSA (Western Indian Ocean Marine Science Association), la Commission de l'Océan Indien (COI), le GCRMN (CORDIO status report 2005).

4 Les réseaux de suivis à l'échelle nationale

En 1999, la France met en place l'Initiative Française pour les Récifs Coralliens (IFRECOR), la déclinaison nationale de l'Initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI), placée sous la co-présidence des ministères en charge de l'environnement et de l'Outre-mer. L'objectif général de l'IFRECOR est la protection et la gestion durable des récifs coralliens et des écosystèmes associés (herbiers, mangroves) dans l'ensemble de l'Outre-mer.

L'IFRECOR entame actuellement son 3^{ème} plan d'action (2011-2015), dans lequel les travaux réalisés sont répartis en 8 Thèmes d'Intérêts Transversaux (TIT). Un de ces TIT est spécifiquement dédié aux réseaux de suivis des récifs coralliens et des écosystèmes associés. Il s'agit du TIT Réseaux d'Observation, piloté par la DEAL de la Réunion. Les objectifs principaux de ce TIT sont :

- de développer et pérenniser les réseaux de suivis pour les récifs (chapitre 4.1), les herbiers (chapitre 4.2), les mangroves, la qualité des eaux (physico-chimie et toxicologie) et le changement climatique.
- de bancariser les données recueillies dans un système d'information harmonisé et interopérable avec les autres outils existants (chapitre 4.3).

4.1 Le Réseaux d'Observation des récifs coralliens de l'IFRECOR

L'essentiel des réseaux de suivi de l'état de santé des récifs coralliens a été mis en place en 1998, et les objectifs du volet Récif du TIT ResObs sont de renforcer et d'agrandir les réseaux ReefCheck et GCRMN de l'Outre-mer français (plan d'action national IFRECOR 2011-2015, Figure 8). Le ResObs Récif est piloté par l'ARVAM (J.-P. Quod).

Dans le but d'étendre les réseaux ReefCheck et GCRMN de manière pertinente, le RESOBS Récifs a réalisé un état des lieux des réseaux de surveillance des récifs existants dans les collectivités d'outre-mer. Cet état des lieux a abouti à la création d'une base de métadonnées (Pareto & Arvam 2012). Cette base n'est pas restrictive aux stations récifs coralliens, elle recense également les stations de suivi des herbiers et de relevés physico-chimiques. La base de métadonnées est en construction, mais au moment de la publication du rapport intermédiaire (Pareto & Arvam 2012), 876 stations avaient été répertoriées, avec 143 stations GCRMN, 143 stations ReefCheck, 269 stations DCE (suivis biologiques et physico-chimiques confondus). Les autres stations correspondent entre autres aux réseaux d'aires marines protégées.

Sous l'impulsion du ResObs Récif, les réseaux locaux ReefCheck d'Outre-mer, qui comptent à l'heure actuelle 143 stations, se sont récemment fédérés en une structure nationale à statut juridique officiel, ReefCheck France (JORF 2011). La mise en place de cette structure nationale devrait faciliter la coordination de l'ensemble des actions ReefCheck, notamment pour les campagnes de sensibilisation des bénévoles, et constituer un mécanisme de levier financier pour les différentes structures locales (Pareto & Arvam 2012). La pérennisation des suivis GCRMN semble plus difficile puisqu'elle requiert le financement des équipes de plongeurs scientifiques professionnels. La DCE est ainsi identifiée comme un réseau sur lequel pourrait potentiellement s'appuyer les suivis GCRMN dans les zones marines côtières communes aux deux programmes (plan d'action national IFRECOR 2011-2015).

Une mutualisation des suivis DCE et GCRMN est techniquement cohérente, puisque les méthodologies utilisées sont toutes deux robustes (identification taxonomique au genre ou à l'espèce) et impliquent l'intervention de scientifiques. Les objectifs des suivis ne sont en revanche pas les mêmes : alors que les suivis GCRMN visent à étudier l'état de santé des récifs coralliens, les suivis DCE des récifs ont pour but d'évaluer l'état écologique des masses d'eau côtière. La différence principale entre les deux objectifs se situe au niveau de la recherche de relation entre l'état mesuré et les pressions anthropiques s'exerçant sur le système. Dans le cadre de la DCE, l'enjeu de la connaissance des relations entre les pressions et l'état est primordial, et les paramètres à mesurer sur le terrain sont sélectionnés autant que possible en fonction de leur capacité à identifier les pressions anthropiques (Reyjol et al. 2013). Les paramètres relevés sur le terrain ne sont donc pas toujours les mêmes. Dans l'objectif de mettre en place un suivi mutualisé DCE/GCRMN des récifs dans les DOM,

il convient d'identifier les paramètres et protocoles communs et spécifiques aux deux types de suivis, afin de tendre vers une méthodologie harmonisée et pouvant répondre aux questions scientifiques des deux programmes. Ce travail d'identification des stations, paramètres et protocoles communs et spécifiques aux réseaux GCRMN et DCE a été réalisé pour chaque département d'Outre-mer dans le chapitre 5.

Les réseaux ReefCheck et DCE ne sont quant à eux pas directement mutualisables. En effet, les méthodologies sont très différentes: alors que les suivis ReefCheck sont réalisés par différentes équipes de plongeurs bénévoles en utilisant des protocoles simples et rapides, les suivis DCE sont réalisés par la même équipe de plongeurs pour un DOM donné (pour limiter les biais liés aux différents opérateurs terrain) et en utilisant une méthodologie plus complexe (identification taxonomique au genre ou à l'espèce). Il serait néanmoins intéressant de voir comment les suivis ReefCheck peuvent apporter de l'information complémentaire pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau côtière DCE. En effet, bien que les situations diffèrent dans chaque DOM (cf. chapitre 5), de manière globale les réseaux ReefCheck ont vocation à être suivis fréquemment et à compter un large réseau de stations (Figure 4).

4.2 Le Réseaux d'Observation des herbiers de l'IFRECOR

A la différence des récifs, jusqu'à récemment les herbiers ne bénéficiaient pas d'un réseau de suivi permettant d'avoir une visibilité de leur état écologique et de leur évolution à l'échelle globale de l'Outre-mer français (Hily et al. 2010). Le RESOBS herbiers, piloté par le LEMAR-CNRS (C. Hily) a été mis en place pour pallier ce manque, dans le but d'intégrer l'ensemble des actions menées sur les herbiers d'Outre-mer, avec une démarche d'harmonisation et de complémentarité des suivis et des protocoles (Kerninon 2012, Figure 8). Plus précisément, le RESOBS Herbiers a notamment pour vocation :

- d'inciter les collectivités d'outre-mer à mettre en place ou à continuer les suivis, en organisant et dynamisant les réseaux d'observateurs déjà impliqués sur le terrain, et en stimulant et/ou aidant à la mise en place de nouveaux suivis dans des sites sensibles non couverts par des actions en cours,
- de prendre en considération l'ensemble des actions menées sur les herbiers, que ce soit les suivis locaux, les suivis DCE ou les suivis d'aires marines protégées,
- de veiller à la cohérence des différents suivis,
- de mutualiser les suivis en cours et à venir en identifiant une base commune de descripteurs et de protocoles standardisés pour le suivi des indicateurs.

Les suivis DCE sont bien intégrés dans cette démarche, et ils représentent à l'heure actuelle 75% du ResObs Herbier en termes de nombre de stations, les 25% restants étant des stations de réseaux d'aires marines protégées (Kerninon 2012). L'objectif commun de la DCE et du RESOBS Herbier est donc de poursuivre la démarche de mise en place d'une « boîte à outils » ayant une base commune de descripteurs et de protocoles standardisés.

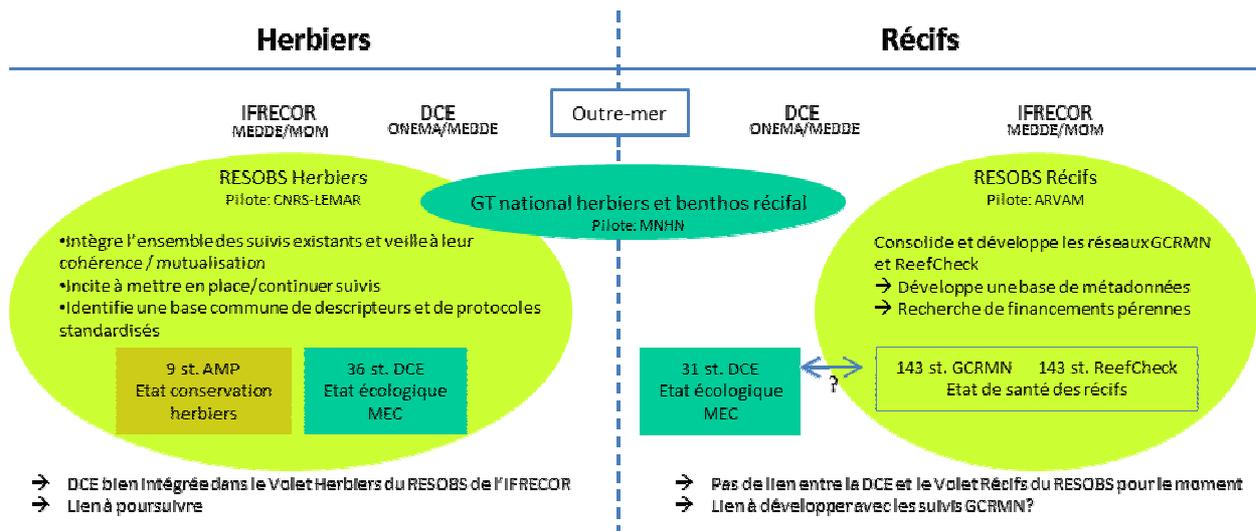


Figure 8. Synthèse des objectifs et des liens des différents réseaux de suivis des herbiers et des récifs coralliens dans les départements d'Outre-mer.

Les différents réseaux sont la DCE (en vert foncé), l'IFRECOR (en vert clair) et les réseaux d'Aires marines protégées (en marron).

4.3 La Base de Données Récifs Océan Indien (BDROI)

Ce paragraphe ne rentre pas directement dans le cadre de l'analyse des mutualisations, puisqu'il concerne des bases de données et non les réseaux de suivi des récifs coralliens et des herbiers de phanérogames. Néanmoins, il peut apporter des éléments de contexte intéressants, puisque la Base de Données Récifs Océan Indien (BDROI) a vocation à centraliser les données issues de ces réseaux de suivi.

Dès sa création l'IFRECOR a identifié la nécessité de mettre en place une base de données dédiée à l'enregistrement et au traitement des données issues des inventaires et des suivis des habitats récifaux (notamment les données issues des suivis GCRMN et ReefCheck). Ce travail, également soutenu par la Commission de l'Océan Indien, a été confié à l'ARVAM. La base de données COREMO a alors été développée pour la région du sud-ouest de l'Océan Indien. Les données utiles pour la DCE ont été extraites de COREMO et transférées dans Quadrigé².

Dans un objectif de cohérence nationale, la base de données COREMO devrait devenir en 2013 la Base de Données Récifs Océan Indien (BDROI). Ce projet, porté par la DEAL de la Réunion, l'IFREMER et le MNHN, vise notamment à transférer l'hébergement de la base vers une plateforme publique « propriété » de l'État (compte-rendu décisionnel de juin 2012). La plate-forme sera interopérable avec les outils et portails nationaux existants comme le SIE/Quadrigé² pour la DCE, l'INPN, ou le SINP Mer, et elle assurera la prise en compte des référentiels internationaux et nationaux (WoRMS, TAXREF, etc.).

La BDROI sera évolutive. Les possibilités de bancarisation seront notamment étendues aux herbiers de phanérogames dès le démarrage du projet. La base sera dans un premier temps une plateforme pilote à l'échelle de l'Océan Indien (Réunion, Mayotte, Eparses), et elle devrait ensuite être étendue à toute la communauté tropicale de l'outre-mer.

4.4 Les réseaux d'aires marines protégées

Dans les DOM insulaires, les récifs et les herbiers peuvent également faire l'objet de suivis dans les aires marines protégées situées au sein des réserves naturelles nationales, du Parc National de Guadeloupe, et bientôt du Parc Naturel Marin de Mayotte (cf. chapitre 5 ci-dessous).

5 Les réseaux de suivis dans les DOM insulaires

La Martinique, la Guadeloupe, la Réunion et Mayotte sont les quatre départements d'outre-mer insulaires français. Leurs eaux côtières sont toutes bordées de formations récifales et d'herbiers. Néanmoins, chaque département présente des spécificités historiques, techniques et biologiques qui expliquent que le nombre et le type de suivis des récifs coralliens et des herbiers diffèrent, de même que l'état d'avancement de la mise en œuvre des réseaux.

Mayotte n'est par exemple un département d'outre-mer que depuis 2011. La mise en œuvre de la directive européenne sur l'eau n'a donc débuté que récemment et les réseaux DCE de suivis des récifs et des herbiers n'ont pas encore été définis. Bien que Mayotte soit le plus petit des 4 DOM insulaires (376 km²), ses herbiers occupent une surface de 700 ha et ses formations récifales diversifiées encerclent l'ensemble de l'île, s'étendant sur environ 450 km². L'ensemble des récifs coralliens de Mayotte bénéficie d'ailleurs de nombreux suivis issus de différents programmes.

A la Réunion les récifs coralliens ne sont présents que dans la partie ouest de l'île et occupent une superficie d'environ 12 km². L'ensemble des récifs réunionnais bénéficie de programmes de suivis, et parfois depuis longtemps (depuis 1970 pour certains). Les suivis DCE des récifs coralliens devraient débuter en 2014. A l'heure actuelle la Réunion ne compte que 2 ha d'herbiers, et bien que ces derniers soient en phase d'expansion, ils ne sont pour l'instant pas suivis dans le cadre de la DCE.

Les herbiers de la Martinique et de la Guadeloupe sont les plus grands des DOM, s'étendant respectivement sur 5000 et 9700 ha. Les formations récifales occupent quant à elles respectivement environ 70 et 160 km². Bien que des réseaux de suivis type GCRMN ou aires marines protégées existent depuis le début des années 2000, de nombreuses zones de récifs et d'herbiers n'étaient pas suivies. La mise en œuvre du réseau DCE en 2006 a permis d'étendre l'étude des récifs et des herbiers dans de nouvelles zones.

5.1 La Martinique

5.1.1 Les réseaux de suivis

Le réseau DCE

Dans le cadre de la DCE, les eaux littorales de la Martinique sont découpées en 23 masses d'eau réparties en huit types : 1-Baie, 2-Récifs frangeants et lagons atlantiques, 3-Récifs barrière atlantique, 4-Côte rocheuse très exposée et plateau insulaire atlantique, 5-Côte rocheuse protégée Caraïbes, 6-Côte abritée à plate-forme corallienne, 7-Eaux du large de la Baie Méridionale de Ste-Luce au Diamant, 8-Masse d'eau de transition (Annexe 1, Asconit Consultants et Impact-Mer 2005a, b). Parmi ces 23 masses d'eau, 19 sont des masses d'eau côtière réparties et 4 des masses d'eau de transition. A l'heure actuelle, 14 masses d'eau côtière sont suivies ; 5 masses d'eau n'étant pas suivies pour des raisons budgétaires.

Le réseau DCE de suivi des récifs coralliens et des herbiers a été défini en 2006 (Impact-Mer 2006). Il comprend 15 stations de suivi des récifs, parmi lesquelles 4 sont des stations de référence, 4 des stations à la fois de référence et de surveillance et 7 des stations de surveillance. Pour les herbiers, il existe 9 stations, 2 étant des stations de référence, 5 des stations de surveillance, et 2 des stations à la fois de référence et de surveillance (Figure 9). Les stations de référence doivent permettre d'établir l'état de référence écologique des différents types de masses alors que les stations de surveillance doivent permettre d'évaluer l'état écologique de chaque masse d'eau. Les stations de surveillance doivent donc être représentatives de l'état global de chaque masse d'eau. En Martinique, il est ainsi considéré qu'une station peut en théorie jouer à la fois le rôle de station de référence et de station de surveillance, dès lors que la masse d'eau est globalement en bon état écologique. Ces stations étant toutes plus ou moins soumises à des pressions impactantes, elles sont considérées comme des stations de référence par défaut, les stations de référence au sens DCE devant être à minima en très bon état écologique (pas ou très peu de pressions). Ces stations de référence par défaut demeurent cependant celles qui sont le moins impactées parmi les stations connues. Tout en

ayant conscience que ces stations ne permettront pas à elles seules de définir les états de référence, et bien qu'en théorie les stations de référence n'ont pas vocation à être suivies sur le long terme, leur suivi continue actuellement, afin d'augmenter le jeu de données disponibles pour les traitements statistiques et ne pas perdre d'historique (C. Figueras, pers. com.).

Les suivis DCE des récifs et des herbiers ont débuté en 2007. Les suivis ont depuis été réalisés par le bureau d'étude Impact-Mer, pour le compte de la DEAL (Pôle Eau et Milieux Aquatiques), qui travaille en collaboration avec l'Office de l'Eau (Figure 10).

Le réseau GCRMN et ReefCheck

Il existe 5 stations GCRMN en Martinique (Figure 9). Quatre de ces stations ont été mises en place entre 2001 et 2004, et une récemment, en 2011 (OMMM 2008, F. Védie pers com.). Les suivis ont été réalisés par l'Université Antilles Guyane jusqu'en 2007, puis par l'Office Martiniquais du Milieu Marin (OMMM), pour le compte de la DEAL (Pôle Milieu Marin et Littoral, Figure 10).

Le réseau ReefCheck ne compte à l'heure actuelle qu'une station en Martinique. Cette dernière est suivie depuis 2008 par l'OMMM.

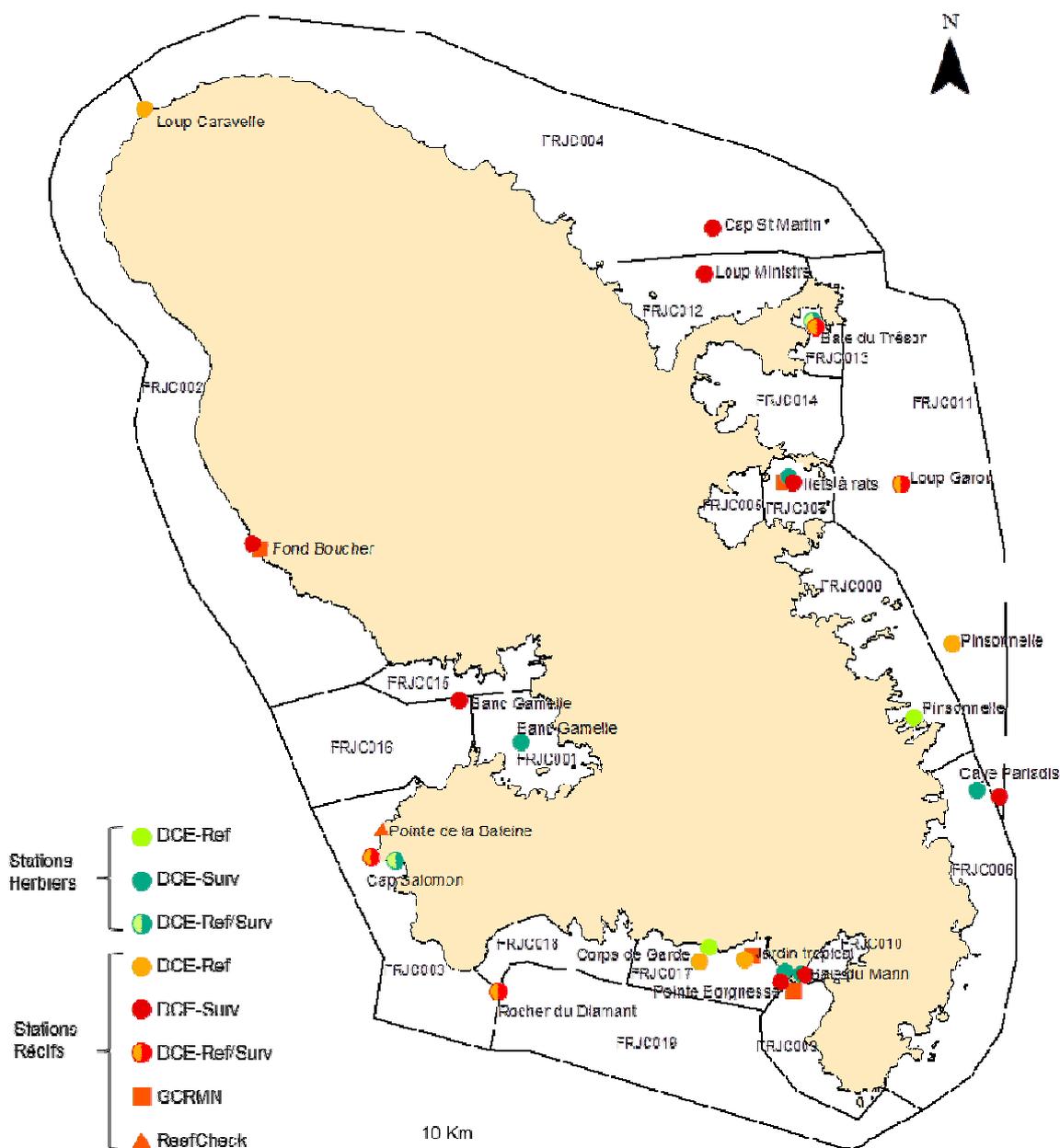


Figure 9. Carte de la Martinique et des stations de suivis des récifs coralliens et des herbiers

5.1.2 Protocoles et paramètres

Le réseau DCE

Le suivi DCE des récifs et des herbiers a débuté en 2007. A chaque station plusieurs paramètres ont été mesurés (Tableaux 1 pour les récifs et 2 pour les herbiers). Les protocoles ont été adaptés à partir des protocoles de Bouchon et al. (2003), AGGRA et CARICOMP. Ils ont été validés en février 2007 par le Comité de Pilotage de la DCE de Martinique et de Guadeloupe, qui implique les différents acteurs travaillant sur les récifs aux Antilles, à savoir les DEAL et ODE de la Martinique et de la Guadeloupe, l'OMMM, l'UAG, Ifremer, et les bureaux d'études Impact-Mer et Pareto (CR Eaux Littorales 2007). Les protocoles préconisent la méthode du « point intercept » (PIT, cf. glossaire) pour les récifs, et celle des quadrats pour les herbiers.

Le réseau GCRMN

Entre 2001 et 2011, les suivis GCRMN ont été réalisés selon le protocole de Bouchon et al. (2003), en suivant la méthode du « line Intercept » (LIT, cf. glossaire) le long de transect de 60m. Les paramètres relevés sont synthétisés dans le tableau 1. A partir de 2011, les suivis ont été réalisés par transect vidéo et analyse statistique des images (F. Védie pers com.).

Tableau 1. Paramètres mesurés lors des suivis DCE et GCRMN des écosystèmes coralliens en Martinique.

§ Pour les suivis DCE réalisés depuis 2007 en Martinique, l'état de santé général des communautés coralliennes est également estimé visuellement sur 6 transects de 10 mètres, d'après le protocole de Bouchon et al. (2004).

| | Recommandations GT national DCE | DCE (2007-2012) [§] | GCRMN (2001-2011) |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Source | CR GT national 2012 | CR Eaux littorales 2007, Impact-Mer et al. 2011 | OMMM 2008 |
| Références technique | | Bouchon et al. 2003, AGGRA et CARICOMP adaptés | Bouchon et al. 2003 |
| Méthodes | PIT : 3*20m idéalement ou 6*10m (fixes) Belt: 3*20x1m idéalement ou 6*10x1m | PIT: 6*10m (fixes) Quadrats: 60*25x25cm et 60*1x1m | LIT: 1*60m Belt: 2*30x1m 6 rectangles de 10 m ² |
| Paramètres | | | |
| Recouvrement macroalgues (N1) | PIT Identification au genre | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck (+notes): Macroalgues non calcaires NIA (MA), calcaires OT (HAL, GAL, ...), calcaires encroûtantes ou turf RC (TU, AC), cyanophycées NIA(CY) Quadrats % espèce MA dominante en 5 classes: 0, 1-10, 11-50, 51-90, 91-100% | LIT Identification par grands groupes: Chlorophycées molles CHLORO et calcifiées CALG, Phéophycées PHEO, Rhodophycées non encroûtantes RHODO et encroûtantes EALG, cyanobactéries CYANO, gazon algal TURF |
| Taxons macroalgues (N1) | Belt Identification au genre | Quadrats 25x25 cm Identification au genre ou à l'espèce | |
| Recouvrement corail vivant (N1) | PIT Identification au genre | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck: hard coral HC, soft coral SC, corail mort RKC, débris coralliens RB | LIT Identification à l'espèce |
| Densité colonies coraux adultes (N1) | Belt Identification au genre | | |
| Densité coraux juvéniles (N2) | Belt ou quadrats <2 cm, tous genres confondus | | Belt Recrues <2cm |
| Taxons coraux OU Formes des coraux (N2) | Belt Identification au genre idéalement OU relever les formes de croissance: branchue, foliacée, tabulaire, massive, encroûtante, libre | Cf. recouvrement corail vivant | LIT Identification à l'espèce |
| Blanchissement coraux (C) | Belt/PIT Estimation visuelle, 3 classes: saine, partiellement ou totalement blanchie | | |
| Nécrose (C), maladie (C, N2-3), traces de destruction anthropique (C) | Belt/PIT Presence/absence | PIT Presence/absence | LIT Taux de nécrose |
| Densité Echinides (N2) | Belt/PIT Compter toutes espèces visibles | Quadrats 1x1 m 5 classes: 2.5-7., 1.1-2.1, 0.5-1, 0.25-0.49, <0.25 | 6 rectangles de 10 m ² |
| Gorgones (C), Acanthaster (C, N2), Eponges (C, N2-3) | Belt/PIT Presence/absence | PIT Presence/absence | LIT Presence/absence |

Tableau 2. Paramètres mesurés lors des suivis DCE des herbiers de phanérogames en Martinique.

NB : l'état de santé général des herbiers est également estimé visuellement d'après le protocole de Bouchon et al. (2004).

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Source | CR Eaux littorales 2007 Impact-Mer et Pareto 2011 |
| Références technique | Bouchon et al. 2003 adapté |
| Méthodes | Quadrats: 30*10x20cm et 10*25x25cm |
| Paramètres | |
| Densité phanérogames | Quadrats: 30*10x20cm Densité de <i>Thalassia testudinum</i> et de <i>Syringodium filiforme</i> |
| Hauteur canopée phanérogames | Zone d'herbier homogène Mesure de la longueur de la plus grande feuille de 100 plants de <i>Thalassia testudinum</i> pris au hasard |
| Limites de l'herbier | Limite inférieure, en test depuis 2010 |
| Recouvrement macroalgues | Quadrats: 10*25x25cm % espèce MA dominante en 5 classes: 0-1-10-50-90 |
| Taxons macroalgues | cf. recouvrement |
| Recouvrement cyanobactéries | Presence/absence |
| Etat de santé de l'herbier | Estimation visuelle, 5 classes |

5.1.3 Synthèse et réflexion sur les mutualisations

Les seuls suivis herbiers existants à l'heure actuelle en Martinique sont les suivis réalisés dans le cadre de la DCE.

Pour les récifs coralliens, il existe trois stations de suivi communes au réseau DCE et au réseau GCRMN. La station de Fond Boucher sur la côte Antillaise, la station de Pointe Borgnesse sur la côte sud et la station de l'Ilet à Rats sur la côte Atlantique. Les maîtres d'ouvrage au sein de la DEAL et les opérateurs terrain de ces deux réseaux ne sont pas les mêmes, et les protocoles utilisés diffèrent beaucoup. En effet, depuis 2011 les suivis GCRMN sont réalisés par transect vidéo, alors que les suivis DCE sont toujours réalisés par des plongeurs en utilisant la méthode du point intercept. Les maîtres d'ouvrage sont néanmoins favorables à des discussions sur le sujet d'une mutualisation des ressources pour permettre le maintien des deux réseaux.

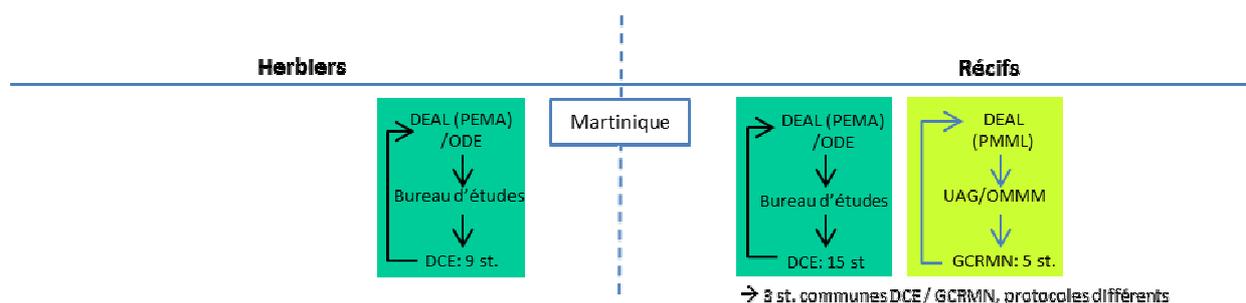


Figure 10. Circuit d'acquisition des données pour les suivis des herbiers et des récifs coralliens en Martinique

5.2 La Guadeloupe

5.2.1 Les réseaux de suivi

Le réseau DCE

Dans le cadre de la DCE, les eaux littorales de la Guadeloupe sont découpées en 11 masses d'eau côtière réparties en 6 types: 1-Fond de Baie, 2-Côte rocheuse peu exposée, 3-Récif Barrière, 4-Côte rocheuse très exposée, 5-Côte rocheuse protégée, 6-Côte exposée à récifs frangeants (Annexe 2, SCE-Créocéan 2005).

Le réseau DCE de suivi des récifs coralliens et des herbiers a été défini en 2006 (Pareto et al. 2007). Le choix a été fait de mettre en place une station de référence pour chaque type de masse d'eau, et une station de surveillance par masse d'eau. Ainsi, il existe 16 stations de suivi des récifs (6 stations de référence et 10 stations de surveillance, la masse d'eau FRIC07A étant dépourvue de station) et 17 stations de suivi des herbiers (6 stations de référence et 11 stations de surveillance, Figure 11). A l'issue des premières études, il s'avère qu'aucune des stations de référence pré-identifiées n'est en très bon état écologique (Pareto et al. 2011). Néanmoins, sur la base des connaissances disponibles et des avis d'experts, ces stations seraient localisées dans les zones ayant potentiellement le meilleur état écologique que l'on puisse trouver en Guadeloupe pour les six types de masses d'eau (Pareto et al. 2011).

Le maître d'ouvrage des suivis DCE est la DEAL (Pôle Eau), avec le soutien de l'ODE, et depuis le début des suivis le maître d'œuvre est le bureau d'étude Pareto (Figure 12).

Le réseau GCRMN et ReefCheck

Il existe 5 stations GCRMN en Guadeloupe (Figure 11, Bouchon et al. 2006). Les suivis ont débuté en 2005. Le maître d'ouvrage des suivis est la DEAL (Pôle Biodiversité) et les suivis ont été réalisés jusqu'à présent par l'Université Antilles Guyane et le Parc National de Guadeloupe (Figure 12).

Le réseau ReefCheck compte à l'heure actuelle 5 stations en Guadeloupe. Les suivis sont réalisés depuis 2007 par des bénévoles encadrés par le bureau d'étude Pareto, pour le compte de la DEAL Guadeloupe (Pareto 2012).

Les aires marines protégées : les suivis du Parc National de Guadeloupe (PNG)

Depuis 2005 il existe un suivi des herbiers du Grand-Cul-de-Sac-Marin du PNG. Deux stations sont installées dans le cœur du parc et une station est située hors cœur de parc, au sud de l'îlet Caret (Figure 11, Mege et Delloue 2007). Une 4^{ème} station a été mise en place récemment au Sud des îlets Fajou (Kerninon 2012).

Les suivis sont réalisés par l'équipe du PNG en collaboration avec l'Université Antilles Guyane (Figure 12).

Les aires marines protégées : les suivis des réserves nationales

L'état de santé des récifs et des herbiers fait l'objet d'un suivi depuis 2007 dans les réserves naturelles nationales du Grand-Cul-de-Sac-Marin, de Petite-Terre et de Saint-Martin. Cinq stations récifs et cinq stations herbiers sont suivies annuellement (Pareto 2008), avec des stations à l'intérieur et hors des réserves (Figure 11).

Jusqu'à présent les suivis ont été réalisés pour le compte de la DEAL par le bureau d'étude Pareto, en collaboration avec les équipes des différentes réserves pour la phase de collecte des données sur le terrain.

5.2.2 Protocoles et paramètres

Le réseau DCE

Le suivi DCE des récifs et des herbiers a débuté en 2007. A chaque station plusieurs paramètres ont été mesurés (Tableau 3 pour les récifs et 4 pour les herbiers). Les protocoles ont été adaptés à partir des protocoles de Bouchon et al. (2003), AGGRA et CARICOMP. Ils ont été validés en février 2007 par le Comité de Pilotage de la DCE de Martinique et Guadeloupe, qui implique les différents acteurs travaillant sur les récifs aux Antilles, à savoir les DEAL et ODE de la Martinique et de la Guadeloupe, l'OMMM, l'UAG, Ifremer, et les bureaux d'études Impact-Mer et Pareto (CR Eaux Littorales 2007). Les protocoles préconisent la méthode du « point intercept » (PIT, cf. glossaire) pour les récifs, et celle des quadrats pour les herbiers.

Le réseau GCRMN

Depuis 2005 les suivis GCRMN ont été réalisés selon le protocole de Bouchon et al. (2003), en suivant la méthode du « line Intercept » (LIT, cf. glossaire). Les paramètres relevés sont synthétisés dans le tableau 3.

Les aires marines protégées : les suivis du Parc National de Guadeloupe (PNG)

Les stations herbiers du PNG ont été suivies annuellement sur la base des protocoles élaborés par Bouchon et al. (2003).

Les aires marines protégées : les suivis des réserves nationales

Les protocoles des suivis Réserves ont été choisis par la DEAL dans un souci de compatibilité avec ceux mis en œuvre dans le cadre de la DCE. Ainsi, les paramètres biologiques suivis dans le réseau réserve apparaissent quasiment identiques à ceux fixés par la DCE (Tableau 3 pour les récifs et 4 pour les herbiers, Pareto 2008).

Tableau 3. Paramètres mesurés lors des suivis des écosystèmes coralliens en Guadeloupe

§ Pour les suivis DCE réalisés depuis 2007 en Guadeloupe, l'état de santé général des communautés coralliennes est également estimé visuellement sur 6 transects de 10 mètres, d'après le protocole de Bouchon et al. (2004).

| | Recommandations GT national DCE | DCE (2007-2012) [§] | GCRMN (2001-2011) | Réserve (2007-) |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Source | CR GT national 2012 | CR Eaux littorales 2007 Pareto et al. 2011 | Bouchon et al. 2006 | Pareto 2008 |
| Références technique | | Bouchon et al. 2003 adapté (CR Eaux littorales 2007) | Bouchon et al. 2003 | Protocole DCE Guadeloupe |
| Méthodes | PIT : 3*20m idéalement ou 6*10m (fixes) Belt: 3* 20x1m idéalement ou 6* 10x1m | PIT: 6*10m ou 3*20m Belt: 6*10x0,5m Quadrats: 60*25x25 cm | LIT: 2*30m Belt: 60x0,5m Belt 60x1m | PIT: 6*10m ou 3*20m Belt: 60mx0,5m Quadrats: 60*1x1m |
| Paramètres | | | | |
| Recouvrement macroalgues (N1) | PIT Identification au genre | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck (+ notes): Macroalgues non calcaires NIA (MA), calcaires OT (HAL, GAL, ...), calcaires encroûtantes ou turf RC (TU, AC), cyanophycées NIA(CY) Quadrats % espèce MA dominante en 5 classes: 0, 1-10, 11-50, 51-90, 91-100% | LIT Identification par grands groupes: Chlorophycées molles CHLORO et calcifiées CALG, Phéophycées PHEO, Rhodophycées non encroûtantes RHODO et encroûtantes EALG, cyanobactéries CYANO, gazon algal TURF | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck (+ notes): Macroalgues non calcaires NIA (MA), calcaires OT (HAL, GAL, ...), calcaires encroûtantes ou turf RC (TU, AC), cyanophycées NIA(CY) Quadrats % espèce MA dominante en 5 classes: 0, 1-10, 11-50, 51-90, 91-100% |
| Taxons macroalgues (N1) | Belt Identification au genre | | | |
| Recouvrement corail vivant (N1) | PIT Identification au genre | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck: hard coral HC, soft coral SC, corail mort RKC, débris coralliens RB | LIT Estimation visuelle de longueur, largeur et hauteur de chaque colonie | PIT Identification descripteur Coremo3 niveau ReefCheck: hard coral HC, soft coral SC, corail mort RKC, débris coralliens RB |
| Densité colonies coraux adultes (N1) | Belt Identification au genre | | | |
| Densité coraux juvéniles (N2) | Belt ou quadrats <2 cm, tous genres confondus | Belt Recrues <2cm | Belt Recrues <2cm | Belt Recrues <2cm |
| Taxons coraux OU Formes des coraux (N2) | Belt Identification au genre idéalement OU relever les formes de croissance: branchue, foliacée, tabulaire, massive, encroûtante, libre | Cf. recouvrement corail vivant | LIT Identification à l'espèce | Cf. recouvrement corail vivant |
| Blanchissement coraux (C) | Belt/PIT Estimation visuelle, 3 classes: saine, partiellement ou totalement blanchie | | | PIT 5 classes: 0, 1-10, 11-50, 51-90, 91-100% |
| Nécrose (C), maladie (C, N2-3), traces de destruction anthropique (C) | Belt/PIT Presence/absence | PIT Presence/absence | LIT % de nécrose pour chaque colonie, en 5 classes: 0, 1-25, 26-50, 51-75, 76-100 | |
| Densité Echinides (N2) | Belt/PIT Compter toutes espèces visibles | Quadrats | Belt 60x1m | Quadrats |
| Gorgones (C), Acanthaster (C, N2), Eponges (C, N2-3) | Belt/PIT Presence/absence | PIT Presence/absence | LIT Presence/absence | PIT Presence/absence |

Tableau 4. Paramètres mesurés lors des suivis des herbiers de phanérogames en Guadeloupe.

§ L'état de santé général des herbiers est également estimé visuellement d'après le protocole de Bouchon et al. (2004).

| | DCE (2007-2012) [§] | Réserve (2007-) | PNG (2005-) |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Source | CR Eaux littorales 2007 Pareto et al. 2011 | Pareto 2008 | Mege et Delloue 2007 |
| Références technique | Bouchon et al. 2003 adapté Bouchon et al. 2004 adapté | Protocole DCE Guadeloupe | Bouchon et al. 2003 |
| Méthodes | Quadrats: 30*10x20cm, 10*10x20cm | Quadrats: 30*10x20cm, 10*10x20cm | Quadrats: 20*10x20cm Belt: 15x2m |
| Paramètres | | | |
| Densité phanérogames | Quadrats: 30*10x20cm Densité de <i>Thalassia testudinum</i> et de <i>Syringodium filiforme</i> | Quadrats: 30*10x20cm Densité de <i>Thalassia testudinum</i> et de <i>Syringodium filiforme</i> | Quadrats Densité de <i>Thalassia testudinum</i> et de <i>Syringodium filiforme</i> |
| Hauteur canopée phanérogames | Quadrats: 10*10x20cm Mesure de la longueur de la plus grande feuille de 100 plants pris au hasard, à raison de 10 plants par quadrat | Quadrats: 10*10x20cm Mesure de la longueur de la plus grande feuille de 100 plants pris au hasard, à raison de 10 plants par quadrat | Zone d'herbier homogène Mesure de la longueur de la plus grande feuille de 100 plants de <i>Thalassia testudinum</i> pris au hasard |
| Recouvrement cyanobactéries | Presence/absence | | |
| Etat de santé de l'herbier | Estimation visuelle, 5 classes | Estimation visuelle, 5 classes | |
| Invertébrés | | | Belt Présence de toutes les espèces d'invertébrés rencontrées Densité et mesures d'espèces cibles: <i>Tripneustes ventricosus</i> (diamètre), <i>Strombus gigas</i> (longueur et la largeur), <i>Oreaster reticulatus</i> (diamètre) |

5.2.3 Synthèse et réflexions sur les mutualisations

Sur les 17 stations DCE de suivi des herbiers en Guadeloupe, deux sont communes avec le réseau Réserve: la station de la Passe à Colas dans le Grand-Cul-de-Sac-Marin et la station du Rocher Créole à Saint Martin. Il en est de même pour les récifs coralliens : sur les 16 stations de suivi DCE, deux sont communes avec le réseau Réserve: la station de l'Îlet Fajou dans le Grand-Cul-de-Sac-Marin et la station Chicot à Saint Martin. Pour les herbiers comme pour les récifs, les maîtres d'ouvrage de ces deux réseaux ne sont pas les mêmes au sein de la DEAL. En revanche, le même bureau d'étude est impliqué dans les relevés terrain des deux réseaux, et les protocoles utilisés sont pratiquement identiques. La mutualisation concerne la mise en œuvre des compétences des gestionnaires (plongeurs) pour le suivi Réserve (X. Delloué, pers. com.).

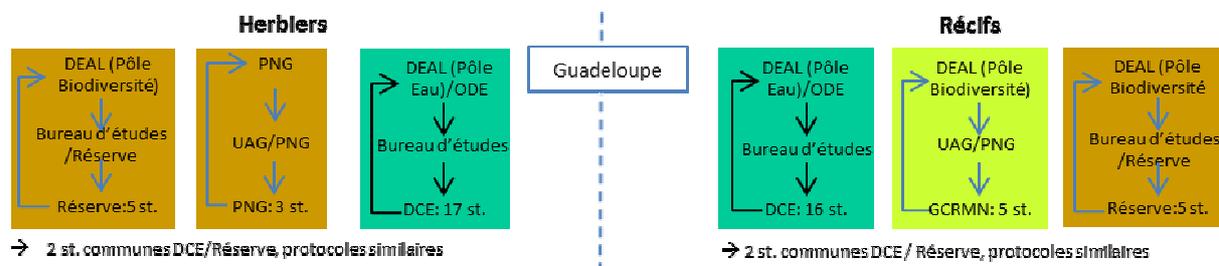


Figure 12. Circuit d'acquisition des données pour les suivis des herbiers et des récifs coralliens en Guadeloupe.

5.3 La Réunion

5.3.1 Les réseaux de suivi

Le réseau DCE

Dans le cadre de la DCE, les eaux littorales de la Réunion ont dans un premier temps été découpées à « dire d'experts » en 13 masses d'eau réparties en 6 types (Annexe 3, Lazure 2004). Suite à l'acquisition récente de données hydrodynamiques et cartographiques, ce découpage des masses d'eau a été affiné et modifié en certains points, et est en cours de validation. Les eaux littorales réunionnaises seront bientôt découpées en 12 masses d'eau réparties en 5 types (Annexe 3, GT DCE Réunion « Benthos Substrats Durs » 2012).

A l'heure actuelle, les côtes de la Réunion ne comptent que 1,8 ha d'herbiers. Bien que ces derniers soient en phase d'expansion, ils ne sont pas utilisés pour les suivis DCE. Les récifs coralliens quant à eux sont présents dans la partie ouest de l'île de la Réunion et occupent une superficie de 12 km². Ils sont situés dans les quatre secteurs principaux de Saint Gilles, Saint Leu, Etang-Salé et Saint Pierre, qui correspondent aux 4 masses d'eau récifales de la DCE (Figure 13).

Le réseau de stations DCE de suivi des récifs coralliens n'existe pas en tant que tel à l'heure actuelle. Les suivis doivent débuter en 2014, et le réseau initial comprendra 14 stations situées sur les pentes externes des complexes récifaux (cf. glossaire, GT DCE Réunion « Benthos Substrats Durs » 2012). Parmi ces 14 stations, 7 stations existent déjà dans le cadre du suivi annuel des stations GCRMN de la Réserve Naturelle Marine de la Réunion. Sept autres stations seront mises en place pour compléter les suivis DCE (Figure 13). Les campagnes DCE devraient être réalisées à la même période de l'année que les suivis GCRMN, en janvier-février (CR6 GT Benthos de substrat dur 2012). Le réseau pourrait éventuellement être développé au niveau des plateformes récifales (cf. glossaire), même si à l'heure actuelle la trop grande hétérogénéité morphologique de ces zones ne semble pas permettre le développement d'un bioindicateur pertinent (CR6 GT Benthos de substrat dur 2012).

Dans le cadre d'une étude ponctuelle réalisée dans le cadre de la DCE, 64 stations situées sur les pentes externes ont été échantillonnées en 2009 par la méthode Medium-Scale Approach (MSA, cf. glossaire). Cette campagne d'échantillonnage a été réalisée dans le cadre du programme « Bon état » financé par la DEAL et porté par l'Ifremer (2008-2010).

Le réseau GCRMN et ReefCheck

A la Réunion il existe 14 stations GCRMN réparties sur 7 sites, chaque site incluant une station située sur le platier récifal et une station située sur la pente externe (Figure 13). Les suivis ont débuté en 1998. Le maître d'ouvrage des suivis GCRMN est la DEAL et les suivis ont été réalisés par l'équipe de la Réserve Naturelle Marine de la Réunion (RNMR, Figure 14).

Le réseau ReefCheck compte actuellement 19 stations. Les suivis sont réalisés par des bénévoles encadrés par l'Arvam (Arvam 2009).

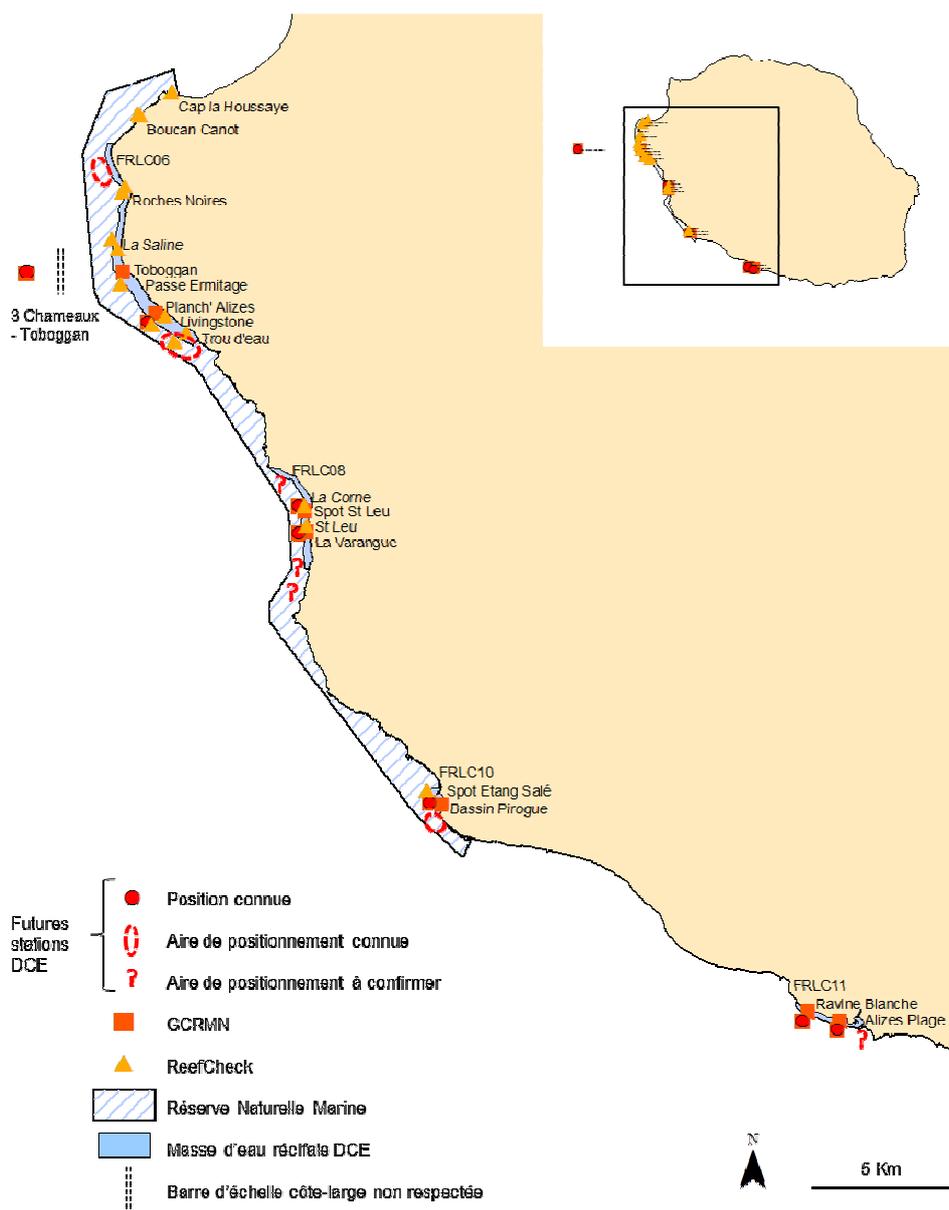


Figure 13. Carte de la Réunion et des stations de suivis des récifs coralliens

5.3.2 Protocoles et paramètres

Le réseau DCE

Un groupe de travail « Benthos de substrat durs » a été mis en place à la Réunion pour développer un bioindicateur DCE « récif corallien » et mettre en place le réseau de suivi associé. Pour le choix des paramètres à mesurer, le groupe de travail s'est appuyé essentiellement sur :

- l'analyse des données historiques du GCRMN,
- la campagne MSA du programme « Bon Etat »,
- les données du programme « Bioindication » (volet Eutrolog et Spectrhabet),
- les résultats de la réflexion du GT national (CR n°6 du GT DCE « Benthos de substrat durs » 2012, Arvam 2012).

Les paramètres retenus sont présentés dans le fascicule technique « Benthos de Substrats Durs » (GT DCE Réunion « Benthos Substrats Durs » 2012) et synthétisés dans le tableau 5. Ce protocole est amené à évoluer et à être enrichi en fonction des acquisitions terrain et des validations des experts locaux. Il n'est pour le moment applicable qu'aux pentes externes. A partir des données historiques des suivis des récifs coralliens (suivis de G. Faure de 1970 à 1982 et suivis GCRMN

depuis 1998) un état de référence de l'état écologique des récifs de la pente externe a été décrit, et un premier indicateur intégrant différents paramètres et seuils associés a été proposé (CR n°6 du GT DCE « Benthos de substrat durs »).

Le réseau GCRMN

La méthodologie utilisée depuis 1998 est celle préconisée par le GCRMN pour la zone Indo-Pacifique (English et al. 1997, Hill & Wilkinson 2004), mais adaptée aux spécificités régionales (Conand et al. 1998). Les paramètres relevés sont synthétisés dans le Tableau 5.

Tableau 5. Paramètres mesurés lors des suivis des écosystèmes coralliens à la Réunion

| | Recommandations GT national DCE | DCE (à partir de 2014) | GCRMN (1998-) |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Source | MNHN-SPN & ONEMA 2012 | GT DCE Réunion «Benthos Substrats Durs» 2012 | Conand et al. 1998 CR6 GT Benthos substrats durs |
| Références technique | | Conand et al. 1998 Hill and Wilkinson 2004 | Conand et al. 1998 English et al. 1994 |
| Méthodes | LIT: 3*20m Belt: 3* 20x1m | LIT: 3*20m Belt: 3*20x4m Quadrats: 15* 1x1m | LIT: 3*20m |
| Paramètres | | | |
| Recouvrement macroalgues | LIT Identification au genre | LIT Identification par grands groupes, codes Coremo: algues calcaires CA, algues molles dressées FMA, algues dures dressées HMA, turf TA Quadrats Identification au genre des algues dressées | LIT Identification par grands groupes, codes Coremo: algues calcaires CA, algues molles dressées FMA, algues dures dressées HMA, turf TA |
| Taxons macroalgues | Belt Identification au genre | Cf. recouvrement macroalgues | |
| Recouvrement corail vivant | LIT Identification au genre | LIT Identification à l'espèce + descripteur Coremo3: Acropore branchu ACB, digité ACD, submassif ACS, tabulaire ACT, encroûtant ACE, non-Acropore branchu CB, non-Ac. encroûtant CE, non-Ac. foliacé CF, non-Ac. massif CM, non-Ac. submassif CS, non-Ac. champignon CMR, Millépore CME, Soft coral SC, Tubipora CTU, Heliopora CHL | LIT Identification par grands groupes, codes Coremo3: Acropore branchu ACB, digité ACD, submassif ACS, tabulaire ACT, encroûtant ACE, non-Acropore branchu CB, non-Ac. encroûtant CE, non-Ac. foliacé CF, non-Ac. massif CM, non-Ac. submassif CS, non-Ac. champignon CMR, Millépore CME, Soft coral SC, Tubipora CTU, Heliopora CHL |
| Densité colonies coraux adultes | Belt Identification au genre | | |
| Densité coraux juvéniles | Belt ou quadrats <2 cm, tous genres confondus | Quadrats <2 et 2-5 cm Identification au genre | |
| Taxons coraux OU Formes des coraux | Belt Identification au genre idéalement OU relever les formes de croissance: branchue, foliacée, tabulaire, massive, encroûtante, libre | LIT Identification à l'espèce | Cf. recouvrement corail vivant |
| Blanchissement coraux | Belt/LIT Estimation visuelle, 3 classes: saine, partiellement ou totalement blanchie | LIT Note: Corail Blanhi CBL | LIT Note: Corail Blanhi CBL |
| Nécrose, maladie et traces de destruction anthropique des coraux | Belt/LIT Presence/absence | LIT Notes: Nécroses au pied NECP, maladies de la bande noire, MBN, de la bande blanche MBB, etc. | LIT Presence/absence nécroses, maladies |
| Densité Echinides | Belt/LIT Compter toutes espèces visibles | Belt Densité de 5 espèces | LIT Presence/absence |
| Gorgones, Acanthaster, Eponges | Belt/LIT Presence/absence | Belt: densité Acanthaster, Gorgones, autres invertébrés | LIT Presence/absence |

NB : les paramètres spécifiques aux suivis GCRMN (ex : bénitiers, bivalves) n'apparaissent pas dans ce tableau.

5.3.3 Synthèse et réflexions sur les mutualisations

Les côtes de la Réunion ne comptent que 1,8 ha d'herbiers et ils ne font l'objet d'aucun suivi. Les récifs coralliens quant à eux font l'objet de nombreux suivis. Les suivis DCE doivent débuter en 2014, et le réseau initial comprendra 14 stations situées sur les pentes externes des complexes récifaux. Parmi ces 14 stations, 7 stations seront communes avec le réseau GCRMN. La plupart des paramètres à mesurer sur le terrain sont communs aux deux réseaux, et seuls quelques paramètres sont spécifiques aux suivis DCE (densité des coraux juvéniles et taxons des macroalgues) ou au GCRMN (bénitiers, bivalves). Le tronc commun du protocole est le même pour les deux réseaux (utilisation du LIT), et diffère seulement pour quelques paramètres (utilisation de transect couloir et de quadrats pour certains paramètres DCE). Les campagnes DCE devraient être réalisées à la même période de l'année que les campagnes DCE GCRMN (janvier-février, CR6 GT Benthos de substrat dur 2012).

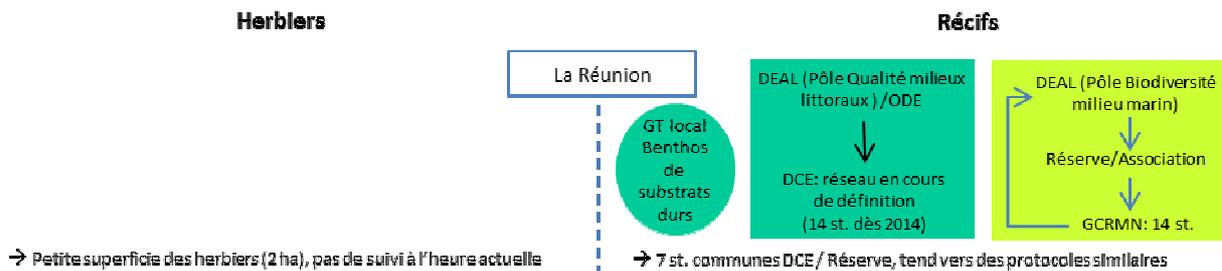


Figure 14. Circuit d'acquisition des données récifs coralliens à la Réunion

5.4 Mayotte

Mayotte n'est un département d'Outre-mer que depuis 2011, et la mise en œuvre de la DCE n'y a débuté que récemment. Le découpage des eaux littorales a été réalisé par le bureau d'études ASCONIT a été approuvé lors de la consolidation de l'état des lieux du SDAGE en novembre 2008. Ce découpage identifie 17 masses d'eau côtière réparties en 8 types (Annexe 4). Le réseau de stations DCE de suivi des récifs coralliens et des herbiers devrait être défini au cours de l'année 2013 par un groupe de travail local « eaux littorales » actuellement en cours de constitution (Figure 15).

L'année 2010 a également été l'année de la création du Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM). Le PNMM couvre l'ensemble de la zone économique exclusive, s'étendant ainsi sur une superficie de 68 000 km². Parmi les finalités visées par le PNMM figurent le bon état de conservation des espèces et des habitats dont font partie les récifs coralliens et les herbiers ainsi que le bon état des eaux marines. Pour évaluer le bon état de conservation des récifs et des herbiers, des réseaux de suivi et des bioindicateurs doivent être développés.

Les réseaux de suivi des récifs et des herbiers vont être définis au cours de l'année 2013 de manière simultanée pour la DCE et pour le Parc Naturel Marin de Mayotte, afin d'harmoniser au maximum le choix des stations, des paramètres et des protocoles entre les réseaux DCE, PNMM, et également GCRMN. Pour atteindre cet objectif, un groupe de travail local « Eaux Littorales » a été constitué fin 2012 sur financement Onema (Figure 15). Ce GT local, piloté par le PNMM, travaille déjà en collaboration avec le volet Herbier du ResObs et avec le groupe de travail national DCE « herbiers et benthos récifal ».

Pour la définition des réseaux DCE et PNMM de suivi des récifs, le groupe de travail local pourra s'appuyer sur les nombreuses études et suivis déjà existants dans le cadre de l'Observatoire des Récifs Coralliens. L'ensemble de ces études et suivis sont décrits de manière exhaustive dans deux rapports réalisés par l'Arvam et le BRGM pour le compte de l'Onema (Arvam 2010, Jaouën et al. 2011, Figure 16). Mayotte compte à l'heure actuelle 24 stations GCRMN réparties sur 12 sites. Ces suivis, qui ont débuté en 1998 pour les premières stations, sont réalisés par le bureau d'étude GIS-LAg-May et l'Arvam, pour le compte de la DEAL (Figures 15 et 16). Il existe également 8 stations ReefCheck, suivies par des bénévoles encadrés par les bureaux d'étude Arvam et Apnee (Jamon et al. 2011, Figure 16). Par ailleurs, l'état de santé de l'ensemble des récifs frangeants de Grande Terre

a été évalué en 1989, 1997 et 2004 en lunette de Calfat (Wickel et Thomassin 2005), alors que celui des récifs frangeants des îlots a été étudié en 2005 par Manta-tow. Enfin, un état des lieux de l'état de santé des récifs internes et barrières a été réalisé en 2005 par la méthode MSA (cf. glossaire), sur 148 stations réparties sur l'ensemble des côtes Mahoraises (Pareto 2006, Figure 16).

A la différence des récifs, les herbiers de Mayotte ne bénéficient d'aucun programme de suivi pérenne. En 2009, sous l'impulsion de la DAF, le bureau d'étude ISIRUS a initié le suivi d'une station SeagrassNet au nord-est de Mayotte (SeagrassNet eNews 2009). ISIRUS a continué le suivi bénévolement pendant deux ans, mais s'est finalement arrêté faute de financement.

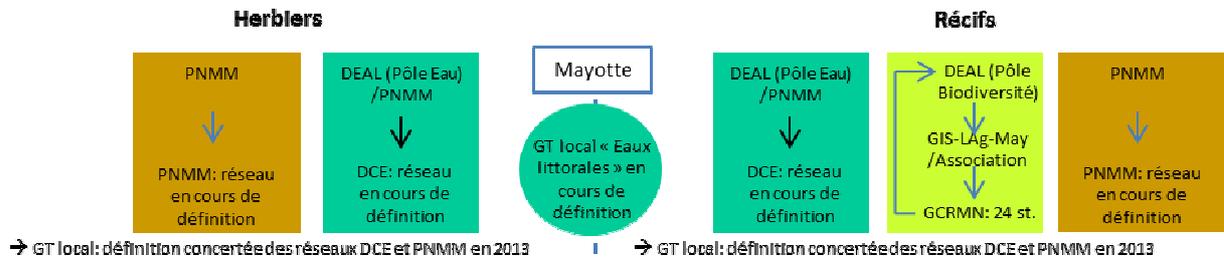


Figure 15. Circuit d'acquisition des données herbiers et récifs à Mayotte.

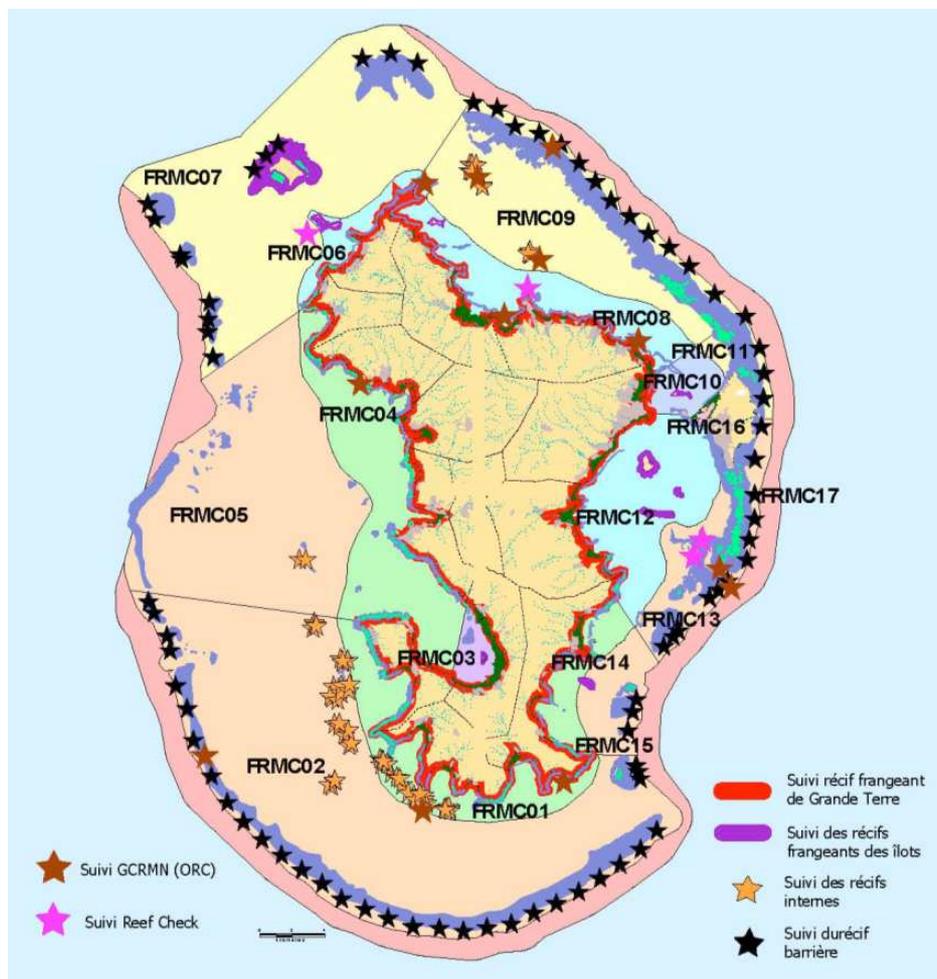


Figure 16. Carte des stations de suivis des récifs coralliens de Mayotte

NB : Les réseaux de suivi des récifs pour la DCE et le PNMM vont être définis de manière simultanée en 2013, en tenant compte des suivis GCRMN déjà existants. Le groupe de travail local impliqué dans la définition de ces réseaux pourra s'appuyer sur les nombreuses données issues des suivis des récifs frangeant (rouge et violet), internes (étoiles jaunes) et barrières (étoiles noires). Source : Arvam 2010.

6 Synthèse et conclusion

L'objectif de ce rapport était de proposer une analyse des mutualisations possibles entre les réseaux de suivis DCE et les autres réseaux de suivis des récifs coralliens et des phanérogames dans les DOM insulaires. Plus précisément, il s'agissait de rechercher les connexions et passerelles possibles à établir avec l'IFRECOR et les réseaux patrimoniaux existants. L'ensemble des résultats de cette analyse sont synthétisés dans la figure 17 et le tableau 6 ci-dessous.

L'analyse des mutualisations a été abordée d'un point de vue spatial, en identifiant les stations communes, et d'un point de vue méthodologique, en identifiant les paramètres et protocoles communs aux réseaux DCE et aux autres réseaux. Cette analyse pourrait être complétée en abordant de manière plus approfondie les mutualisations d'un point de vue opérationnel. Dans ce rapport, les acteurs impliqués dans les circuits d'acquisition des données des différents réseaux ont en effet été identifiés, tant au niveau national que local, illustrant dans certains DOM l'implication d'acteurs communs à différents réseaux. Une piste de travail serait donc d'initier des réflexions entre ces acteurs, si cela n'est pas déjà fait.

Les principaux résultats de ce rapport ont été présentés comme étant une base de discussion lors du séminaire InterDOM du 21 mars 2013, réunissant les DEAL, Offices de l'Eau et le Parc Naturel Marin de Mayotte.

Figure 17. Synthèse des réseaux de suivis des herbiers et des récifs coralliens dans les DOM insulaires

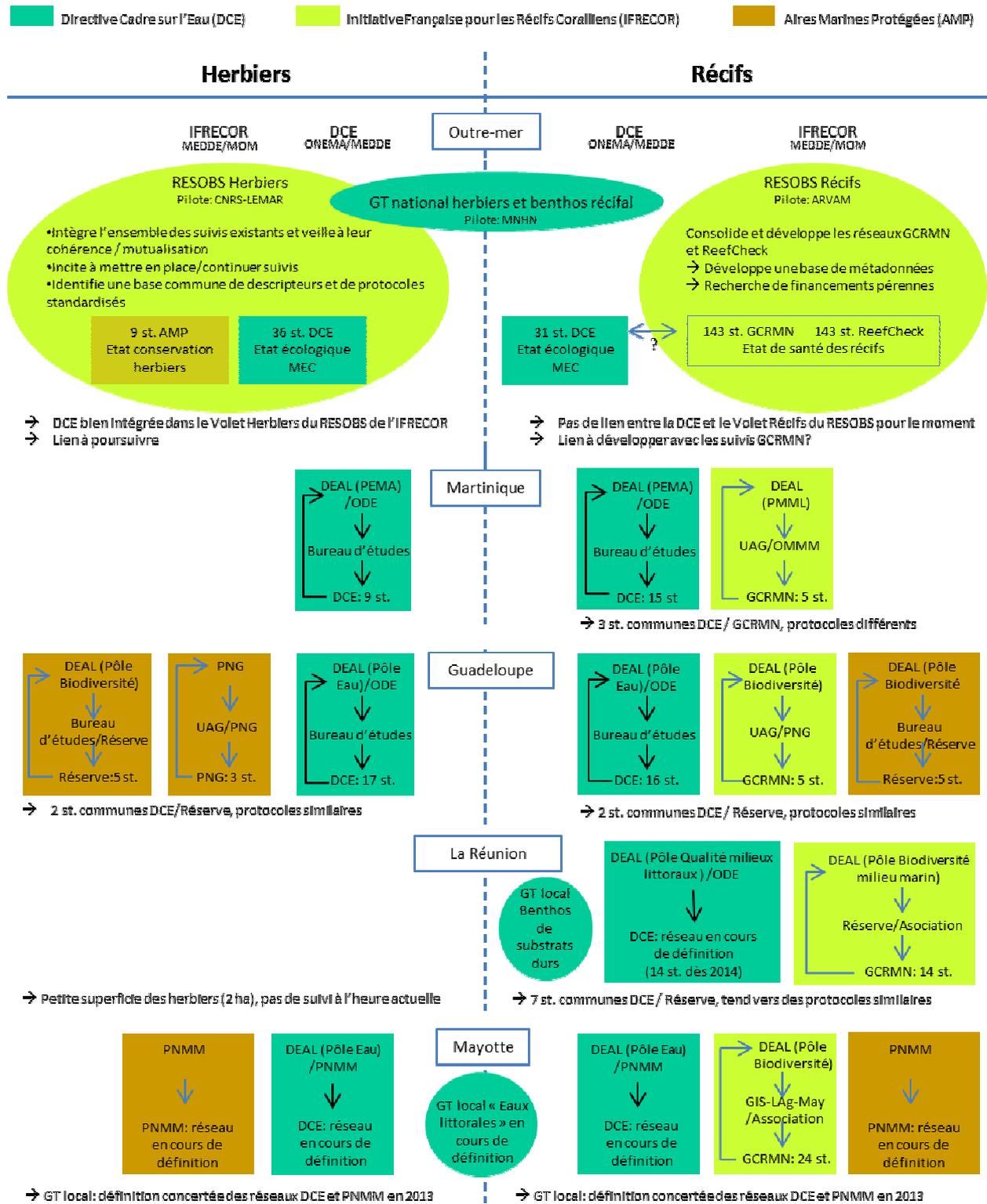


Tableau 6. Caractéristiques générales et réseaux de suivis des récifs coralliens et des herbiers dans les DOM insulaires

| | | Martinique | Guadeloupe | La Réunion | Mayotte |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caractéristiques générales | Superficie du département | 1 128 km ² | 1 628 km ² | 2 512 km ² | 376 km ² |
| | Superficie des récifs | 72 km ² | 158 km ² | 12 km ² | 450 km ² |
| | Superficie des herbiers | 5 000 ha | 9 700 ha | 2 ha | 700 ha |
| | Nombre de masses d'eau et de types de masses d'eau DCE | 19 masses d'eau côtières 4 masses d'eau de transition 8 types | 11 masses d'eau côtières 6 types | 13 masses d'eau côtières 6 types | 17 masses d'eau côtières 8 types |
| | Critères de découpage des masses d'eau DCE | Trait de côte, bathymétrie, exposition au vent, houle, courants, pressions, caractéristiques du bassin versant, sensibilité des biocénoses | Trait de côte, bathymétrie, exposition au vent, courants, marnage, mélange vertical, nature des fonds | Marnage, salinité, température, turbidité, profondeur, exposition aux vagues, temps de résidence, mélange vertical, composition moyenne du substrat | Eloignement à la côte, type de récif, nature du fond (pression), profondeur, temps de résidence, hydrodynamisme |
| Suivis des récifs coralliens | Suivi DCE | 15 stations (2007-) | 16 stations (2007-) | Réseau en cours de définition | Non défini |
| | Suivi GCRMN | 5 stations (2001-) | 5 stations (2005-) | 14 stations (1998-) | 24 stations (1998-) |
| | Suivi ReefCheck | 1 station (2008-) | 5 stations (2007-) | 19 stations (2004-) | 8 stations (2002-) |
| | Suivi Réserve Naturelle | | 5 stations (2005-) | | |
| | Suivi des pentes externes | | | 64 stations (2009) | |
| | Suivi des récifs frangeants | | | | (1989, 1997, 2004) |
| | Suivi des récifs internes | | | | 70 stations (2005) |
| Suivi des récifs barrière | | | | 78 stations (2005) | |
| Suivis des herbiers | Suivi DCE | 9 stations (2007-) | 17 stations (2007-) | Non pertinent | Non défini |
| | Suivi SeagrassNet | | | | 1 station (2008) |
| | Suivi Réserve Naturelle | | 5 stations (2005-) | | |
| | Suivi PNG | | 3 stations (2005-) | | |

Glossaire

Méthodologie :

Belt transect: la méthode du belt transect consiste à relever la présence d'organismes cibles (benthos, poissons) dans une surface donnée. Généralement, il s'agit de relever la présence d'organismes cibles présents dans une ceinture de 0.5 ou 1 mètre de part et d'autre d'un transect matérialisé par un ruban.

LIT (Line Intercept Transect): la méthode LIT consiste à déterminer sur un transect matérialisé par un ruban gradué le taux de recouvrement du benthos. Tous les organismes et le substrat non biologique interceptés par le ruban gradué sont identifiés, les organismes étant identifiés par grands groupes systématiques ou jusqu'à l'espèce.

Manta Tow : la méthode du Manta tow consiste à tracter un plongeur en apnée derrière une embarcation naviguant à vitesse constante pendant 2 minutes. L'observateur note les biocénoses présentes ainsi que leur état de santé le long du parcours rectiligne ou circulaire. Il estime grossièrement la couverture corallienne et relève les principaux macro-invertébrés. Le pilote note les points GPS à des intervalles de temps prédéfinis et à chaque changement de direction. Cette méthode permet d'avoir une représentation de l'état d'un récif à grande échelle.

MSA (Medium Scale Approach): le principe général de la méthode MSA (Clua *et al*, 2006), dite « paysagère », consiste à expertiser des quadrats de 25 m² (5 m x 5 m) le long d'un transect de 50 m, soit un total de 20 quadrats (500 m²) par station. Pour chaque quadrat, est estimé généralement la couverture corallienne moyenne (en %) de chaque catégorie de coraux ; les différents groupes d'algues recensés ; le ou les type(s) de substrat(s) identifié(s).

PIT (Point Intercept Transect): la méthode PIT consiste à déterminer sur un transect matérialisé par un ruban le taux de recouvrement du benthos. Les organismes et le substrat non biologique interceptés par le ruban à des points ou distances prédéterminés sont identifiés, les organismes étant identifiés par grands groupes systématiques ou jusqu'à l'espèce.

Terminologie des récifs :

De la côte au large, un récif corallien se caractérise de la manière suivante :

Récifs frangeants : ils bordent une terre émergée. Ils sont assez étroits et récents. Ils ne sont pas directement accolés à la côte, ils en sont séparés par un « chenal d'embarcation », selon leur stade d'évolution.

Platier récifal : il est généralement large de plusieurs centaines de mètres. Il affleure ou émerge couramment à marée basse.

Récifs barrières : ils sont plus larges et plus éloignés de la côte. Ils sont séparés de la côte soit par un platier récifal, soit par un lagon qui peut être large de plusieurs milles et atteindre une profondeur de plusieurs dizaines de mètres.

Pente externe : elle est la partie la plus externe du récif, celle exposée à la haute mer. Dans cette partie, le récif tombe rapidement à des profondeurs importantes.

Sigles & Abréviations

AGRRA : Atlantic and Gulf Rapid Assessment

BDROI : Base de Données Récifs Océan Indien

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CARICOMP: Caribbean Coastal Marine Productivity

COI : Commission de l'Océan Indien

CORDIO : Coral Reef Degradation in the Indian Ocean

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

FKNMS : Florida Keys Marine National Sanctuary

GCRMN: Global Coral Reef Monitoring Network

GT: Groupe de Travail

ICRI : International Coral Reef Initiative

IFRECOR : Initiative Française pour les Récifs Coralliens

MBRS SMP: MesoAmerican Barrier Reef System Synoptic Monitoring Program

MEC : Masses d'Eau Côtière

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MSA : Medium Scale Approach

ODE : Office de l'Eau

OMMM : Observatoire du Milieu Marin Martiniquais

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

PNG : Parc National de Guadeloupe

PNMM : Parc Naturel Marin de Mayotte

RNRM : Réserve Naturelle Marine de la Réunion

SPN : Service du Patrimoine Naturel

TIT : Thème d'Intérêt Transversal

UAG : Université Antilles Guyane

Bibliographie

- AGRRA protocols version 5.4, April 2010. Revision by Lang, J. C., Marks, K. W., Kramer, P. A., Richards Kramer, P. and Ginsburg, R. N., 31 pages.
- Arrivillaga, A. & Garcia, M. A., 2004. Status of coral reefs of the Mesoamerican Barrier Reef Systems Project Region, and reefs of El Salvador, Nicaragua and the Pacific coasts of Mesoamerica, 473-492, in C. Wilkinson ed.: Status of coral reefs of the world, 2004, Volume 2, Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia, 557 pages.
- Arvam, 2009. ReefCheck, Ile de la Réunion, année 7 (2009), A247-6., 58 pages.
- Arvam, 2010. Définition des réseaux de surveillance DCE, de la qualité des masses d'eau côtières de l'île de Mayotte. Rapport final. Tome 1 : Synthèse et propositions. A345-A364, 148 pages.
- Asconit Consultants & Impact-Mer, 2005a. État des lieux du district hydrographique de la Martinique. Tome 1. Caractérisation du District. Rapport pour : DIREN Martinique, Comité de Bassin de la Martinique, ODE Martinique, 175 pages.
- Asconit Consultants & Impact Mer, 2005b. État des lieux du district hydrographique de la Martinique. Tome 2. Description des masses d'eau. Rapport pour: DIREN Martinique, Comité de Bassin de la Martinique, ODE Martinique, 7 pages.
- Bouchon, C., Bouchon-Navarro, Y., Louis, M., Portillo, P., 2003. Manuel technique d'étude des récifs coralliens de la région Caraïbe. Université des Antilles et de la Guyane, 56 pages.
- Bouchon, C., Bouchon-Navarro, Y., Louis, M., 2004. Critères d'évaluation de la dégradation des communautés coralliennes dans la région Caraïbe. Revue d'Ecologie la Terre et la Vie, 59 (1-2), 113-121.
- Bouchon, C., Portillo, P., Bouchon-Navarro, Y. et Louis, M., 2006. Bilan de l'état de santé des récifs coralliens de Guadeloupe (années 2002-2006), 42 pages.
- CARICOMP methods manual, 2010. Manual of method for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean, 93 pages.
- Clua, E., Legendre, P., Vigliola, L., Magron, F., Kulbicki, M., Sarramegna, S., Labrosse, P. & Galzin, R. 2006. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 333: 219-230.
- 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, 27 pages.
- CORDIO status report 2005, Souter D. & Lindén O. ed., 286 pages.
- Compte Rendu Eaux littorales, 2007. Réunion d'harmonisation des méthodes de suivi des masses d'eau littorales du 8 février 2007, Compte rendu, version 2 du 2 avril 2007, Rédaction : DIREN Martinique, 11 pages.
- Compte Rendu 6 GT Benthos substrat dur, 2012. Synthèse Groupe de Travail Benthos Substrats Durs, Sixième Réunion, 12 Mai 2012, Délégation Ifremer Océan Indien, 38 pages.
- English, S., Wilkinson, C. and Baker, V., 1997. Survey manual for tropical marine resources, ASEAN-Australia Marine Science Project, AIMS, 378 pages.
- Grigg, 1994. The International Coral Reef Initiative: conservation and effective management of marine resources, Coral Reefs, 13:197-198.

- GT DCE Réunion "Benthos Substrats Durs", 2012. Fascicule technique pour la mise en œuvre du réseau de contrôle de surveillance DCE "Benthos DE Substrats Durs" à la Réunion. Projet Bon Etat II, réactualisation de l'état des lieux du SDAGE Réunion. RST-DOI/2012-07, xx pages.
- Hill, J. & Wilkinson, C. 2004. Methods for ecological monitoring of coral reefs: a resource for managers. Version 1. Australian Institute of Marine Science (AIMS), Townsville, Australia. 117 pages.
- Hily, C., Duchêne, J., Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y., Gigou, A., Payri, C., Védie, F., 2010. Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily, C., Gabrié, C., Duncombe, M. coord IFRECOR, Conservatoire du littoral, 140 pp.
- Hodgson, G. & Stepath, C. M., 1998. Using Reef Check For Long-term Coral Reef Monitoring in Hawaii, 12 pages.
- Impact-Mer 2006. Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Définition du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Martinique. Rapport Définitif, Rapport pour : DIREN Martinique, 76 pages (annexes incluses).
- Impact-Mer & Pareto-Ecoconsult 2011. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi des stations des réseaux de référence et de surveillance des Masses d'Eau Côtières et de Transition au titre de l'année 2010. Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de référence. Rapport pour : DEAL Martinique, 159 pages (annexes incluses).
- Impact-Mer & Pareto-Ecoconsult 2012. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi des stations des réseaux de référence et de surveillance des Masses d'Eau Côtières et de Transition au titre de l'année 2011. Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de référence. Rapport pour : DEAL Martinique, 228 pages (annexes incluses).
- Jamon A., Cambert H., Garnier R. et Quod J.P., 2011. Bilan d'activités Reef Check Mayotte 2010 : formation au suivi des récifs coralliens et mise en place de 4 nouvelles stations. 35 pages.
- JORF, 19 novembre 2011, page 5132
- Kerninon 2012. Premières actions de mise en place d'un réseau d'observation des herbiers de l'outre-mer. Mémoire de stage de Master 2, Université de Bretagne occidentale, 137 pages.
- Feingold, J.S., Thornton, S.L., Banks, K.W., Gasman, N.J., Gilliam, D., Fletcher, P., and Avila, C., 2003. A rapid assessment of coral reefs near Hopetown, Abaco Islands, Bahamas (stony corals and algae). Pages 58-75 in J.C. Lang (ed.), Status of Coral Reefs in the western Atlantic: Results of initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Atoll Research Bulletin, 496 pages.
- Jaouën T., Akbaraly A. et Winckel A., 2011. Définition des réseaux de surveillance DCE de l'état qualitatif des masses d'eau souterraines, cours d'eau et côtières. Rapport final. RP-58229-FR. 153 pages.
- Lazure, P., 2004. Délimitation des masses d'eaux naturelles dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : Applications aux eaux marines des Départements d'Outre-Mer : Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion. RST/DEL/AO n°04-2004. 27 pages.
- Mage, S. & Delloue, X., 2007. Bilan des suivis des herbiers de Phanérogames marines du Grand Cul-de-Sac Marin (2005-2007), 56 pages.
- Le Moal, M., 2012. Bioindicateurs (récifs coralliens et phanérogames) pour qualifier l'état écologique des masses d'eaux côtières en Outre-mer, dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau. Etude bibliographique. MNHN-SPN, 32 pages.
- GT national DCE « herbiers et benthos récifal », 2012. Compte-rendu de l'atelier du groupe de travail national « herbiers et benthos récifal », 31 janvier-2 février 2012, Paris, 19 pages.

- McKenzie, L.J., Campbell, S.J. & Roder, C.A. (2003) Seagrass-Watch: Manual for Mapping & Monitoring Seagrass Resources by Community (citizen) volunteers. 2nd Edition. (QFS, NFC, Cairns) 100pp. (7.2mb)
- Nicet, J.-B., 2012. Présentation orale lors de l'atelier du groupe de travail national « herbiers et benthos récifal », 31 janvier-2 février 2012, Paris.
- OMMM, 2008. Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de la Martinique. Campagne 2008, 77 pages.
- PARETO, 2006. « ORC6 » : Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de Mayotte. Suivi des peuplements benthiques du récif barrière et des récifs internes « point zéro ». Rapport technique pour le compte de la DAF Mayotte, 60
- PARETO, 2008. Suivi de l'état de santé des récifs coralliens des réserves naturelles marines de Guadeloupe. Année 2007 : définition des sites de suivi et état de référence, rapport provisoire, Mars 2008, 46 pages + annexes.
- PARETO, Impact-Mer, ARVAM, ASCONIT, R.N. ST-MARTIN, 2011. Directive Cadre sur l'Eau : réalisation du contrôle de surveillance des masses d'eau littorales de la Guadeloupe. Biologie, Physico-chimie, Hydromorphologie. Rapport de synthèse de la 3ème année de suivi. Tranche conditionnelle n°2 (2010-2011), rapport final, 129 pages + annexes.
- PARETO, 2012. Réseau de suivi de l'état de santé des récifs coralliens ReefCheck en Guadeloupe : Bilan d'activité 2011 : suivi Guadeloupe, Saint-Martin, Martinique et Marie Galante, Mars 2012, 51 pages.
- PARETO & ARVAM, 2012. Etat d'avancement de l'assistance technique à la mise en œuvre du TIT RESeaux d'OBServation pour la période 2011-2012. 51 pages + annexes.
- Plan d'action national IFRECOR 2011-2015, 66 pages.
- Reyjol Y., Spyrtatos V. et Basilico L., 2013. Bioindication : des outils pour évaluer l'état écologique des milieux aquatiques. Perspectives en vue du 2^e cycle DCE – Eaux de surface continentales. Les rencontres de l'Onema, 31 pages.
- SCE-Créocéan, 2005. Directive Cadre, état des Lieux, 186 pages.
- Short, F. T., McKenzie, L. J., Coles, R. G., Vidler, K. P., Gaeckle, J. L. 2006. SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat, Worldwide edition. University of New Hampshire Publication. 75 pages.
- Vandel E., Monnier O., You H., Dirberg G. & Ximénès M.-C., 2012. Développement d'indicateurs benthiques DCE (récifs coralliens et herbiers de phanérogames) dans les DOM – Synthèse et analyse des travaux sur la qualification de l'état écologique DCE, 74 pages.
- Wickel, J. & Thomassin, B. A. 2005. Les récifs coralliens frangeants de l'île de Mayotte (Grande Terre) : Bilan de l'état de santé en 2004 et évolution depuis quinze ans. Rapport "Espaces" pour D.A.F. Mayotte, juin 2005, 69 pages.

Table des illustrations

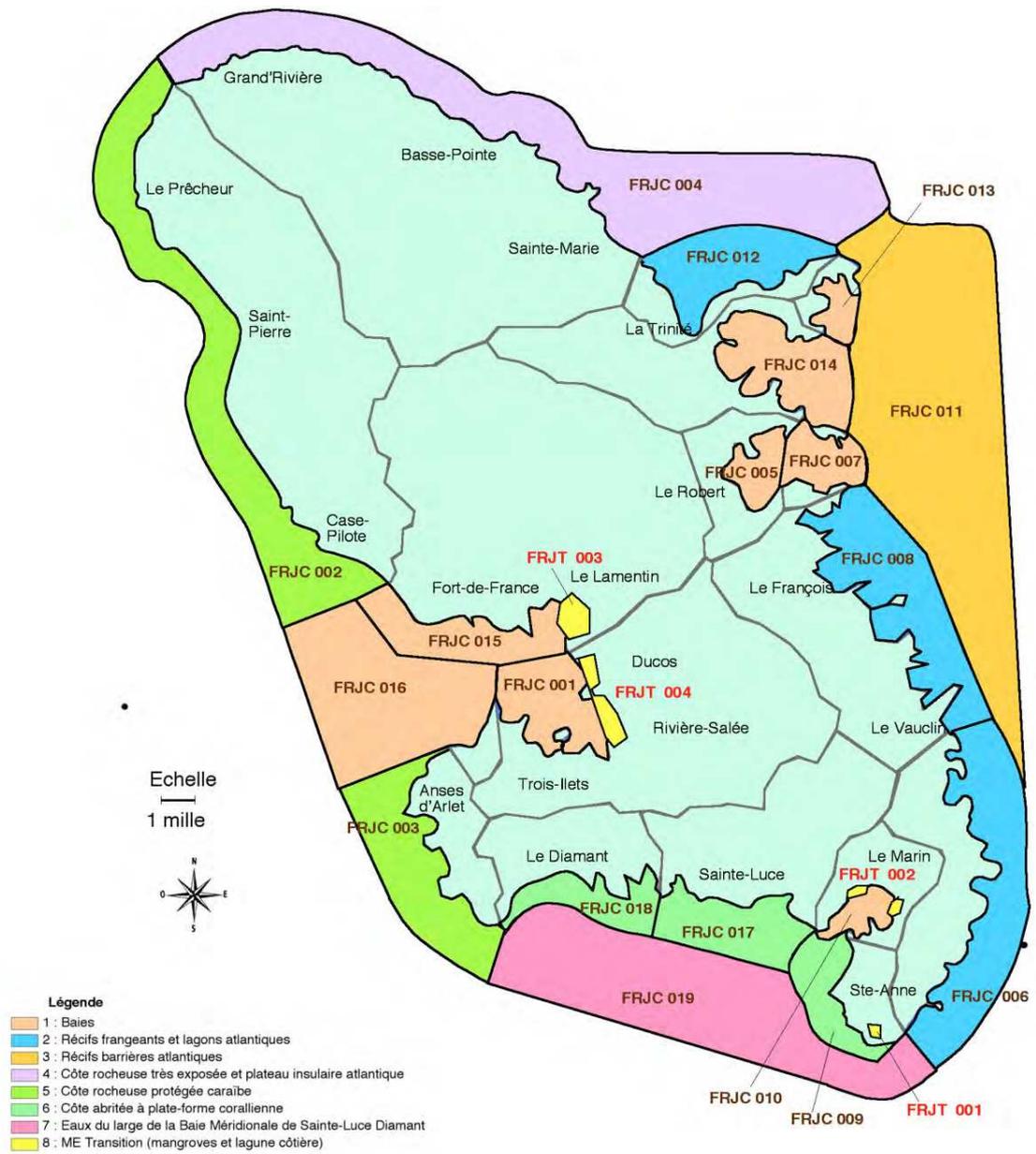
Figures

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1. La France métropolitaine et d'Outre-mer..... | 10 |
| Figure 2. Le réseau mondial de suivi des récifs coralliens GCRMN, constitué de 17 réseaux régionaux appelés « nœuds » | 12 |
| Figure 3. Implantation du réseau ReefCheck dans le monde..... | 13 |
| Figure 4. Schéma d'un système "idéal" de suivi des récifs coralliens..... | 13 |
| Figure 5. Pays et états impliqués dans les suivis SeagrassWatch | 14 |
| Figure 6. Pays et états impliqués dans les suivis SeagrassNet..... | 14 |
| Figure 7. Les principaux réseaux régionaux de suivis des récifs coralliens et des écosystèmes associés | 15 |
| Figure 8. Synthèse des objectifs et des liens des différents réseaux de suivis des herbiers et des récifs coralliens dans les DOM..... | 19 |
| Figure 9. Carte de la Martinique et des stations de suivis des récifs coralliens et des herbiers | 22 |
| Figure 10. Circuit d'acquisition des données pour les suivis des herbiers et des récifs en Martinique..... | 24 |
| Figure 11. Carte de la Guadeloupe et des stations de suivis des récifs coralliens et des herbiers | 26 |
| Figure 12. Circuit d'acquisition des données pour les suivis des herbiers et des récifs en Guadeloupe | 29 |
| Figure 13. Carte de la Réunion et des stations de suivis des récifs coralliens | 31 |
| Figure 14. Circuit d'acquisition des données récifs coralliens à la Réunion | 33 |
| Figure 15. Circuit d'acquisition des données herbiers et récifs à Mayotte | 34 |
| Figure 16. Carte des stations de suivis des récifs coralliens de Mayotte..... | 34 |
| Figure 17. Synthèse des réseaux de suivis des herbiers et des récifs coralliens dans les DOM insulaires | 36 |

Tableaux

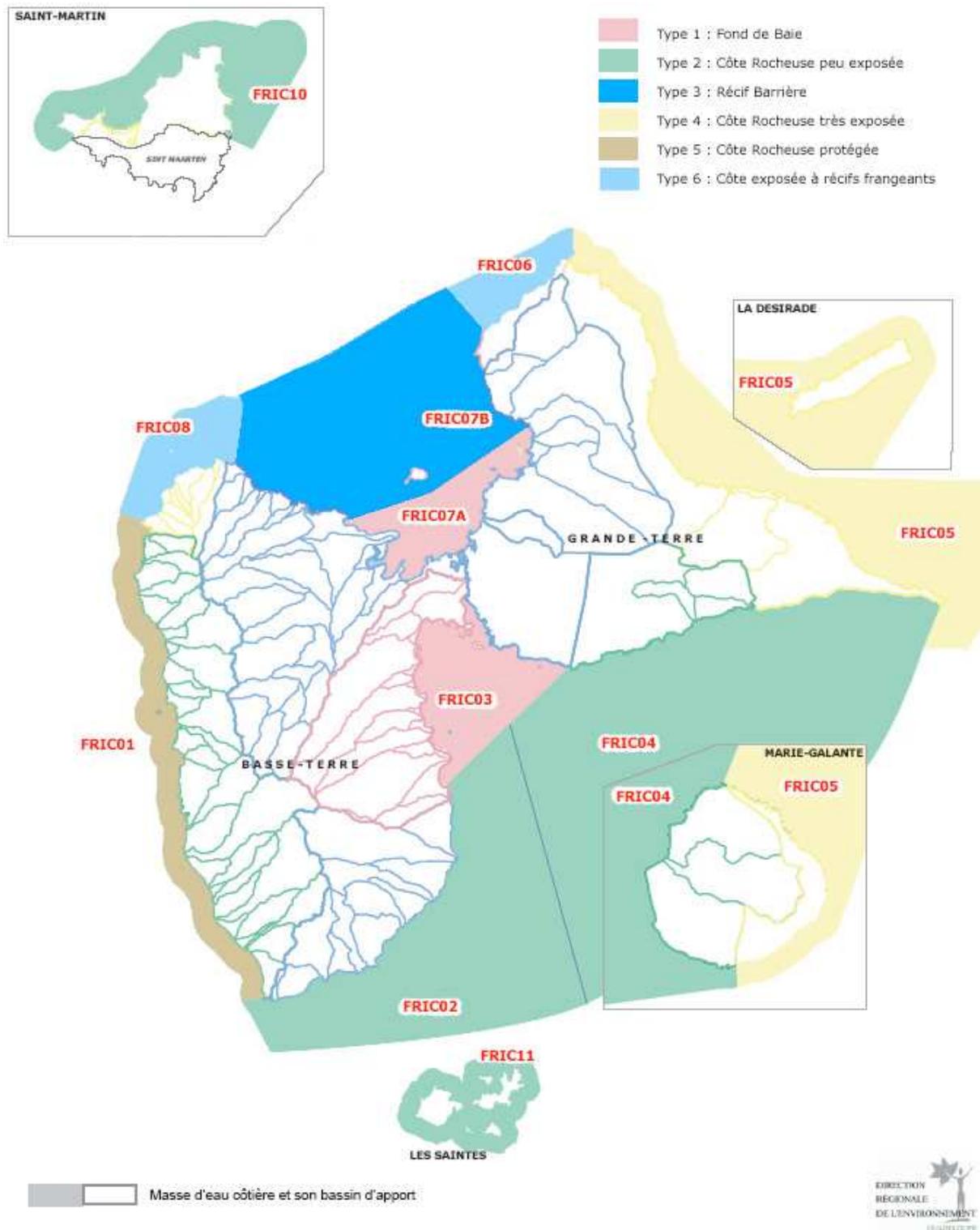
| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1. Paramètres mesurés lors des suivis DCE et GCRMN des écosystèmes coralliens en Martinique..... | 23 |
| Tableau 2. Paramètres mesurés lors des suivis DCE des herbiers de phanérogames en Martinique. | 24 |
| Tableau 3. Paramètres mesurés lors des suivis des écosystèmes coralliens en Guadeloupe | 28 |
| Tableau 4. Paramètres mesurés lors des suivis des herbiers de phanérogames en Guadeloupe..... | 29 |
| Tableau 5. Paramètres mesurés lors des suivis des écosystèmes coralliens à la Réunion | 32 |
| Tableau 6. Caractéristiques générales et réseaux de suivis des récifs coralliens et des herbiers dans les DOM insulaires | 37 |

Annexe 1 : Masses d'eau côtière de Martinique



Source : Impact-Mer et Pareto 2012

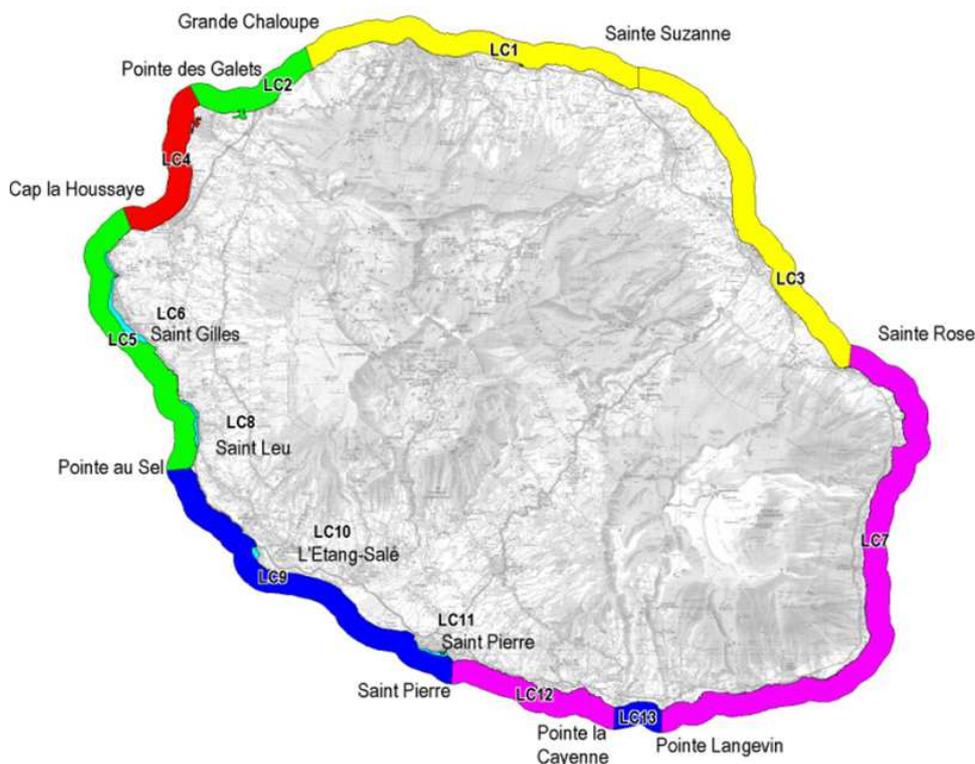
Annexe 2 : Masses d'eau côtière de Guadeloupe



Source : Pareto et al. 2011

Annexe 3 : Masses d'eau côtière de la Réunion

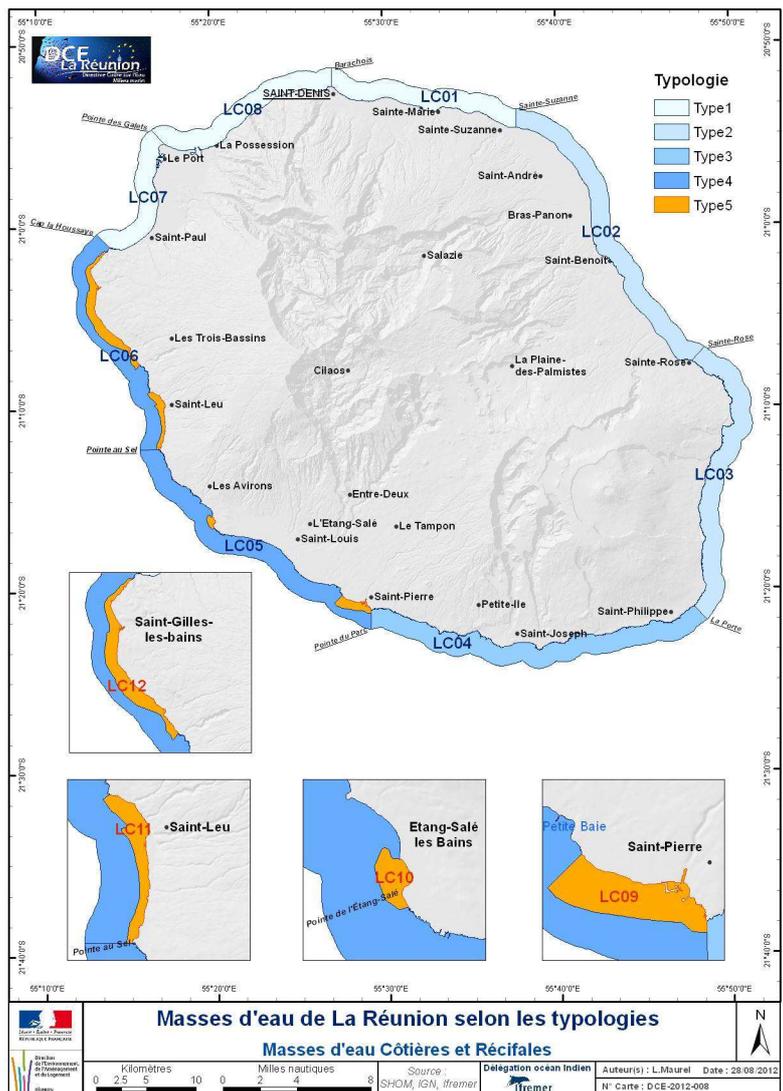
Ancien découpage des masses d'eau :



| Typologie | Masse d'eau | Profondeur (m) à 1 mille des côtes | Exposition aux vagues | Temps de résidence | CARACTERISTIQUES de mixage | Composition moyenne du substrat |
|-----------|-------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| ECR1 | LC4 | Grands fonds > 200 m | Faible | Long | Faible | Sablo-vaseux |
| ECR2 | LC5 | Fonds moyens < 200 m | Moyenne | Moyen | Moyen | Basaltiques |
| | LC2 | | | | | |
| ECR3 | LC9 | Hétérogènes <= 200 m | Forte | Court | Fort | Basaltiques / sablo-vaseux |
| | LC13 | | | | | |
| ECR4 | LC12 | Hétérogènes <= 200 m | Forte | Court | Fort | Basaltiques |
| | LC7 | | | | | |
| ECR5 | LC3 | Grands fonds > 200 | Forte | Court | Fort | Sablo-vaseux |
| | LC1 | | | | | |
| ECR6 | LC6 | Petit fond < 30 m | Faible | Long | Moyen | Récif corallien |
| | LC8 | | | | | |
| | LC10 | | | | | |
| | LC11 | | | | | |

Source : Nicet 2011

Nouveau découpage des masses d'eau.



| Typologie | Masses d'eau | Nom | Limites | Nature des fonds | Bathymétrie | Hauteur moyenne des vagues | Exposition particulière : | |
|-----------|--------------|--------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| | | | | | | | houles australes | houles cycloniques |
| Type 1 | LC01 | Saint-Denis | Barachois - Sainte-Suzanne | Meuble, sablo-vaseux | Petit fond à moyen | Faible | Faible | Forte |
| | LC07 | Saint-Paul | Cap La Houssaye - Pointe des Galets | | | | | |
| | LC08 | Le Port | Pointe des Galets - Barachois | | | | | |
| Type 2 | LC02 | Saint-Benoît | Sainte-Suzanne - Sainte-Rose | Hétérogène | Fond Moyen à Grand | Moyenne | Faible | Moyenne/ Forte |
| | LC03 | Volcan | Sainte-Rose - La Porte | | | | | |
| Type 3 | LC04 | Saint-Joseph | La Porte - Pointe du Parc | Basaltique puis sablo-vaseux | Grand Fond | Très forte | Moyenne/ Forte | Moyenne |
| Type 4 | LC05 | Saint-Louis | Pointe du Parc - Pointe au Sel | Basaltique puis sableux | Fond Moyen | Moyenne à forte | Moyenne/ Forte | Faible/ Moyenne |
| | LC06 | Ouest | Pointe au Sel - Cap La Houssaye | | | | | |
| Type 5 | LC09 | Saint-Pierre | Zone récifale - Saint-Pierre | Récif corallien | Petit Fond | Moyenne/ Forte | Moyenne | Faible |
| | LC10 | Etang-Salé | Zone récifale - Etang-Salé | | | | | |
| | LC11 | Saint-Leu | Zone récifale - Saint-Leu | | | | | |
| | LC12 | Saint-Gilles | Zone récifale - Saint-Gilles | | | | | |

Source : GT DCE réunion « Benthos Substrats Durs », 2012

Annexe 4 : Masses d'eau côtière de Mayotte



Source : Arvam et al. 2010

Onema
Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

Museum national d'Histoire naturelle
Service du Patrimoine Naturel
36 rue Geoffroy Saint Hilaire
CP 41
75231 Paris Cedex 05
www.mnhn.fr/spn