



Ifremer

Ifremer/Délégation océan Indien  
Station de La Réunion

Rapport Ifremer **RST-DOIRUN/2010-05**

Ronan LE GOFF, Michel ROPERT, Pierre SCOLAN, Julie GARRIC,  
Jean Benoît NICET, Harold CAMBERT, Jean TURQUET



ARVAM  
PARETO Ecoconsult  
GIP Réserve Naturelle Marine de La  
Réunion

## Projet "Bon Etat"

Définition du bon état chimique et écologique des eaux littorales réunionnaises au regard de la Directive cadre sur l'eau et proposition d'indicateurs associés.

Convention Etat/DIREN-Ifremer 2008-2010  
Convention Ifremer n°08/1217476/NF



Novembre 2010

Contributions et expertises: Université de La Réunion (laboratoires Ecomar et Crégur), IRD, IFREMER Nantes, Brest et Toulon, CEDRE, LPTC, Diren Réunion, Onéma

Partenaires financiers : Diren de La Réunion et Ifremer



Ifremer



## Projet "Bon état"

Définition du bon état chimique et écologique des  
eaux littorales réunionnaises au regard de la  
Directive Cadre sur l'Eau et proposition d'indicateurs  
associés.



# Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> <b>RST-DOIRUN/2010-05</b>		<b>Date de publication :</b> Novembre 2010	
<b>Diffusion :</b> libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/>		<b>Nombre de pages :</b> 149 (dont 58 d'annexes)	
<b>Validé par :</b> Ronan LE GOFF		<b>Bibliographie :</b> oui	
Adresse électronique : <a href="mailto:rlegoff@ifremer.fr">rlegoff@ifremer.fr</a>		<b>Illustrations :</b> tableaux, figures et cartes	
<b>Langue du rapport :</b> français			
<b>Vérifié et approuvé par :</b> Michel Ropert, Jean Louis Gonzalez, Bruno Andral, Pierre Scolan (Ifremer), Jean Turquet (ARVAM), Jean benoît Nicet (PARETO), Pascal Talec (DIREN de La Réunion), Nathalie Tapie, Hélène Budzinski (LPTC), Sophie Van Ganse, Julien Guyomarch (CEDRE)			
<b>Contrat n°08/1217476/NF</b>		<b>Rapport intermédiaire</b>	
		<b>Rapport définitif</b>	
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> <b>Ronan Le Goff</b> <b>Michel Ropert</b> <b>Pierre Scolan</b> <b>Julie Garric Perales</b> <b>Jean Benoist Nicet</b> <b>Harold Cambert</b> <b>Jean Turquet</b>		<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> Ifremer/Délégation Réunion Ifremer/Délégation Réunion Ifremer/Délégation Réunion Ifremer/Délégation Réunion Pareto Ecoconsult ARVAM ARVAM	
<b>Contributions terrain :</b> <b>Hugues Evano</b> <b>Bruce Cauvin</b>		Ifremer/Délégation Réunion/laboratoire d'haliéutique GIP Réserve Marine	
<b>Cadre de la recherche :</b> mise en place de la DCE à La Réunion ; contractualisation Etat/DIREN-Ifremer 2008-2010 ; Convention Ifremer n°08/1217476/NF			
<b>Destinataire :</b> Diren de La Réunion			
<b>Résumé :</b> Le présent projet "Bon état", mené entre décembre 2008 et octobre 2010 dans le cadre d'une convention Etat-Diren de La Réunion/Ifremer, et en partenariat avec l'Arvam, Pareto Ecoconsult et le GIP Réserve Naturelle Marine de La Réunion, avait pour objectifs : <ul style="list-style-type: none"> <li>- de caractériser les peuplements benthiques des pentes externes des récifs lagunaires de La Réunion</li> <li>- d'identifier les études et données déjà acquises à La Réunion dans les domaines de l'hydrologie, de la chimie marine, des peuplements benthiques..., et pertinentes pour caractériser les masses d'eau DCE,</li> <li>- d'évaluer l'intérêt local des indicateurs DCE développés en métropole, et, en cas de besoin, de bâtir des indicateurs adaptés localement,</li> <li>- de commencer à définir les réseaux pérennes de suivi (contrôle de surveillance), qu'il faudra mettre en œuvre à partir de 2012,</li> <li>- et, en cas de manques trop importants dans les connaissances actuelles pour atteindre les objectifs listés ci-dessus, de définir les études à mener en 2011 afin de parachever la définition des réseaux et indicateurs pour la DCE.</li> </ul> <p>Une organisation par Groupes de Travail thématiques (GT) a été mise en place, chaque groupe étant constitué des spécialistes et experts régionaux du domaine, ainsi que des référents et experts DCE nationaux.</p> <p>Le présent rapport présente les résultats des investigations menées le long de la pente externe du récif réunionnais, ainsi que l'état d'avancement des réflexions et propositions des quatre groupes de Travail à la date du 30 octobre 2010.</p> <p>Les indicateurs et réseaux de suivi sont en phase finale de définition dans les domaines de l'hydrologie, de la chimie marine et du benthos de substrat meuble. Des études complémentaires sont encore indispensables dans le domaine du substrat dur ; elles seront menées en 2011 de façon à ce que les 4 réseaux de suivi soient parfaitement définis fin 2011, et mis en œuvre dès 2012.</p>			
<b>Mots-clés :</b> DCE à La Réunion ; Réseaux de surveillance ; contrôle de surveillance ; indicateurs d'état du milieu marin ; hydrologie marine ; chimie marine ; benthos de substrat meuble ; benthos de substrat dur.			



# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>2. CARACTERISATION DES PEUPEMENTS BENTHIQUES DES PENTES EXTERNES</b>	<b>3</b>
<b>2.1. METHODE ET PLAN D'ECHANTILLONAGE</b>	<b>3</b>
2.1.1. Méthode	3
2.1.2. Plan d'échantillonnage	6
2.1.3. Analyse des données	11
<b>2.2. DESCRIPTION DES PEUPEMENTS DE LA PENTE EXTERNE DU RECIF FRANGEANT</b>	<b>11</b>
2.2.1. Géomorphologie des zones récifales de La Réunion	11
2.2.2. Caractérisation des peuplements des zones récifales de La Réunion	13
2.2.3. Comparaison du suivi MSA avec les suivis existants	20
2.2.4. Stations de références et valeurs seuils dans le cadre de la DCE	22
2.2.5. Première réflexion sur les variables des peuplements benthiques sessiles à suivre dans le cadre de la DCE	23
<b>2.3. SYNTHESE ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>24</b>
2.3.1. Synthèse	24
2.3.2. Recommandations	24
<b>3. INVENTAIRE DES DONNEES EXISTANTES, IDENTIFICATION DES DONNEES PERTINENTES POUR LA DCE, ET PREPARATION DE LEUR BANCARISATION</b>	<b>25</b>
<b>3.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS</b>	<b>25</b>
<b>3.2. IDENTIFICATION DES ETUDES INTERESSANTES POUR LA DCE : L'ANALYSE DE BIBLIOMAR</b>	<b>26</b>
3.2.1. Présentation	26
3.2.2. Répartition des tâches et étapes de travail	26
3.2.3. Définition des paramètres DCE	27
3.2.4. Stratégie d'analyse des documents	28
<b>3.3. LES BASES DE DONNEES "BRUTES"</b>	<b>28</b>
3.3.1. Bases de données DAF	28
3.3.2. Base de données DDE/CQEL	29
3.3.3. Base de données DRASS/ARS	29
3.3.4. Banque de données Office de l'Eau	30
3.3.5. COREMO	30
<b>3.4. SYNTHESE GENERALE DE L'ANALYSE - RESULTATS</b>	<b>30</b>
3.4.1. Gestion des métadonnées et préparation à la bancarisation	30
3.4.2. Analyse thématique des études identifiées	32
3.4.3. Répartition géographique des études retenues	34
3.4.4. Analyse temporelle des études identifiées	35
<b>3.5. CONCLUSIONS</b>	<b>36</b>
<b>4. STRATEGIE : CREATION DES 4 GROUPES DE TRAVAIL THEMATIQUES</b>	<b>38</b>

# Sommaire

<b>5. SYNTHESES ET PROPOSITIONS DU GROUPE DE TRAVAIL DCE CHIMIE REUNION</b>	<b>39</b>
<b>5.1. RAPPEL DU CONTEXTE REGLEMENTAIRE PARTICULIER DE LA SURVEILLANCE CHIMIQUE A REALISER DANS LE CADRE DE LA DCE</b> .....	<b>39</b>
<b>5.2. LA MISSION SPECIFIQUE DU GT CHIMIE</b> .....	<b>40</b>
<b>5.3. LES SUBSTANCES A SUIVRE</b> .....	<b>40</b>
5.3.1. Pour l'évaluation de l'état chimique.....	40
5.3.2. Pour l'évaluation de l'état écologique.....	41
5.3.3. Substances de l'Annexe III de la Directive fille susceptibles d'intégrer la liste des substances prioritaires de la DCE .....	41
<b>5.4. LES MATRICES DE CONTROLE SELON LES SUBSTANCES</b> .....	<b>44</b>
5.4.1. Les matrices théoriquement adaptées et les préconisations de la DCE en la matière.....	44
5.4.2. recommandations du GT Chimie Réunion sur l'intérêt des suivis dans le sédiment.....	46
5.4.3. Quelles méthodes de suivi dans le biote ?.....	47
5.4.4. Quelles méthodes de suivi dans l'eau ?.....	48
5.4.5. Conclusions du GT chimie sur les substances et méthodes .....	53
<b>5.5. PLAN SPATIAL D'ECHANTILLONNAGE</b> .....	<b>57</b>
<b>5.6. FREQUENCE D'ECHANTILLONNAGE ET PREMIERE MISE EN ŒUVRE DU RESEAU DE CONTROLE</b> .....	<b>58</b>
<b>6. SYNTHESES ET PROPOSITIONS DANS LE DOMAINE DE L'HYDROLOGIE (PHYSICO-CHIMIE ET PHYTOPLANCTON)</b>	<b>59</b>
<b>6.1. IDENTIFICATION DES DONNEES PERTINENTES ; BANCARISATION Q<sup>2</sup></b> .....	<b>59</b>
<b>6.2. PARAMETRES ET INDICATEURS PROPOSES</b> .....	<b>59</b>
6.2.1. L'indicateur oxygène dissous .....	59
6.2.2. L'indicateur température.....	61
6.2.3. L'indicateur chlorophylle a.....	62
6.2.4. Le réseau de suivi : le RHLR (Réseau Hydrologique Littoral Réunionnais) .....	63
6.2.5. Premières réflexions sur d'autres paramètres et indicateurs.....	66
<b>7. SYNTHESES ET PROPOSITIONS CONCERNANT LE BENTHOS DE SUBSTRATS DURS</b>	<b>66</b>
<b>7.1. CHOIX DE LA METHODE DE SUIVI : MSA OU GCRMN ?</b> .....	<b>66</b>
<b>7.2. DEFINITION D'INDICATEURS D'EUTROPHISATION EN ZONE LAGONAIRE : LE PROJET BIO INDICATION/EUTROLAG</b> .....	<b>68</b>
<b>7.3. LA BANCARISATION Q<sup>2</sup> DES DONNEES</b> .....	<b>68</b>
<b>8. SYNTHESES ET PROPOSITIONS CONCERNANT LE BENTHOS DE SUBSTRATS MEUBLES.</b>	<b>70</b>
<b>8.1. DEFINITION DE L'INDICATEUR – ADAPTATIONS NECESSAIRES</b> .....	<b>70</b>
<b>8.2. LES DONNEES DISPONIBLES ET UTILES – BANCARISATION DANS Q<sup>2</sup></b> .....	<b>73</b>

# Sommaire

<b>8.3. PROPOSITION DU RESEAU DE SURVEILLANCE .....</b>	<b>74</b>
8.3.1. Plan spatial d'échantillonnage.....	74
8.3.2. Fréquence de suivi pour le réseau pérenne .....	76
8.3.3. Méthodes.....	76
8.3.4. Chiffrage provisoire .....	77
<b>9. CONCLUSION GENERALE</b>	<b>78</b>
<b>10.BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>82</b>
<b>11.ANNEXES</b>	<b>85</b>



# 1. Introduction

La DCE (Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000) a pour objectif l'atteinte, pour tous les milieux aquatiques, du "bon état" écologique, hydromorphologique et physico-chimique en 2015, objectifs repris par le Grenelle de l'Environnement qui stipule que "2/3 des masses d'eau françaises doivent atteindre le "bon état" dès 2015".

Cette Directive impose aux états européens non seulement des obligations de moyens afin de prévenir toute dégradation supplémentaire des masses d'eau (dont les masses d'eau côtières) et des écosystèmes associés, mais aussi et surtout des **obligations de résultats**. Ceci implique, pour chaque Etat membre de :

- réaliser un **état des lieux** de chacune de ses masses d'eau (ou *a minima* d'un panel de masses d'eau jugées représentatives de l'ensemble du district hydrographique). Cet état des lieux doit reposer sur des grilles d'évaluation de la qualité adaptées, c'est-à-dire prenant en compte l'ensemble des paramètres pertinents localement, ainsi que des valeurs seuils entre les classes de qualité représentatives de l'état de dégradation des masses d'eau et écosystèmes aquatiques locaux. Cet état des lieux doit enfin être bâti à partir de jeux de données acquis selon des protocoles de prélèvement et d'analyse validés,
- mettre en place le **programme de surveillance** permettant de contrôler et de suivre l'évolution de la qualité des masses d'eau ou de compléter en cas de besoin les connaissances relatives à ces masses d'eau. L'arrêté du 25 janvier 2010 (en cours de modification) établit le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R212.22 du code de l'environnement. 4 types de suivis, ou contrôles sont prévus :
  - le **contrôle de surveillance**, qui doit permettre un suivi de la qualité (aspects qualitatif et quantitatif) des masses d'eau jugées représentatives à l'échelle du district hydrographique, et ce sur le long terme,
  - le **contrôle opérationnel**, qu'il faut appliquer aux masses d'eau risquant de ne pas atteindre le "bon état" d'ici 2015 (ces masses d'eau sont alors qualifiées de "RNABE" pour Risque de Non Atteinte du Bon Etat),
  - le **contrôle d'enquête**, en cas de non-atteinte (probable) des objectifs et en absence d'explication ou de connaissance sur les facteurs de dégradation,
  - et le **contrôle additionnel**, pour certaines zones protégées particulières telles que les eaux de baignade, les habitats naturels, ainsi que zones hébergeant des espèces ou des habitats protégés, notamment au niveau communautaire.
- et enfin de mettre en œuvre des actions de préservation voire de reconquête de la qualité de certaines masses d'eau en instaurant des **programmes d'actions ("programmes de mesures")**, qui peuvent consister en du traitement de rejets polluants, en l'interdiction de l'utilisation de certaines molécules, de certains produits, en la réalisation de certains aménagements adaptés... Les actions menées (dans le cadre des SDAGE) et les résultats obtenus doivent faire l'objet de "rapportages" européens réguliers, le premier à La Réunion étant prévu pour le mois de mars 2013.

En effet, en France, la démarche DCE est intégrée dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) qui sont élaborés à l'échelle des grands bassins hydrographiques.

A La Réunion, un premier "état des lieux" a donc été établi dans le cadre du SDAGE Réunion en 2005<sup>1</sup>, mais "à dire d'experts" du fait des connaissances disponibles à l'époque, et des spécificités et particularités de nos écosystèmes tropicaux qui ne permettent pas d'utiliser sans adaptation les méthodes, indicateurs et grilles d'évaluation développés dans les eaux métropolitaines.

Afin de combler ce manque de connaissance, différentes études ont été initiées depuis, et le présent projet en fait partie.

Ses objectifs contractuels sont :

- de caractériser les peuplements benthiques des pentes externes des récifs coralliens de La Réunion et d'élaborer des indicateurs permettant, en lien avec les données acquises au niveau de la plate-forme récifale, de définir l'état de référence et les seuils associés au regard des critères de la DCE,
- d'inventorier, en s'appuyant notamment sur la base de données "BIBLIOMAR" (base de données bibliographiques - milieux marins et littoraux réunionnais) les données en lien avec les volets "chimie" et "écologie" de la DCE et pouvant à terme, être bancarisées sous Quadrige<sup>2</sup>,
- d'élaborer des indicateurs d'évaluation de la qualité des masses d'eau reposant, pour chacun des paramètres identifiés comme pertinents, sur la définition de grilles de qualité comprenant 5 classes d'état : très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais (sauf pour les paramètres/contaminants chimiques où seules deux classes, "bon" et "mauvais" sont imposées),
- de proposer, le cas échéant, les compléments d'études nécessaires et les pistes à explorer pour construire les réseaux DCE pertinents et pérennes d'ici la fin 2012 (indicateurs complémentaires : recherches, études à mener pour définir/préciser en cas de besoin les seuils des grilles d'évaluation réunionnaises permettant de caractériser le "bon état" et les normes de qualité environnementale (NQE)...).

Ce projet a été mené entre le 16 décembre 2008 et le 16 novembre 2010 sous maîtrise d'ouvrage de l'Ifremer dans le cadre d'un conventionnement Etat-Diren de La Réunion/Ifremer-Délégation de l'océan Indien, et en partenariat avec l'ARVAM, PARETO Ecoconsult et le GIP "Réserve Naturelle Marine de La Réunion".

L'ARVAM a assumé la mission d'assistant à maître d'ouvrage sur l'ensemble du projet, en contribuant aux synthèses et en apportant son expertise sur l'ensemble des volets traités. PARETO Ecoconsult a assuré la maîtrise d'œuvre du volet "caractérisation des peuplements benthiques des pentes externes du récif" (réalisation et coordination des opérations de terrain, rédaction de la synthèse), secondé par le GIP Réserve marine de La Réunion.

L'identification des données pertinentes pour la DCE, et la définition des réseaux (paramètres, matrices, fréquences, points de suivi, protocoles...) a nécessité la création de 4 groupes de travail thématiques, associant des représentants des partenaires précités, mais aussi l'ensemble des experts de chacune des thématiques présents à La Réunion ainsi que des experts thématiques métropolitains de l'Ifremer, de l'Onema et de l'Aamp.

<sup>1</sup> Ce premier état des lieux de 2005 a été "réactualisé" lors de la révision du SDAGE du Bassin Réunion fin 2009 (publication au JORF du 17/12/09).

## 2. Caractérisation des peuplements benthiques des pentes externes

Cette étude a été réalisée par le bureau d'études PARETO Ecoconsult, avec le soutien du GIP Réserve Naturelle Marine de La Réunion (mise à disposition d'une embarcation et de son pilote, ainsi que d'un plongeur professionnel rompu aux méthodes de suivi des récifs coralliens) et de l'Ifremer (mise à disposition d'un plongeur professionnel maîtrisant les suivis coralliens).

L'objectif contractuel était de caractériser les peuplements benthiques sessiles des pentes externes en utilisant les protocoles de la méthode dite MSA (pour Medium Scale Approach). Il s'agissait ensuite de comparer les résultats ainsi obtenus avec ceux déjà disponibles et acquis au moyen de deux autres méthodes de suivi (Global Coral Reef Monitoring Network -GCRMN- d'une part, et méthode "Reef Check" d'autre part), et de statuer sur la méthode la plus adéquate pour répondre aux exigences de la DCE, à retenir dans le cadre du réseau pérenne de surveillance. Enfin, il s'agissait de fournir au Groupe de Travail thématique "Benthos de substrats durs" les premiers éléments de réflexion pour bâtir un ou plusieurs indicateurs "coralliens" pour la DCE.

La rédaction de ce chapitre a été assurée par Jean benoît NICET de PARETO Ecoconsult.

### 2.1. Méthode et plan d'échantillonnage

#### 2.1.1. Méthode

##### **Principes généraux**

Le principe général de la méthode MSA (Medium Scale Approach) consiste à expertiser des quadrats de 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m) le long d'un transect de 25 m de long, soit un total de 10 quadrats par station (250m<sup>2</sup> ; Figure 1). Pour chaque quadrat, il est estimé la couverture corallienne totale et la couverture corallienne pour chaque groupe de coraux défini préalablement. Il est réalisé de même pour le substrat et les algues (cf. § 2.1.3).

Cette méthode présente une variance plus faible que la méthode des transects linéaires (LIT) pour un effort d'observation similaire (Clua *et al.*, 2005). Ceci implique donc que pour les objectifs visés (estimation de la couverture corallienne et de la composition corallienne à une échelle spatiale étendue) la méthode MSA est un meilleur estimateur statistique que la méthode LIT.

##### **Méthode de collecte des données**

La collecte des données a été effectuée par deux plongeurs (classe I B) avec un support surface (RNMR) et 2 plongeurs classe IB supplémentaires (sécurité surface et chef opérateur hyperbarre).

Bien que la méthode MSA décrite dans Clua *et al.* consiste à échantillonner 20 quadrats sur des transects de 50 m, au vu de l'homogénéité du substrat et des peuplements benthiques sessiles sur les stations, la méthode retenue pour cette étude se limite à 10 quadrats sur des transects de 25 m.

Chaque relevé de terrain a été effectué par 2 plongeurs en scaphandre autonome. Chaque plongeur avait en charge un côté du transect (5 quadrats). Pour un gain de temps et pour faciliter l'estimation des différents recouvrements, il a été noté dans l'ordre suivant :

- 1 : part des différentes catégories du substrat ;
- 2 : couverture corallienne ;
- 3 : couverture algale totale ;
- 4 : part des différentes catégories coralliennes ;
- 5 : part des différentes catégories algales.

Dans la méthode MSA, les différents recouvrements sont regroupés dans les 5 classes suivantes : 0 % ; 1-10 % ; 11-30 % ; 31-50% ; 51-75 % ; 76-100 % (Les intervalles sont adaptés aux échelles de plus grande variabilité du recouvrement). Les pentes externes de La Réunion présentent globalement un recouvrement corallien inférieur à 30%. Afin d'augmenter la résolution de l'estimation de la couverture corallienne, l'estimation de la couverture corallienne a donc été réalisée par tranche de 5%.

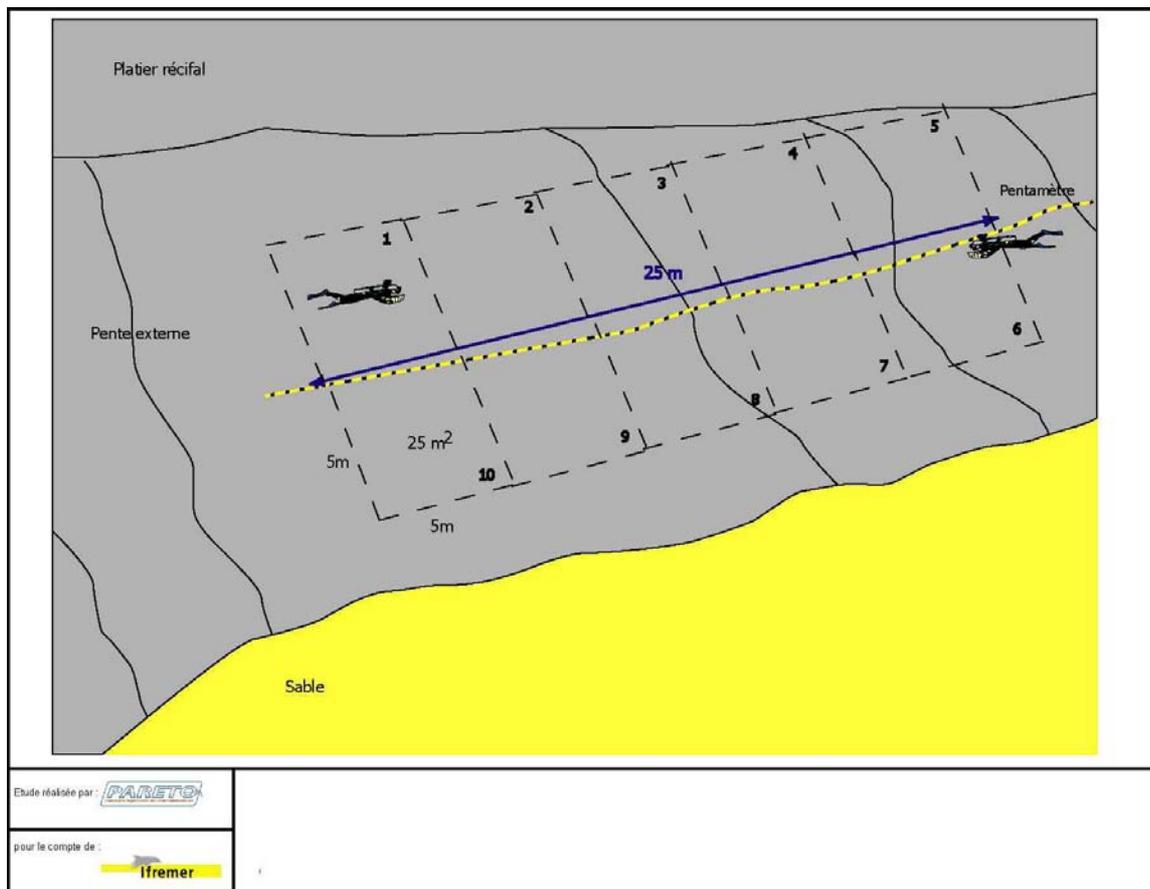


Figure 1 : Echantillonnage des peuplements coralliens et algaux et du substrat par des quadrats selon la méthode MSA (Medium Scale Approach, Clua et al., 2005)

### Paramètres étudiés

Les paramètres étudiés (Tableau 1) concernent à la fois des **paramètres biotiques** (algue et corail) et **abiotiques** (substrat).

Les paramètres pris en compte sont :

- **la couverture en corail total** en % (scléactiniaire + alcyonaire + millépore),
- **la couverture en Scléactiniaire** (en %), également appelée vitalité en scléactiniaire,
- **le recouvrement algal total** (en %),
- **le recouvrement en Alcyonaire** (ou coraux mous),
- **le recouvrement en Millépores.**

Tableau 1 : Catégories utilisées lors de l'échantillonnage des stations

ABIOTIQUE	SUBSTRAT			Vase	VA	
				Sable	SA	
				Débris	DEB	
				Dur	DUR	
BIOTIQUE	COUVERTURE PEUPELEMENT CORALLIEN AU SENS LARGE	COUVERTURE SCLERACTINIAIRE	Acropore	Acropore tabulaire	ACT	
				Acropore branchu	ACB	
				Acropore digité	ACD	
				Acropore sub-massif	ACS	
			Non Acropore	Massif/Encroûtant/Foliacé	MEF	
				Pocillopore	POC	
				Corail branchu	CB	
				COUVERTURE ALCYONAIRE	Alcyonaire	CMO
				COUVERTURE MILLEPORE	Millepore	MIL
	COUVERTURE ALGALE	COUVERTURE ALGALE			Algue dressée	AD
Assemblage algal					AA	
Algue calcaire					AC	

**La composition du peuplement corallien au sens large** (scléactiniaire + alcyonaire + millépores) est divisée en 9 catégories, adaptées et compatibles avec les référentiels standardisés de la méthode GCRMN et à la typologie figurant dans le logiciel "Coremo 3».

**Les coraux scléactiniaires** sont divisés en deux grands groupes, les coraux Acropores (CAC, 4 catégories) et les coraux non Acropores (NAC, 3 catégories). La somme de ces 7 catégories exprime la couverture totale (ou vitalité) en scléactiniaires. A cela s'ajoutent **les alcyonnaires** et **les millépores**.

**Ces catégories ont ensuite été normalisées pour atteindre 100 %** (les pourcentages ainsi obtenus étant alors des pourcentages relatifs).

**Les algues ont été divisées en 3 catégories** : (i) les algues dressées (AD) comme *Turbinaria* spp., *Dictyota* spp., *Padina* spp., *Asparagopsis* spp., (ii) le turf algal (TU) ou assemblages algaux (AA) et enfin (iii) les algues calcaires (AC). La somme de ces 3 catégories est théoriquement égale à la couverture algale totale.

**Ces catégories ont ensuite été normalisées pour atteindre 100 %** (les pourcentages ainsi obtenus étant alors des pourcentages relatifs).

**Le substrat a été divisé en 4 grandes catégories** : vase (VA), sable (SA), débris (substrat meuble) (DEB) et dur (DUR). Pour une plus grande facilité et rapidité de collecte des données, ces trois grandes catégories n'ont pas été subdivisées en sous parties comme dans la méthode appliquée dans Clua *et al* (2005). Elles correspondent toutefois aux catégories issues de la base de données

de "Coremo". **La somme de ces 4 catégories est égale à 100 %** (les pourcentages ainsi obtenus étant alors des pourcentages relatifs).

Enfin, à ces paramètres, il a été ajouté une description géomorphologique de toutes les stations ajoutant ainsi un paramètre explicatif.

### 2.1.2. Plan d'échantillonnage

**La mission terrain s'est déroulée du 5 mai au 3 décembre 2009**, pour un total de 10 jours de terrain (Cf. Tableau 3). **Au total, 64 stations ont été échantillonnées** (Figure 2, Figure 3, Figure 4) **pour 12 secteurs** (Tableau 2).

Tableau 2 : Nombre de stations échantillonnées sur le récif barrière dans chaque secteur prédéfini

Secteur	Nombre de stations échantillonnées
Boucan Canot (BCA)	3
Saint-Gilles Nord (GIN)	5
L'Hermitage (HER)	8
La Saline (SAL)	8
Souris Chaude (SOC)	5
Baie de Saint-Leu (BSL)	6
Saint-Leu (SLE)	10
Etang Salé (ESA)	4
Saint-Pierre (PIE)	7
Terre Sainte (TSA)	2
Grand Bois (GRB)	3
Grand Anse (GRA)	3

Pour la présente étude, les stations ont été choisies aléatoirement sur la pente externe du récif frangeant et des plates-formes récifales. L'ensemble des récifs de La Réunion a ensuite été divisé en plusieurs secteurs en fonction de leur localisation et de leur géomorphologie. Cette division en secteur permettra de comparer temporellement les variations des paramètres étudiés (comparaison intra-secteur) mais également de faire des comparaisons inter-secteurs. Ainsi, pour que ces comparaisons inter et intra-secteurs soient pertinentes, il faut que le nombre de stations par secteur soit suffisant, afin que les tests statistiques soient significatifs. Dans cette optique, le nombre total de stations par secteur a été préalablement établi selon le linéaire des récifs, ceci afin d'éviter des efforts d'échantillonnage trop importants selon la taille du récif mais suffisants pour réaliser des traitements statistiques suffisamment puissants et être représentatif des MEC relevant de la DCE.

Toutes les stations échantillonnées sont situées à une profondeur de 10 m, la plus constante possible. De plus, pour conserver une homogénéité des milieux et ainsi ne pas augmenter de manière trop importante le nombre de stations, les bordures de passes ainsi que les extrémités des récifs n'ont pas été échantillonnées car atypiques.

L'ensemble des données brutes acquises sur les 64 stations figure en ANNEXE 1

Tableau 3 : Date d'échantillonnage et position des stations

Secteur	Station	Longitude (degré-WGS 84)	Latitude (degré-WGS 84)	Date
Boucan-Canot	S1BCA	-21,02272	55,22758	19/05/09
	S2BCA	-21,02485	55,22587	19/05/09
	S3BCA	-21,03187	55,21920	19/05/09
Saint-Gilles Nord	S1GIN	-21,03873	55,21392	19/05/09
	S2GIN	-21,04279	55,21418	19/05/09
	S3GIN	-21,04657	55,21542	19/05/09
	S4GIN	-21,04988	55,21734	19/05/09
	S5GIN	-21,05235	55,22046	19/05/09
Hermitage	S1HER	-21,05609	55,22006	05/05/09
	S2HER	-21,06045	55,21908	05/05/09
	S3HER	-21,06502	55,21818	05/05/09
	S4HER	-21,06920	55,21707	05/05/09
	S5HER	-21,07383	55,21578	05/05/09
	S6HER	-21,07815	55,21602	27/05/09
	S7HER	-21,08321	55,21788	05/05/09
	S8HER	-21,08671	55,22080	05/05/09
La Saline	S1SAL	-21,09080	55,22342	05/05/09
	S2SAL	-21,09445	55,22541	20/05/09
	S3SAL	-21,09725	55,22807	20/05/09
	S4SAL	-21,10042	55,23147	20/05/09
	S5SAL	-21,10325	55,23513	20/05/09
	S6SAL	-21,10572	55,23914	20/05/09
	S7SAL	-21,10781	55,24279	20/05/09
	S8SAL	-21,10971	55,24677	27/05/09
Souris Chaude	S1SOC	-21,11625	55,25263	27/05/09
	S2SOC	-21,11827	55,25465	27/05/09
	S3SOC	-21,12071	55,25623	27/05/09
	S4SOC	-21,12320	55,25734	27/05/09
	S5SOC	-21,12572	55,25863	27/05/09
Baie de Saint-Leu	S1BSL	-21,15259	55,27222	05/10/09
	S2BSL	21,15428	55,27466	05/10/09
	S3BSL	-21,15522	55,27697	05/10/09
	S4BSL	-21,15729	55,28062	05/10/09
	S5BSL	-21,15936	55,28207	05/10/09
	S6BSL	-21,16118	55,28362	05/10/09
Saint-Leu	S1SLE	-21,16583	55,28191	09/10/09
	S2SLE	-21,16954	55,28211	09/10/09
	S3SLE	-21,17311	55,28236	09/10/09
	S4SLE	-21,17642	55,28332	09/10/09
	S5SLE	-21,18016	55,28357	09/10/09
	S6SLE	-21,18379	55,28404	09/10/09
	S7SLE	-21,18750	55,28402	09/11/09
	S8SLE	-21,19086	55,28271	09/11/09
	S9SLE	-21,19389	55,28200	09/11/09
	S10SLE	-21,19704	55,27988	09/11/09
Etang Salé	S1ESA	-21,26616	55,32732	11/11/09
	S2ESA	-21,26876	55,32769	11/11/09
	S3ESA	-21,27121	55,32846	11/11/09
	S4ESA	-21,27335	55,33003	11/11/09
Saint-Pierre	S1PIE	-21,34404	55,45455	01/12/09
	S2PIE	-21,34524	55,45736	01/12/09
	S3PIE	-21,34529	55,46128	01/12/09
	S4PIE	-21,34683	55,46420	01/12/09
	S5PIE	-21,34800	55,46675	01/12/09
	S6PIE	-21,34811	55,46966	02/12/09
	S7PIE	-21,34929	55,47307	02/12/09
Terre Sainte	S2TSA	-21,35163	55,48135	02/12/09
	S1TSA	-21,35016	55,47990	02/12/09
Grand Bois	S3GRB	-21,36639	55,53320	03/12/09
	S2GRB	-21,36631	55,53057	03/12/09
	S1GRB	-21,36625	55,52843	03/12/09
Grand Anse	S3GRA	-21,37338	55,54850	03/12/09
	S2GRA	-21,37192	55,54659	03/12/09
	S1GRA	-21,37065	55,54495	03/12/09

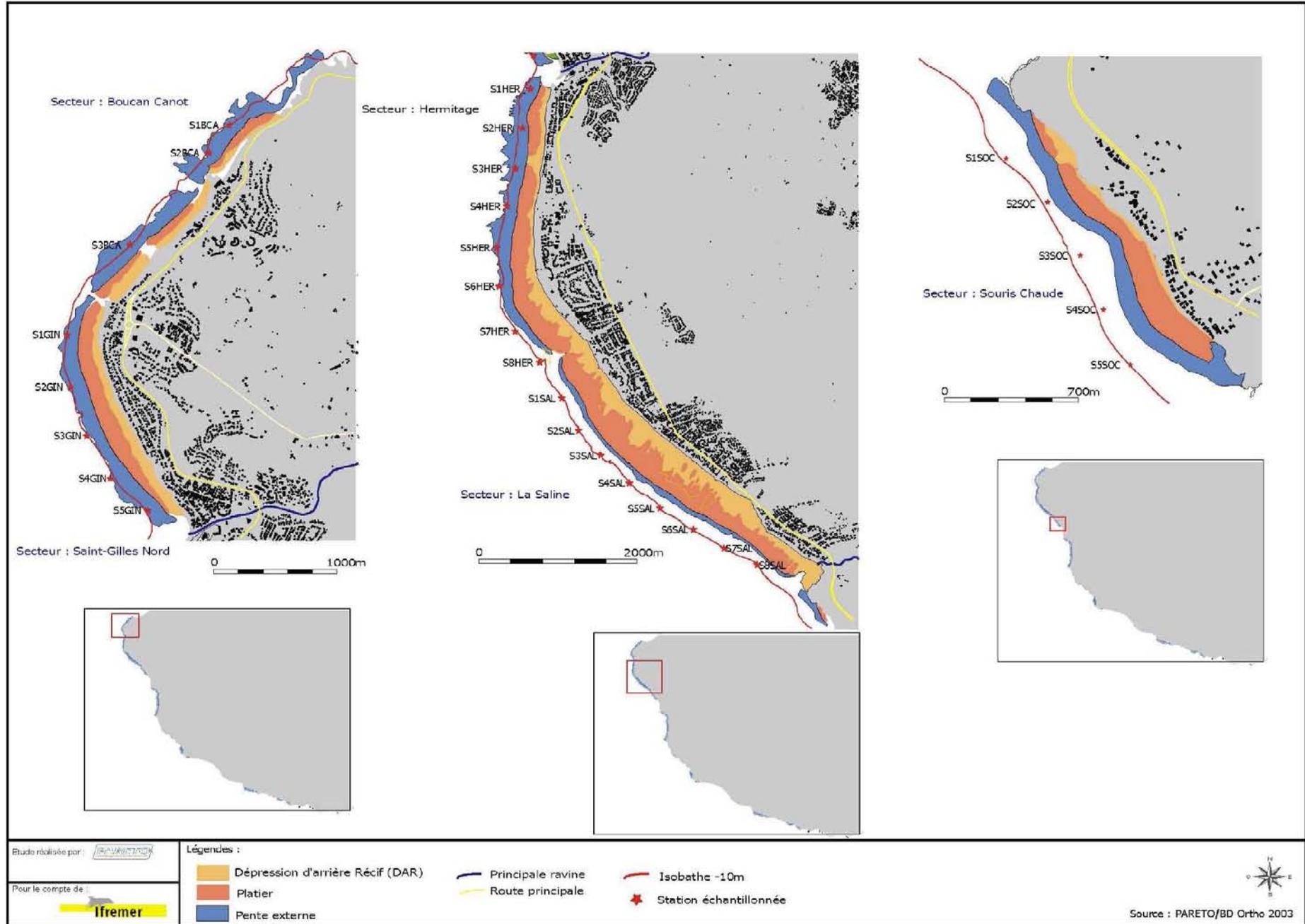


Figure 2 : Plan d'échantillonnage de la zone de Saint-Gilles

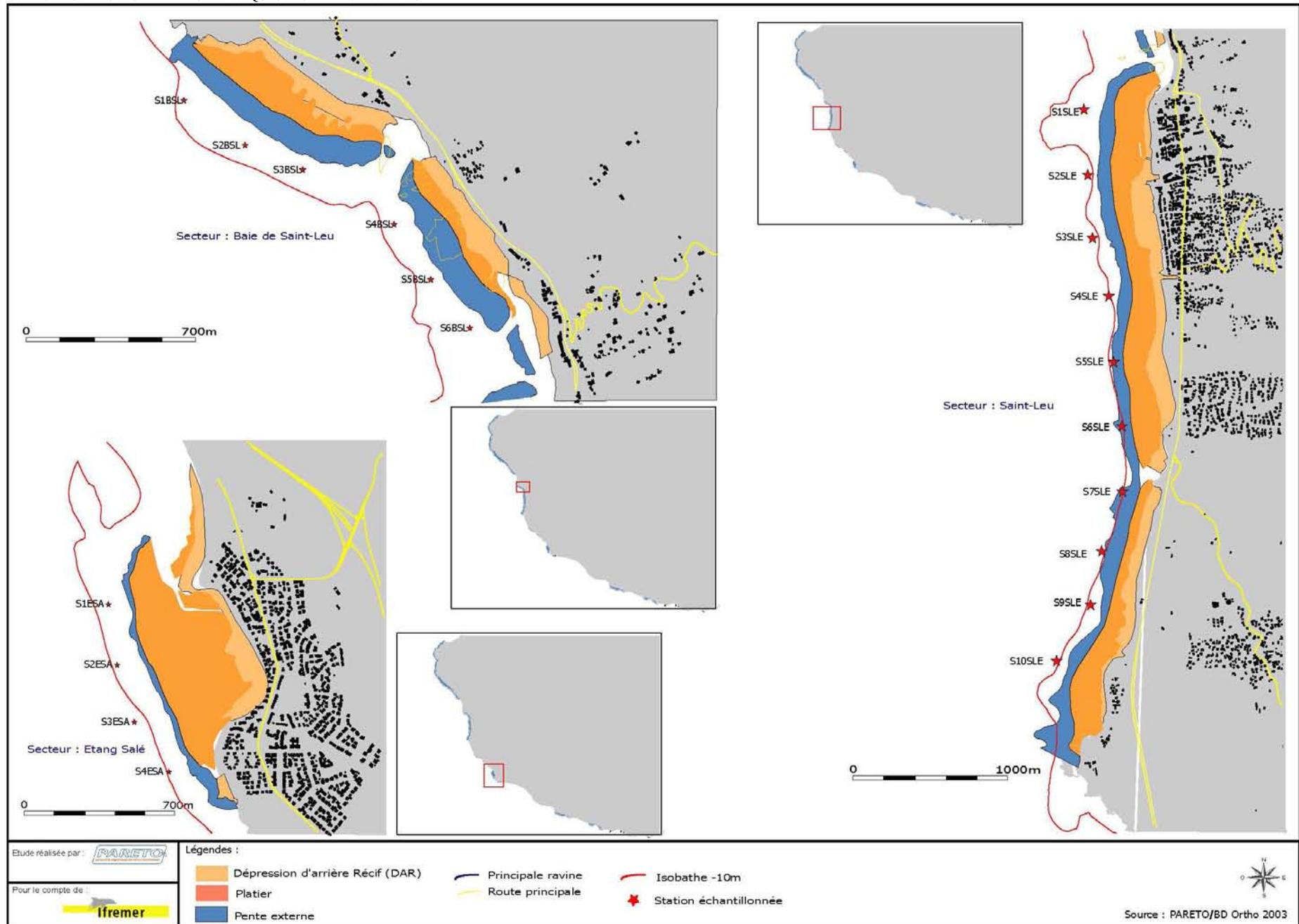


Figure 3 : Plan d'échantillonnage des zones de Saint-Leu et Etang-Salé

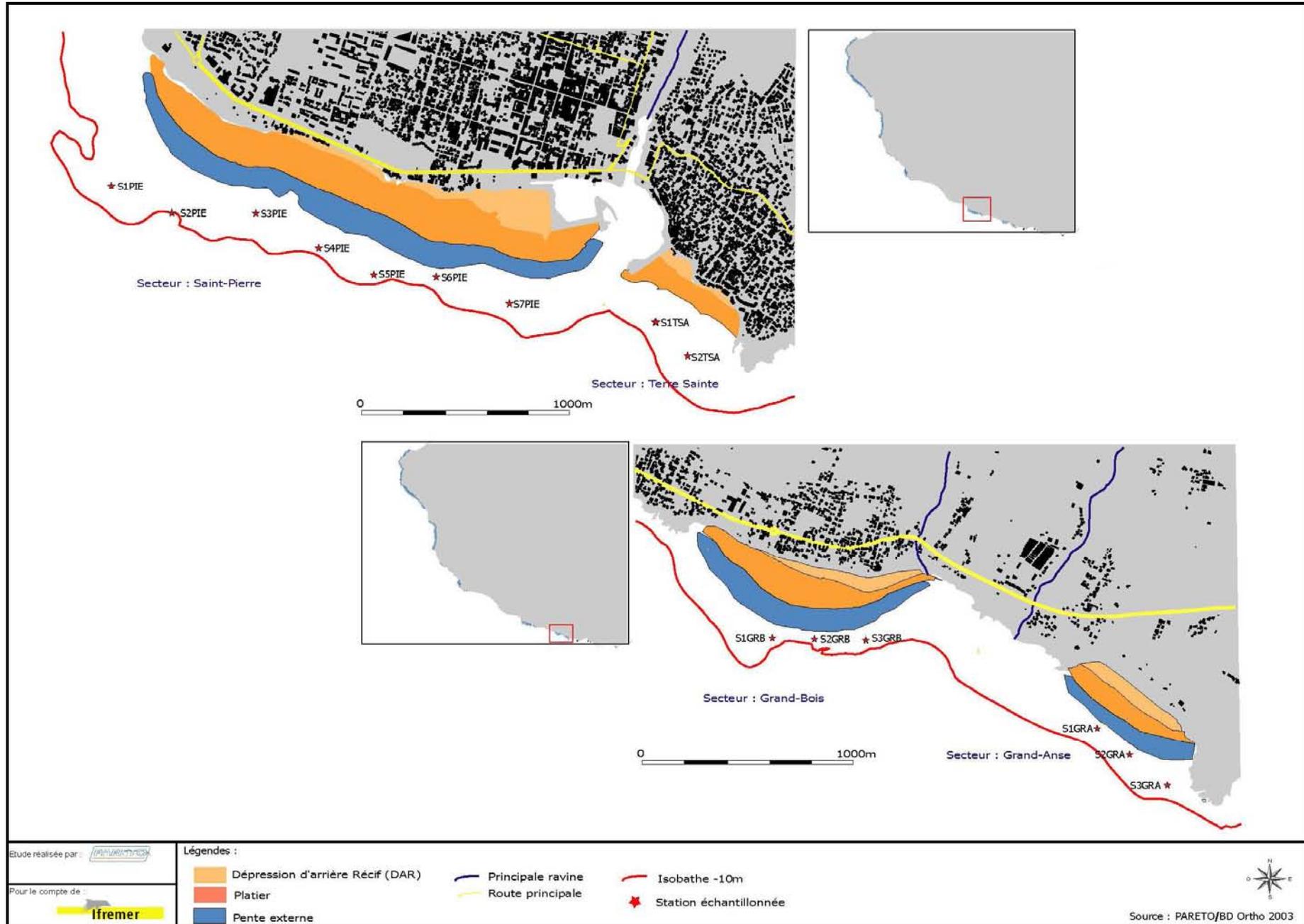


Figure 4 : Plan d'échantillonnage de la zone de Saint-Pierre

### 2.1.3. Analyse des données

#### **Analyse en Composantes Principales (ACP) et ANOVA**

Une ACP et une ANOVA (ou un test de Kruskal-Wallis pour les distributions non normales) sont réalisées sur l'ensemble des stations échantillonnées du récif frangeant afin de discerner une éventuelle répartition des stations et secteurs selon certains critères (couverture corallienne, peuplements corallien *et a/gal*, secteur, géomorphologie).

#### **Comparaison avec les données existantes**

Une comparaison avec des données déjà disponibles (suivis GCRMN et Reef Check) est réalisée afin de quantifier la robustesse des données acquises avec la méthode MSA et la représentativité spatiale des stations du suivi GCRMN.

#### **Etude bibliographique sur les données antérieures**

Une recherche bibliographique sur les résultats antérieurs est effectuée afin de quantifier l'évolution des peuplements benthiques sessiles (couverture corallienne, part d'acropores, etc.) pouvant aider à la définir les seuils dans le cadre de la DCE.

## 2.2. Description des peuplements de la pente externe du récif frangeant

### 2.2.1. Géomorphologie des zones récifales de La Réunion

Les zones récifales de La Réunion représentent une superficie de 12 km<sup>2</sup> pour un linéaire de 25 km. Selon la terminologie de Montaggioni (1974), les récifs sont soit :

- des récifs frangeants bien développés avec une largeur importante et une zonation claire entre la DAR (Dépression d'Arrière Récif), le platier et la pente externe ;
- des plates-formes récifales assez étroites (environ 10m) avec une zonation claire entre la pente externe et le platier, mais un continuum entre le platier et la DAR ;
- des bancs récifaux (exemple : bancs des Lataniers), formations référables dans leur totalité à des pentes externes. Stades initiaux de la construction corallienne, elles correspondent aux surfaces structurales de coulées volcaniques et secondairement colonisées par les organismes coralliens constructeurs (Faure, 1982).

Dans le cas de la présente étude, seules les plates-formes récifales et les récifs frangeants ont été étudiés (Tableau 4).

Les pentes externes sont dans leur grande majorité des pentes externes à éperons et sillons. Une station (baie de Saint-Leu) présente une pente externe à contreforts et vallons. Enfin, sur les plates-formes récifales, la pente externe est une pente de faible déclivité se finissant le plus souvent par un tombant pouvant parfois être assimilé à des contreforts et vallons désorganisés (notamment à Boucan Canot).

Tableau 4 : Géomorphologie des stations échantillonnées

Secteur	Station	Géomorphologie récif	Géomorphologie pente externe
Boucan-Canot	S1BCA	Plate forme	Pente externe pente douce
	S2BCA	Plate forme	Pente externe en pente douce
	S3BCA	Plate forme	Pente externe discontinue E/S
Saint-Gilles Nord	S1GIN	Plate forme	Pente externe E/S
	S2GIN	Plate forme	Pente externe E/S marqués
	S3GIN	Plate forme	Pente externe E/S marqués
	S4GIN	Plate forme	Pente externe E/S
	S5GIN	Plate forme	Pente externe pente douce puis tombant (Nord port St Gilles)
Hermitage	S1HER	Récif frangeant	Pente externe embryonnaire
	S2HER	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S3HER	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S4HER	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S5HER	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S6HER	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S7HER	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S8HER	Récif frangeant	Pente externe bordure passe ES Marqués
La Saline	S1SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S2SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S3SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S4SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S5SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S6SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S7SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S8SAL	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
Souris Chaude	S1SOC	Plate forme	Pente externe E/S
	S2SOC	Plate forme	Pente externe E/S Marqués
	S3SOC	Plate forme	Pente externe E/S
	S4SOC	Plate forme	Pente externe E/S
	S5SOC	Plate forme	Pente externe E/S
Baie de Saint-Leu	S1BSL	Plate forme	Pente externe E/S marqués
	S2BSL	Plate forme	Pente externe E/S marqués
	S3BSL	Plate forme	Pente externe E/S marqués
	S4BSL	Plate forme	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S5BSL	Plate forme	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S6BSL	Plate forme	Pente externe à contreforts et vallons
Saint-Leu	S1SLE	Récif frangeant	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S2SLE	Récif frangeant	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S3SLE	Récif frangeant	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S4SLE	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S5SLE	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S6SLE	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S7SLE	Plate forme	Pente externe E/S marqués
	S8SLE	Plate forme	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S9SLE	Plate forme	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S10SLE	Plate forme	Pente externe E/S
Etang Salé	S1ESA	Récif frangeant	Pente externe avec tombant
	S2ESA	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S3ESA	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S4ESA	Récif frangeant	Pente externe E/S
Saint-Pierre	S1PIE	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S2PIE	Récif frangeant	Pente externe E/S avec colonie corallienne massive (bioconstruit)
	S3PIE	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S4PIE	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
	S5PIE	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S6PIE	Récif frangeant	Pente externe E/S
	S7PIE	Récif frangeant	Pente externe E/S marqués
Terre Sainte	S2TSA	Plate forme	Pente externe pente douce
	S1TSA	Plate forme	Pente externe E/S marqués
Grand Bois	S3GRB	Plate forme	Pente externe pente douce puis tombant
	S2GRB	Plate forme	Pente externe E/S
	S1GRB	Plate forme	Pente externe pente douce puis tombant
Grand Anse	S3GRA	Plate forme	Pente externe pente douce puis tombant
	S2GRA	Plate forme	Pente externe E/S marqués
	S1GRA	Plate forme	Pente externe E/S marqués

## 2.2.2. Caractérisation des peuplements des zones récifales de La Réunion

### **Peuplements benthiques sessiles typiques de la pente externe du récif frangeant (bathymétrie -10m)**

D'une manière générale **la vitalité en scléactiniaire<sup>2</sup> sur l'ensemble des récifs échantillonnés est faible** (Figure 5, moyenne : 17% +/- 10%). Elle est cependant variable avec un minimum de 3% (station 5, Souris Chaude) et un maximum de 43% (station 1 à Saint-Leu). **Inversement la couverture algale est forte et dominée par le turf** (moyenne couverture algale : 76% +/- 11% dont 80% +/- 14% de turf) avec un minimum de 44% (station 1 Saint-Leu) et un maximum de 91% (station 5 Souris Chaude).

**Concernant les peuplements coralliens, les formes dominantes sont les formes massives et encroûtantes (MEF)** qui représentent 41% +/- 16% du peuplement corallien total.

Viennent ensuite **les alcyonaires qui représentent 29% +/- 16%** du peuplement corallien total (avec un maximum de 78% sur la station 3 de l'Etang Salé), soit une vitalité de 6% +/- 3%.

**Les pocillopores sont relativement bien représentés** : 17% +/- 12% (maximum de 68% à la station 1 de Boucan Canot).

**Les acropores sont le plus souvent minoritaires** (moyenne : 12% +/- 15%) bien que leur proportion est assez variable selon les stations (avec un maximum de 65% à la station 1 de Terre-Sainte).

**Les coraux de feu (millépores)** sont quasiment absents (couverture <<1%, maximum de 3% sur la station 2 de Terre-Sainte).

Enfin, au niveau du substrat, le sable ne représente que 2% (sillons), les débris 1% (sillons et petites cuvettes détritiques), et **le substrat dur est majoritaire avec 97%**.

Toutefois ces valeurs moyennes ne doivent pas cacher l'hétérogénéité des différents secteurs décrits dans le paragraphe suivant.

<sup>2</sup> **Vitalité en scléactiniaire** : La vitalité en scléactiniaire représente la couverture effective du substrat par les scléactiniaires (donc sans les alcyonaires et les millépores ou coraux de feu) par rapport à la surface potentiellement colonisable (donc sans prise en compte du substrat sableux).

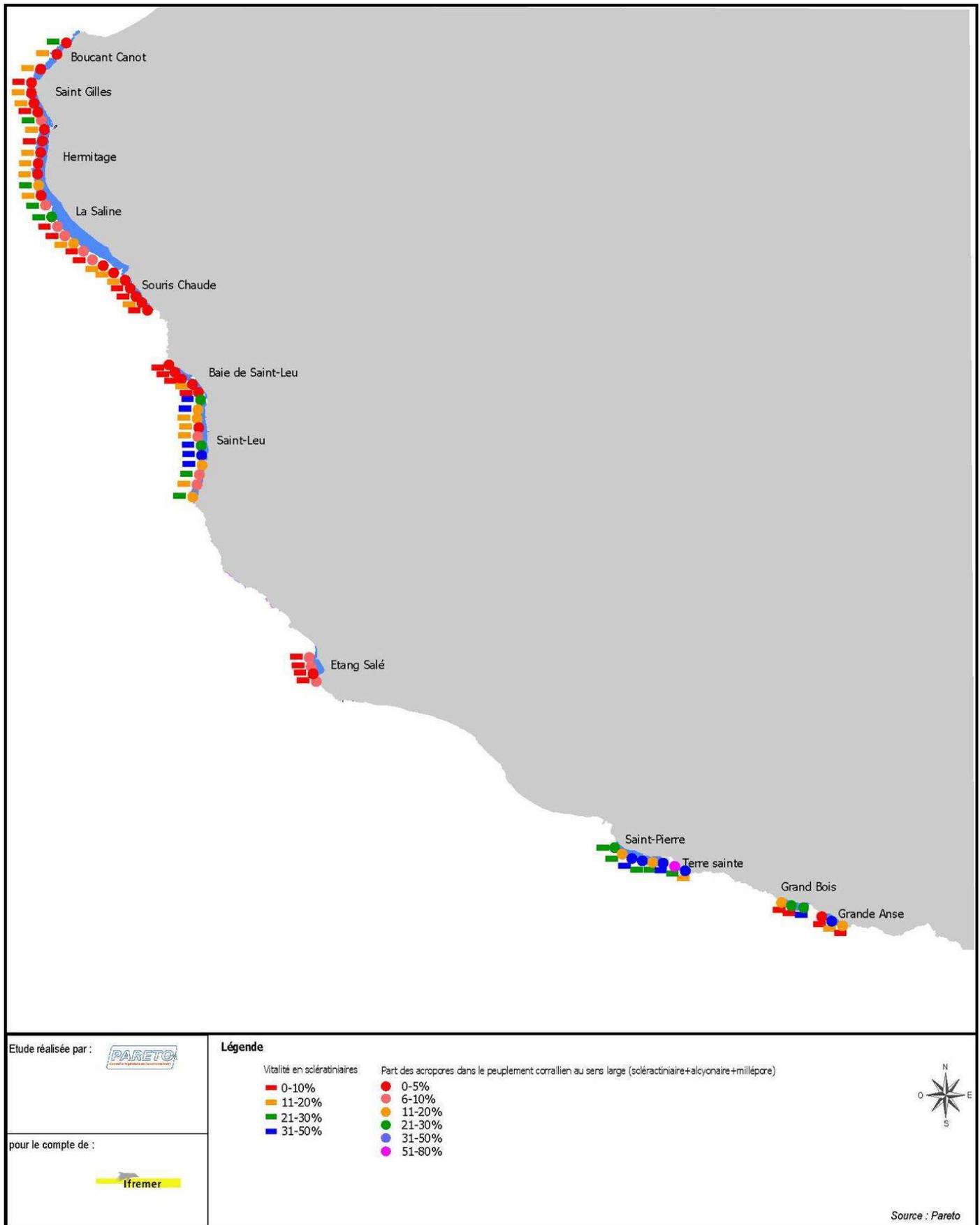


Figure 5 : Vitalité en scléractiniaire des stations échantillonnées et part relative des acropores

### **Peuplements benthiques sessiles de la pente externe du récif frangeant (bathymétrie -10m) selon les secteurs**

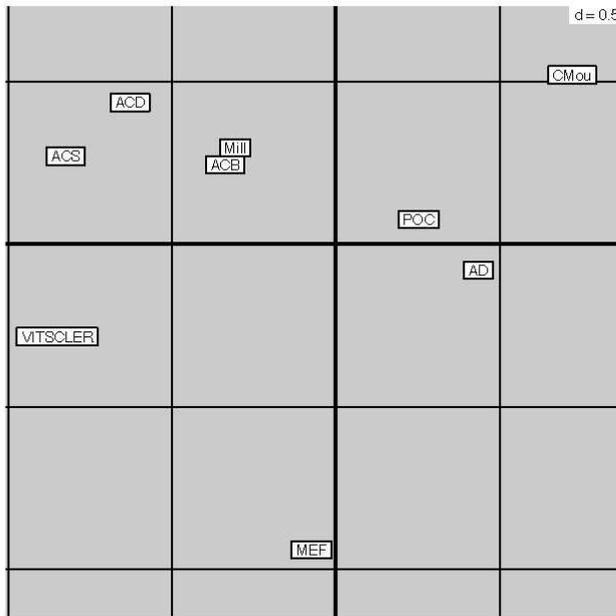
Pour différencier les secteurs en fonction des peuplements benthiques sessiles de la pente externe plusieurs outils sont utilisés. Tout d'abord il est réalisé une Analyse en Composante Principale (ACP) afin de mettre en avant les variables permettant de différencier les secteurs. Ensuite une ANOVA est effectuée sur ces variables pour une analyse plus fine des différences entre secteurs permettant ainsi de regrouper les différents secteurs en fonction des peuplements benthiques.

Les données détaillées figurent en ANNEXE 2

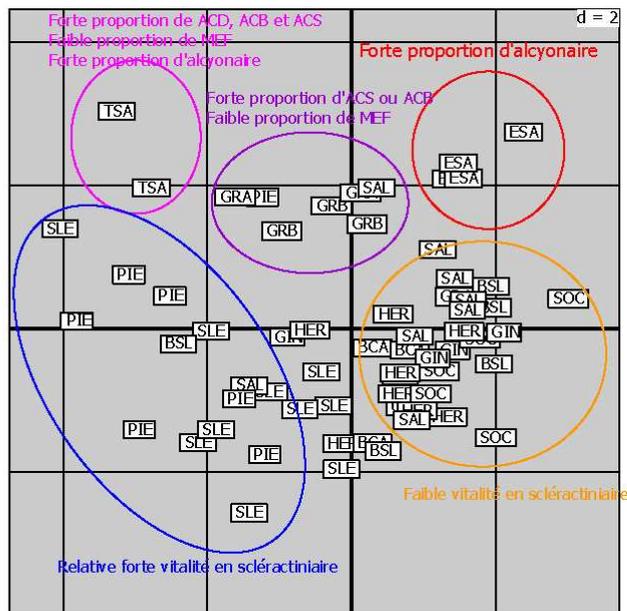
#### *Analyse en composante principale*

L'analyse en composante principale (Figure 6) et l'analyse de la Figure 7 permettent de mettre en évidence que :

- Les secteurs de Boucan-Canot, de Saint-Gilles Nord, de l'Hermitage, de la Saline, de Souris Chaude et de la Baie de Saint-Leu qui présentent globalement des stations avec une vitalité en scléactiniaires assez faible, une proportion de MEF élevée. Certains de ces secteurs (Hermitage, Saline et Souris Chaude) montrent une couverture en algues dressées importante. De plus, les secteurs de La Saline, Souris Chaude et de la Baie de Saint-Leu présentent une proportion d'alcyonaire importante ;
- Les secteurs de Saint-Pierre et Saint-Leu qui présentent des stations avec une vitalité en scléactiniaire relativement élevée par rapport aux autres secteurs, une proportion de MEF importante ainsi qu'une part non négligeable d'acropores sub massifs (ACS) et, dans une moindre mesure d'ACD ;
- Le secteur de l'Etang Salé avec une vitalité en scléactiniaire faible et une très forte proportion d'alcyonaire ;
- Le secteur de Terre Sainte avec des stations qui présentent une proportion de coraux massifs et encroûtants (MEF) faible et une proportion d'acropores digités, sub massifs et branchus relativement importante ;
- Les secteurs de Grand Bois et Grande Anse avec une proportion de coraux massifs et encroûtants (MEF) faible et une proportion d'acropores branchus ou sub massifs relativement importante. Pour ces secteurs, la proportion d'alcyonaire est également élevée.



Poids factoriels des différentes variables prises en compte (Vitalité en scléractiniaire, MEF, POC, ACB, ACS, ACD, Millépore, Alcyonaire ou coraux mous, Algue dressée)  
 Valeur propre axe 1 : 31% de la variance  
 Valeur propre axe 2 : 18% de la variance



ACP sur les différentes stations réparties selon les 12 secteurs

Etude réalisée par :   
 pour le compte de : 

Figure 6 : ACP des différents secteurs en fonction des peuplements benthiques sessiles

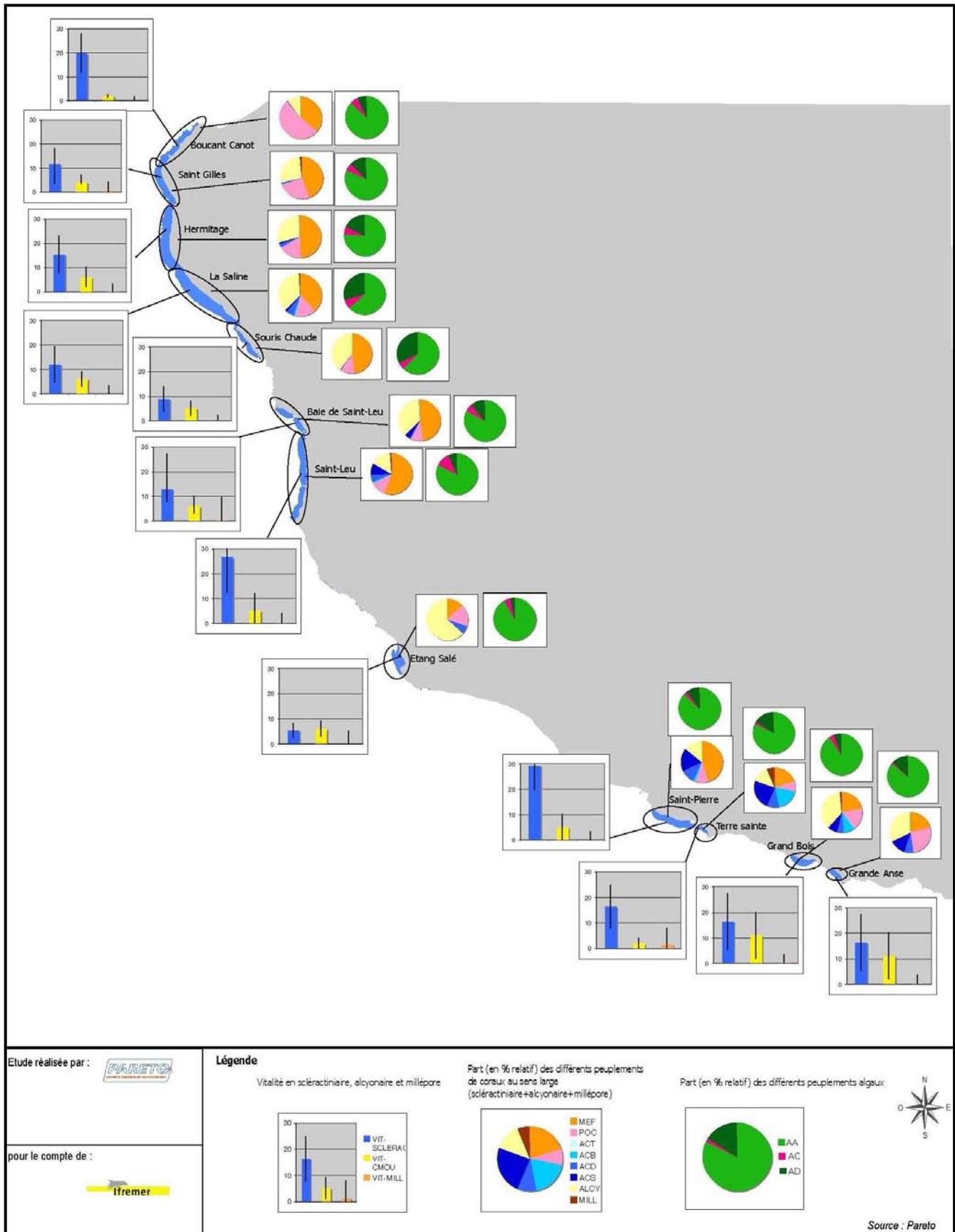


Figure 7 : Vitalité en sclérectiniaire, alcyonaire et millépoire des secteurs. Part des différents peuplements coralliens et algaux

### **Regroupement et différenciation des secteurs en fonction des peuplements benthiques sessiles**

Une ANOVA est réalisée sur la vitalité en scléactiniaires, la part des peuplements de formes Massif/Encroutant/Foliacé (MEF), Pocillopore (POC), Acropores digités (ACD) et alcyonaires (CMO) (par rapport à la couverture corallienne totale) et enfin la part des algues dressées (par rapport à la couverture totale en algues) en fonction des secteurs. Il est également réalisé un test de Kruskal-Wallis (distribution non normale) sur la part des peuplements en acropores (avec un test post-hoc). Il se dégage de ces 2 tests statistiques (ANNEXE 3) que :

- Le secteur de Saint-Pierre présente une vitalité en scléactiniaire significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) que les secteurs de Saint-Gilles Nord, l'Hermitage, La Saline, Souris Chaude, la Baie de Saint-Leu, Etang Salé (Tableau 5) ;
- Le secteur de Saint-Leu présente une vitalité en scléactiniaire significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) que les secteurs de Saint-Gilles Nord, La Saline, Souris Chaude, la Baie de Saint-Leu et Etang Salé (Tableau 5) ;
- Le secteur de l'Etang Salé présente une proportion en alcyonaire significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) que l'ensemble des autres secteurs (Tableau 6) ;
- Le secteur de Boucan Canot présente une couverture en alcyonaire significativement plus faible ( $p < 0,05$ ) que les secteurs de La Saline, Souris Chaude, Baie de Saint-Leu, Etang Salé et Grand Bois ;
- Le secteur de l'Etang Salé présente une part de coraux MEF significativement plus faible ( $p < 0,05$ ) que les secteurs de Saint-Gilles Nord, l'Hermitage, La Saline, Souris Chaude, la Baie de Saint-Leu, Saint-Leu et Saint-Pierre (Tableau 7) ;
- Le secteur de Boucan-Canot présente une part de pocillopores significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) que l'ensemble des autres secteurs (Tableau 8) ;
- Le secteur de Saint-Pierre présente une part d'acropores digités significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) que les secteurs de Boucan Canot, Saint-Gilles Nord, l'Hermitage, Souris Chaude et la Baie de Saint-Leu (Tableau 9) ;
- Le secteur de Saint-Pierre présente une part d'acropores significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) que les secteurs de Boucan Canot, la baie de Saint-Leu, Saint-Gilles Nord et Souris Chaude (Tableau 10).

Tableau 5 : Vitalité en scléactiniaire en fonction des secteurs, classée en ordre décroissant (en bleu les secteurs avec une vitalité significativement plus élevée que les secteurs en rouge)

Secteur	Vitalité scléactiniaire
Saint-Pierre	29
Saint-Leu	27
Boucan Canot	20
Terre Sainte	16
Grand Bois	16
Hermitage	15
Baie de Saint-Leu	13
Grande Anse	12
La Saline	12
Saint-Gilles Nord	12
Souris Chaude	9
Etang Salé	5

Tableau 6 : Part des alcyonaires dans la couverture corallienne totale en fonction des secteurs, classée en ordre décroissant (en bleu les secteurs avec une vitalité significativement plus élevée que les secteurs en rouge)

Secteur	Alcyonaire
Etang Salé	63
Souris Chaude	40
Baie de Saint-Leu	37
La Saline	37
Grande Anse	36
Grand Bois	32
Hermitage	29
Saint-Gilles Nord	27
Saint-Leu	15
Saint-Pierre	14
Terre Sainte	14
Boucan Canot	10

Tableau 7 : Part des coraux MEF dans la couverture corallienne totale en fonction des secteurs, classée en ordre décroissant (en bleu les secteurs avec une vitalité significativement plus élevée que les secteurs en rouge)

Secteur	MEF
Saint-Leu	55
Hermitage	49
Souris Chaude	48
Baie de Saint-Leu	48
Saint-Pierre	45
Saint-Gilles Nord	45
La Saline	38
Boucan Canot	37
Grand Bois	22
Grande Anse	21
Terre Sainte	20
Etang Salé	13

Tableau 8 : Part des coraux pocillopores (POC) dans la couverture corallienne totale en fonction des secteurs, classée en ordre décroissant (en bleu les secteurs avec une vitalité significativement plus élevée que les secteurs en rouge)

Secteur	POC
Boucan Canot	52
Grande Anse	26
Saint-Gilles Nord	25
Hermitage	17
Etang Salé	17
Grand Bois	17
La Saline	16
Saint-Leu	12
Souris Chaude	11
Saint-Pierre	10
Baie de Saint-Leu	10
Terre Sainte	8

Tableau 9 : Part des acropores digités (ACD) dans la couverture corallienne totale en fonction des secteurs, classée en ordre décroissant (en bleu les secteurs avec une vitalité significativement plus élevée que les secteurs en rouge)

Secteur	ACD
Saint-Pierre	11
Terre Sainte	10
Grande Anse	7
Etang Salé	6
Saint-Leu	6
La Saline	5
Grand Bois	5
Hermitage	3
Saint-Gilles Nord	2
Baie de Saint-Leu	1
Souris Chaude	0
Boucan Canot	0

Tableau 10 : Part des acropores dans la couverture corallienne totale en fonction des secteurs, classée en ordre décroissant (en bleu les secteurs avec une vitalité significativement plus élevée que les secteurs en rouge)

Secteur	Acropore
Terre Sainte	52
Saint-Pierre	31
Grand Bois	22
Grande Anse	20
Saint-Leu	16
La Saline	9
Etang Salé	7
Baie de Saint-Leu	5
Hermitage	4
Saint-Gilles Nord	2
Souris Chaude	1
Boucan Canot	1

### **Corrélation entre les différentes variables**

Hormis la forte corrélation ( $r^2=0,89$ ) entre la couverture corallienne et la couverture algale (due à la compétition pour la colonisation du substrat entre la couverture algale et la couverture corallienne), la corrélation (indice de Pearson) entre les différents peuplements benthiques est faible (corrélations toutes inférieures à 0,5) (ANNEXE 4). **Ainsi, il n'est pas mis en évidence de lien particulier entre les différents peuplements benthiques sessiles (hormis bien sûr la couverture corallienne et la couverture algale).**

#### 2.2.3. Comparaison du suivi MSA avec les suivis existants

##### **Comparaison avec le suivi GCRMN**

Le suivi GCRMN est réalisé annuellement à La Réunion depuis 1998 (RNMR, ECOMAR, ARVAM) sur 7 stations de pente externe à des bathymétries voisines de celles échantillonnées lors du présent suivi. Le GCRMN concerne les secteurs de l'Hermitage, La Saline, Saint-Leu, Etang Salé et Saint-Pierre. Cette méthode qui utilise les transects linéaires LIT (Line Intercept Transect, Conand *et al.*, 1998 ; méthode détaillée en ANNEXE 5) est une méthode quantitative.

La comparaison avec les données 2009 du suivi GCRMN met en évidence :

- Des valeurs de couverture corallienne, de répartition coraux acropore/non acropore et de couverture algale similaires sur la station GCRMN de l'Hermitage et le secteur de l'Hermitage (MSA), de même que pour la station GCRMN de La Saline et le secteur de La Saline (MSA) ;
- Des valeurs très différentes pour la station Corne Nord de Saint-Leu (GCRMN) et le secteur de Saint-Leu (MSA) avec une couverture corallienne beaucoup plus importante sur la station GCRMN. Cette différence est liée à la position à l'extrémité Nord du récif de Saint-Leu de la station GCRMN, zone bénéficiant d'un hydrodynamisme favorable au développement de coraux acropores (en l'occurrence *Acropora cf. abrotanoïdes*) ;
- Des valeurs de couverture corallienne, de part de coraux acropore/non acropore et de couverture algale similaires entre la station GCRMN La Varangue de Saint Leu et le secteur de Saint-Leu (MSA) ;
- Une couverture corallienne beaucoup plus faible sur le secteur de l'Etang Salé selon la méthode MSA que la station GCRMN de l'Etang Salé. Cette forte différence de couverture (19% contre 5%) peut être alors liée à la position de la station GCRMN qui ne refléterait que partiellement l'état de santé de la pente externe du récif de l'Etang Salé ;
- Une couverture corallienne plus élevée (liée à un recouvrement plus important en coraux non acropores) sur les 2 stations GCRMN de Saint-Pierre par rapport au suivi MSA sur le secteur de Saint-Pierre. La différence peut s'expliquer d'une part par les erreurs liées aux estimations visuelles pratiquées lors de la méthode MSA et également aux stations GCRMN qui ne refléteraient que partiellement le peuplement benthique de la pente externe du récif de Saint-Pierre.

Au final, il apparaît que, globalement, **les résultats concordent pour les secteurs de l'Hermitage, La Saline et Saint-Leu** (si on ne tient pas compte de la station GCRMN de la Corne Nord aux conditions particulières) **mais différent fortement pour le secteur de l'Etang Salé et dans une moindre mesure pour le secteur de Saint-Pierre.**

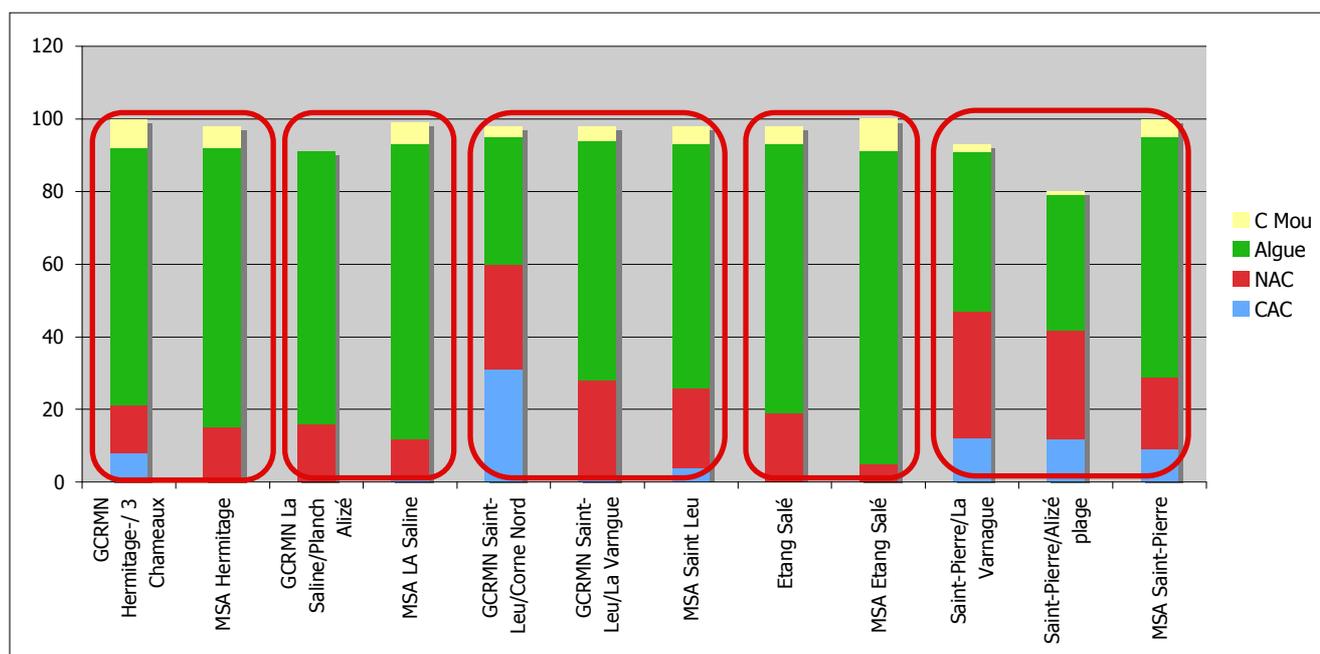


Figure 8 : Comparaison des peuplements benthiques sessiles sur la pente externe échantillonnés selon les protocoles GCRMN et MSA (ordonnées en %)

### Comparaison avec le suivi "Reef Check"

Reef Check Réunion a été initié en 2003 par un partenariat entre l'ARVAM et Quiksilver Foundation. Il a pour but la conduite d'un programme relatif à l'état de santé des récifs coralliens des spots de surf de La Réunion, en adéquation avec l'initiative internationale Reef Check du programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE).

Depuis 2009, Reef Check Réunion est soutenu par la commune de Saint-Paul qui a souhaité développer un réseau de suivi des récifs coralliens bordant les plages classées Pavillon Bleu (12 nouvelles stations). Cette méthode qui utilise les transects linéaires PIT (Point Intercept Transect, Conand *et al.*, 1998 ; méthode détaillée en ANNEXE 6) est une méthode quantitative. Les stations sont échantillonnées à des profondeurs plus faibles que les stations MSA (respectivement 6-8m contre 10m).

La comparaison des données MSA avec les données 2009 du suivi Reef Check met en évidence :

- Des valeurs de couverture en scléactiniaires plus faibles sur les stations Reef Check de Boucan Canot, l'Hermitage, Livingstone, et Trou d'eau que sur les stations MSA des mêmes secteurs. Cette nette différence est probablement liée aux profondeurs d'échantillonnage différentes (profondeur plus faible sur les stations Reef Check) ;
- Des couvertures en scléactiniaires sur les stations Reef Check de la Corne Nord de Saint-Leu et de l'Etang Salé élevées, liées à la position même de ces 2 stations, situées à l'extrémité des récifs respectifs, permettant des conditions hydrodynamiques particulières bénéfiques au développement des coraux ;
- Sur l'ensemble des stations Reef Check, des couvertures en algues dressées beaucoup plus faibles, liées, d'une part, à la profondeur plus faible d'échantillonnage des stations Reef Check et, d'autre part, à la technique d'échantillonnage (Point Intercept Transect) des stations Reef

Check qui n'est pas la méthode la plus adaptée pour estimer la couverture en algues dressées ;

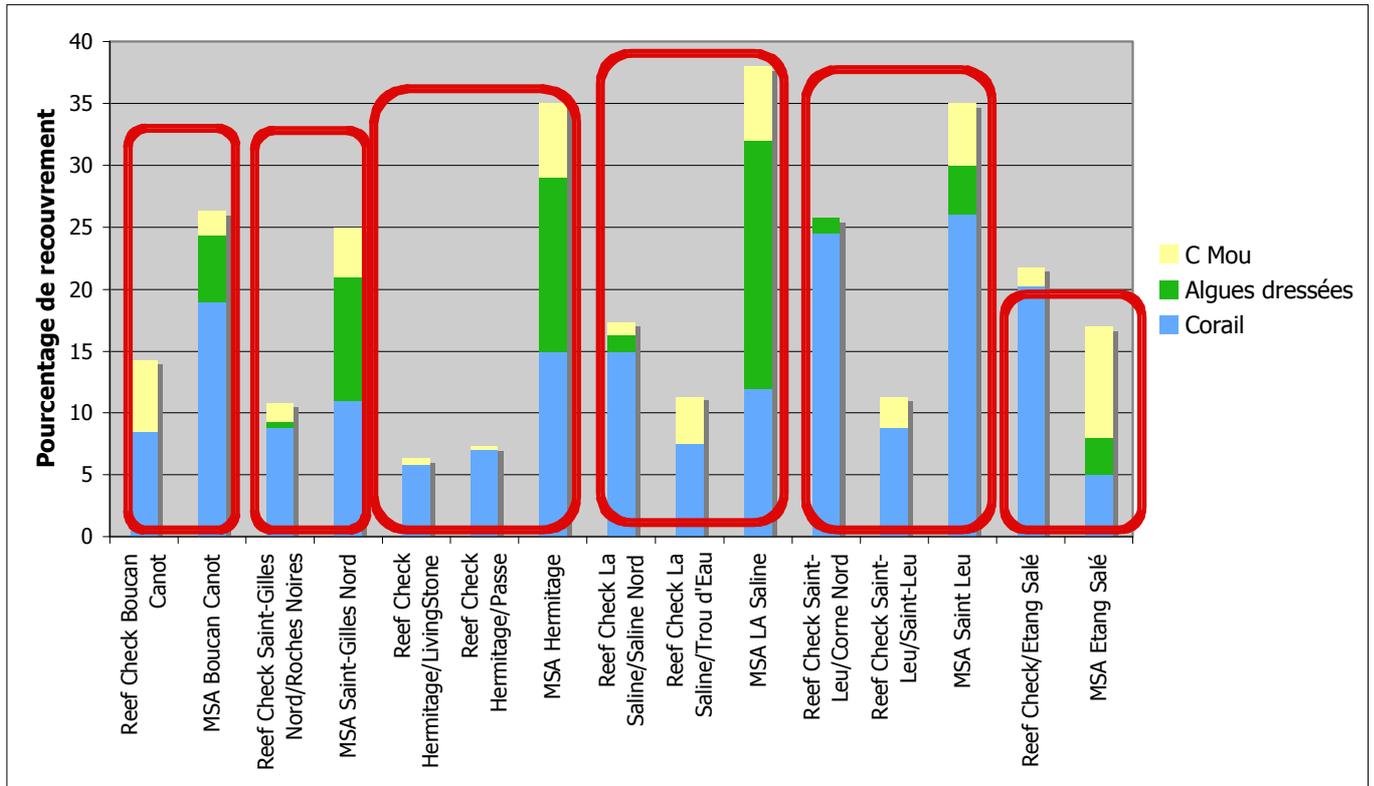


Figure 9 : Comparaison des peuplements benthiques sessiles sur la pente externe échantillonnés selon les suivis Reef Check et MSA

#### 2.2.4. Stations de références et valeurs seuils dans le cadre de la DCE

##### Suivi GCRMN

Le suivi GCRMN, initié depuis 1998, montre (ANNEXE 7) une **baisse de la couverture corallienne sur les stations de l'Hermitage, La Saline, Saint-Leu et Etang Salé**, liée, pour une bonne part, à la diminution ou la disparition des coraux acropores. Seules les stations de Saint-Pierre présentent une stagnation voire une légère augmentation de leur couverture corallienne.

Au début du suivi GCRMN (entre 1998 et 2000), l'ensemble des stations de pente externe présentait ainsi une couverture corallienne de l'ordre de 50 % ou plus, c'est-à-dire légèrement supérieure à la station ayant la plus forte couverture corallienne échantillonnée lors du suivi MSA et très fortement supérieure à la moyenne de la couverture corallienne de l'ensemble des stations échantillonnées dans le cadre du suivi MSA (vitalité en sclérectiniaire : 17%).

##### Suivi ou diagnostic divers antérieurs à 2000

L'analyse bibliographique menée à partir de la base de données "Bibliomar" sur les études scientifiques déjà réalisées<sup>3</sup>, permet de disposer de données sur les

<sup>3</sup> (Les études d'impacts n'ont pas été prises en compte, exceptée celle de la Ferme Corail en 1978 pour son caractère ancien)

peuplements benthiques sessiles de la pente externe (bathymétrie aux alentours de -10m) de La Réunion de 1978 à 1996 :

- Bouchon, 1978 : **Secteur de La Saline** avec un échantillonnage par transects linéaires et quadrats : **couverture corallienne de 45% dominée par les acropores et les Porites** ;
- Faure, 1979 : **Secteur de la baie de Saint-Leu**. Au moment de l'implantation de la Ferme Corail une expertise de la zone a été menée. Concernant l'horizon moyen de la pente externe (-5/-15m) il en ressortait **une couverture corallienne élevée (65-75%, estimation visuelle) et un peuplement dominé par les acropores** (*Acropora cf. robusta*, *Acropora hyacinthus*).
- Chabanet, 1994 : **Secteur de l'Hermitage et La Saline** avec un échantillonnage par transect. **Moyennes** (3 transects) **des couvertures coralliennes** à l'Hermitage "3 Chameaux" de **24%**, de **33%** à La Saline "Club Med", et de **34%** à La Saline "Planch'alizé". Sur l'ensemble de ces transects, **les MEF sont dominants et la couverture en algues dressées est assez faible**, comprise entre **0% et 5%**.
- Bouchon, 1996 : **Secteur de La Saline** avec un échantillonnage par transects linéaires et quadrats : **couverture corallienne de 47% (profondeur -10m) dominée par les acropores et couverture en alcyonaire de 1%**.

Au vu des résultats du présent suivi, mettant en évidence une couverture corallienne faible sur la majorité des stations (aucune station ne présente de couverture supérieure à 45%), la forte couverture algale, la part assez faible des acropores et la part relativement importante des alcyonaires, il apparaît que le présent suivi ne pourra servir pour établir les seuils "très bon état" et "bon état" (c'est-à-dire différant légèrement d'un milieu sans aucun impact anthropique). En effet, en se référant au suivi GCRMN (confirmé par l'étude du programme BIOCOR, Bigot 2008), mais également à des données plus anciennes (cf. paragraphe ci-dessus), il apparaît que dans un passé récent la pente externe du récif frangeant présentait un meilleur état de santé avec notamment une couverture corallienne plus élevée et une part d'acropores plus importante. Ces seuils devront ainsi être probablement fixés "à dire d'experts" et à partir des données bibliographiques listées ci-dessus.

#### 2.2.5. Première réflexion sur les variables des peuplements benthiques sessiles à suivre dans le cadre de la DCE

A partir des données bibliographiques précitées, ainsi que des résultats du suivi GCRMN et du présent suivi MSA, il apparaît que les variables suivantes sont à échantillonner impérativement :

- **La couverture** (ou la vitalité) **en sclérectiniaire** ;
- **La couverture** (ou la vitalité) **en alcyonaire** ;
- **La part des coraux MEF, POC et acropores** (avec une différenciation ACB, ACD, ACT, ACS) ;

- **La couverture en algue** (fortement corrélée à la couverture en coraux) et notamment la part en turf, algues calcaires et algues dressées.

En outre, des études plus spécifiques, notamment l'étude en cours sur les peuplements algaux en fonction des résurgences d'eau douce au niveau de la pente externe (IRD/ECOMAR/ARVAM), complétées des résultats du rapport du programme BIOCOR (Bigot, 2008), devraient permettre très prochainement d'identifier différentes espèces bio-indicatrices (ou "sentinelles"), de scléactiniaires ou d'algues, qui mériteraient d'être ajoutées aux variables à suivre dans le cadre de la DCE.

## 2.3. Synthèse et recommandations

### 2.3.1. Synthèse

Le suivi MSA, réalisé sur 64 stations (12 secteurs), a permis de mettre en évidence la faible couverture en scléactiniaire (moyenne 17%) de l'ensemble de la pente externe des récifs frangeants et des plates-formes récifales de La Réunion. De plus, la proportion (par rapport à la couverture corallienne totale) en coraux massifs et encroûtants et en alcyonaires (ou coraux mous) est élevée. La part en acropores est quant à elle faible (moyenne : 12%). Inversement à la couverture en scléactiniaire, la couverture algale est forte (moyenne 76%) et dominée par le turf algal.

En outre, une brève analyse bibliographique a permis de mettre en avant la diminution depuis 1978 (donnée la plus ancienne) de la couverture en scléactiniaires et également la baisse de la proportion des coraux acropores dans le peuplement corallien (sur les sites concernés par les différentes études).

**Ce suivi s'avère donc très pertinent pour caractériser les peuplements benthiques sessiles de l'ensemble des pentes externes des récifs frangeants et des plates-formes récifales de La Réunion.**

**Au vu de ces résultats (mauvais état de santé de la pente externe), le présent suivi ne pourra toutefois pas permettre une définition des seuils de classement des masses d'eau en très bon et bon état (et donc le choix d'une (ou plusieurs) station(s) de référence).**

### 2.3.2. Recommandations

Ce suivi MSA et les premières recherches de données historiques devront servir d'appui au groupe de travail DCE "substrats durs" pour la détermination des seuils et des variables à suivre (dont éventuellement des espèces sentinelles qui pourront être déterminées notamment à partir du programme BIOCOR, Bigot, 2008). D'ores et déjà ce présent rapport liste les variables qui devront être suivies impérativement. Lorsque l'ensemble des variables et des seuils permettant de classer les masses d'eau aura été défini, alors le choix de la méthode de suivi pourra être réalisé.

### 3. Inventaire des données existantes, identification des données pertinentes pour la DCE, et préparation de leur bancarisation

#### 3.1. Contexte et objectifs

Suite à l'état des lieux entrepris en 2005 et compte tenu des carences en données et connaissances constatées dans certains domaines (nature du fond, courantologie, indicateurs benthiques, qualification et quantification des flux issus des bassins versants ...), de nombreuses études ont été menées, certaines sont en cours de finalisation, d'autres en cours de lancement.

L'inventaire des documents, informations et bases de données susceptibles de renseigner les volets "écologie" et "chimie" pour la mise en place de la DCE entre pleinement dans les objectifs du présent projet "Bon Etat", mené au titre de la convention entre l'Etat/Diren et l'Ifremer (n°08/1217476/NF), ainsi que dans ceux du projet "Bio-indication" à La Réunion mené dans le cadre du conventionnement ONEMA/Ifremer 2009-2010. Les deux projets poursuivant les mêmes objectifs, le premier à l'échelle des masses d'eau littorales de La Réunion, et le second à celle des masses d'eau récifales, la synthèse documentaire réalisée a porté sur l'ensemble des données disponibles et a été menée de manière concomitante sur les deux projets.

Cette synthèse des données existantes et pertinentes pour la DCE est passée par l'analyse des bases de données mises en place par différents services de l'Etat (DIREN, DRASS/ARS, DDE...), les établissements publics et privés, les collectivités territoriales..., l'objectif étant l'exhaustivité.

La majeure partie du travail a porté sur l'analyse de BIBLIOMAR qui est un outil de gestion d'informations documentaires, et dont l'objectif s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie locale de l'Initiative Française pour les Récifs CORalliens (IFRECOR) et la mise en place du nouveau Système d'Information sur l'Eau (SIE) à La Réunion. Cette base de données bibliographiques intègre de nombreux documents scientifiques et techniques réalisés sur les milieux marins et littoraux réunionnais. D'autres documents ou bases de données, non encore intégrés à BIBLIOMAR, mais traitant directement des problématiques nous intéressant, ont également été pris en compte (Tableau 11).

Tableau 11 : Origine des bases de données présentant un intérêt pour l'objectif de l'étude. (Une description plus précise des différentes bases de données est présentée au chapitre 3.3.)

Services instructeurs	Base de données	Type de données
<b>DIREN</b>	BIBLIOMAR	Base de données documentaires
<b>DAF</b>	BD ERU AUTOSTEP	Données de concentrations des rejets de STEP Données de l'autocontrôle STEP
<b>DDE/CQEL</b>	BD REPOM	Réseau de surveillance de la qualité des eaux portuaires
<b>DRASS</b>	BAIGNADE	Données de qualité des eaux de baignade
<b>OLE</b>	Banque de données OLE	Données sur la ressource en eau à La Réunion
<b>GIP RNRM / ARVAM</b>	COREMO	Données sur l'état de santé des récifs coralliens

Un contrôle qualité des données recensées a également été réalisé afin de les intégrer, le cas échéant, dans la base de données de référence DCE "Quadrigé2".

Il faut signaler que cette analyse documentaire a été réalisée en étroite collaboration avec l'ARVAM avec qui une convention de sous-traitance a été passée.

### 3.2. Identification des études intéressantes pour la DCE : l'analyse de BIBLIOMAR

Les acteurs scientifiques et techniques opérant en milieu marin sont multiples à La Réunion : bureaux d'études, associations, laboratoires de recherche universitaires, instituts et organismes publics de recherche, services de l'Etat... Chaque opérateur dispose de sa (ou de ses) propre(s) base(s) de données (DDE, DAF, OLE, Coremo, bases "personnelles"...), ce qui a pour conséquence l'éparpillement des données et la multiplicité des supports de stockage (fichiers Excel, BD Access..., voire feuilles manuscrites). Ceci complexifie l'inventaire des données disponibles et oblige à analyser les productions documentaires de tous les acteurs afin d'identifier les études pertinentes et les métadonnées associées : types de données et paramètres associés, producteurs, période d'acquisition, protocoles etc... Cet inventaire a reposé sur l'analyse de "BIBLIOMAR" et d'un ensemble de documents estimés *a priori* pertinents.

#### 3.2.1. Présentation

La base de données documentaire BIBLIOMAR constitue la référence du portail de diffusion des informations sur le milieu marin à La Réunion. Elle rassemble un grand nombre de documents relatifs au milieu littoral réunionnais depuis les années 80, et comprend des rapports scientifiques et techniques, des rapports de synthèse, des études d'impact, des articles scientifiques, des mémoires de thèse et rapports de stage.

L'analyse fine de cette base de données avait pour objectif d'identifier les documents dont les données sont disponibles et pertinentes au regard de la DCE, c'est-à-dire permettant :

- d'une part, la définition des grilles d'évaluation : valeurs "extrêmes" des paramètres retenus et valeurs intermédiaires permettant de définir les différentes classes de qualité,
- d'autre part, la qualification proprement dite des masses d'eau à partir des jeux de données déjà disponibles ou en cours d'acquisition au titre de la DCE.

Une demande d'autorisation préalable d'utilisation de toutes les données utilisables a été faite auprès des différents Maîtres d'Ouvrages des études recensées (40 courriers nominatifs ont été adressés), et jugées *a priori* pertinentes. Les données ont alors été récupérées auprès des producteurs.

#### 3.2.2. Répartition des tâches et étapes de travail

Les étapes de travail et la répartition des tâches sont présentées dans le Tableau 12.

Tableau 12: répartition et partage des tâches liées à la synthèse des données existantes

	Ifremer	ARVAM
Mise en œuvre opérationnelle et coordination	X	
Définition des paramètres DCE	X	X
Analyse de la base de données documentaires	X	X
Expertise et qualification (pertinence des données)		X
Préparation à la bancarisation des données pertinentes	X	X
Bancarisation	X	X
Synthèse/Rapport final	X	X

### 3.2.3. Définition des paramètres DCE

En premier lieu, une liste de paramètres/groupes de paramètres nécessaires (ou utiles) à la définition d'indicateurs DCE a été établie. Cette liste a ensuite servi de critère pour identifier, sélectionner, et retenir les documents/études directement intéressants.

Tableau 13. Paramètres définis pour l'identification des documents pertinents.

Classe de paramètres	Paramètres
● Phytoplancton	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composition spécifique picoplancton</li> <li>Composition spécifique microphytoplancton</li> <li>Chlorophylle a</li> <li>Prolifération / blooms : plancton nuisible</li> </ul>
● Phytobenthos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composition / diversité</li> <li>Abondance / biomasse</li> <li>Prolifération / blooms</li> </ul>
● Association faune/flore benthiques fixées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Couverture corail / algues</li> <li>Formes <sup>(1)</sup></li> </ul>
● Composition spécifique faune/flore benthiques fixées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corail</li> <li>Macroalgues</li> <li>Autres</li> </ul>
● Macrofaune endogée	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biomasse</li> <li>Diversité</li> </ul>
● Poissons récifaux <sup>(2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biomasse</li> <li>Abondance</li> <li>Diversité</li> </ul>
● Paramètres généraux Eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transparence / turbidité</li> <li>Salinité</li> <li>Température</li> <li>Sels nutritifs</li> <li>Oxygène</li> <li>Matières en suspension (MES)</li> </ul>
● Paramètres généraux Sédiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>Granulométrie</li> <li>Matière organique</li> <li>Carbone organique</li> </ul>
● Chimie dans l'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Substances prioritaires</li> <li>Autres substances</li> </ul>
● Chimie dans le sédiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>Substances prioritaires</li> <li>Autres substances</li> </ul>
● Chimie dans le biote	<ul style="list-style-type: none"> <li>Substances prioritaires</li> <li>Autres substances</li> </ul>

(1) Paramètre correspondant à la forme générale des différents groupes de coraux et de macroalgues dont la typologie et la codification sont notamment utilisées par les suivis de type GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network).

(2) Selon la DCE, le paramètre poissons n'est retenu que dans les eaux de transition. Cependant, une réflexion mérite d'être menée quant à sa pertinence pour la qualification de l'état écologique des zones lagunaires.

Ces paramètres ont été définis selon leur pertinence, compte tenu du **contexte tropical local**, pour la réalisation des grilles d'évaluation et des indicateurs permettant d'évaluer la qualité écologique et chimique des eaux littorales

réunionnaises. Ils ne répondent donc pas *sensu stricto* aux paramètres DCE dictés par la Directive mais élargissent la gamme proposée, afin d'établir une base de réflexion suffisamment large pour l'élaboration d'indicateurs **adaptés localement** (Tableau 13).

### 3.2.4. Stratégie d'analyse des documents

A ce jour, BILIOMAR, qui est accessible via le portail de diffusion de l'Office de l'Eau Réunion, héberge 400 références téléchargeables (fichier PDF). L'analyse de ces documents s'est déroulée en 5 phases :

- Phase 1 : un premier tri de la base documentaire a été réalisé, permettant l'identification des données potentiellement intéressantes pour la DCE : études *a priori* scientifiquement robustes et menées en environnement marin. **120 documents** ont été retenus.
- Phase 2 : analyse plus fine de ces documents, avec pour objectif l'identification des données correspondant aux **paramètres retenus** (Cf. Tableau 13).
- Phase 3 : évaluation de la pertinence et de la qualité des données identifiées au sein des 120 documents. Les critères de pertinence retenus ont été :
  - données acquises dans le respect de protocoles standardisés
  - position géographique des stations de mesure ou d'échantillonnage renseignée (ou susceptible de l'être par le producteur de la donnée)
  - et données acquises dans les limites des masses d'eau côtières réunionnaises.

La pertinence étant évaluée paramètre par paramètre, une étude a pu être retenue pour une partie seulement de ses données. Elle n'est alors référencée que sur la base des paramètres en question.

- Phase 4 : Un classement selon de 2 niveaux de qualité de données a été réalisé. Le niveau 1 correspond à des données pertinentes et bancarisables "dès que possible", et le niveau 2 correspond à des données présentant un intérêt patrimonial mais non pertinentes pour la DCE. Au total, **50 documents ont été estimés de niveau 1**. (84% de ces documents ayant été rédigés par des bureaux d'études et 16% par l'Université de La Réunion).
- Phase 5 : Les documents constitutifs d'un même suivi ou d'une même étude (rapports préliminaires, finaux...) ont été regroupés en "étude". 36 études ont finalement été identifiées au sein de BILIOMAR, et 11 par ailleurs. Des fiches de métadonnées ont alors été créées (informations générales relatives aux documents et aux données) et intégrées dans un atlas de métadonnées.

## 3.3. Les bases de données "brutes"

### 3.3.1. Bases de données DAF

#### **BD ERU**

La Base de Données Eaux Résiduaire Urbaines (BD ERU) est une base de données sous format Access regroupant des données sur l'assainissement collectif, les stations d'épuration et les réseaux de collecte. Elle contient des données nécessaires au suivi local par les services ainsi que les données nécessaires pour les réponses aux demandes d'information de la Commission Européenne.

### **AUTOSTEP**

Base de données d'autosurveillance des stations d'épuration, elle stocke les informations transmises par les exploitants des STEP selon le scénario SANDRE d'échange de données :

- Données d'autosurveillance,
- Destinations des boues et des sous-produits,
- Bilans du Service départemental d'Assistance TEchnique au Suivi et à la qualité des Eaux (SATESE).

L'analyse de ces données permet de calculer tous les éléments nécessaires à l'évaluation de la conformité de chaque station : concentration des rejets, rendements, comparaisons avec les données de référence et les valeurs maximales autorisées.

#### **3.3.2. Base de données DDE/CQEL**

La Cellule Qualité Environnement Littoral (CQEL) et le Service des Ports et des Bases Aérienne (SPBA) de la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) sont chargés du Réseau de suivi des Ports Maritimes (REPOM).

Le Port Réunion est suivi dans le cadre du réseau REPOM depuis 2008. Deux stations (Port Ouest et Port Est) sont suivies (4 analyses d'eau par an et une analyse de sédiments tous les 2 ans).

Les paramètres analysés dans l'eau sont les coliformes fécaux et streptocoques fécaux, ainsi que la température, la salinité, l'oxygène dissous, les MES, la transparence, l'ammonium, les orthophosphates, le nitrate et la turbidité.

Les analyses de sédiments portent sur la granulométrie, la teneur en eau, le carbone organique total et l'aluminium d'une part, ainsi que sur et l'analyse de micropolluants (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, étain, zinc, hydrocarbures totaux, HAP, TBT et PCB)

A noter que la SPBA dispose de données antérieures à 2008, ayant entrepris d'analyser sur fonds propres :

- des sédiments pour l'enquête "Dragages" du CETMEF depuis 2003,
- des prélèvements d'eau en prévision de la mise en place du REPOM depuis 2005.

Les analyses de sédiment pour l'enquête "Dragages" du CETMEF incluent la caractérisation du sédiment, des analyses d'éléments traces organiques et inorganiques totaux sur fraction <2mm, des analyses de nutriments, des analyses microbiologiques et d'éléments particuliers.

Toutes les données REPOM doivent être bancarisées dans Quadriges<sup>2</sup> à l'avenir.

#### **3.3.3. Base de données DRASS/ARS**

La Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS), devenue aujourd'hui l'Agence Régionale de Santé (ARS), met en œuvre un contrôle sanitaire des eaux de baignade qui porte sur un ensemble de plages accessibles au public, fréquentées de façon non occasionnelle et où la fréquentation instantanée est supérieure à 10 baigneurs.

La qualité des eaux de baignade est évaluée au moyen d'indicateurs microbiologiques et physico-chimiques. Les paramètres physico-chimiques font l'objet d'une évaluation visuelle, à partir de laquelle des mesures complémentaires peuvent alors être faites en laboratoire : pH, nitrates, phosphates, chlorophylle, cyanobactéries, micropolluants...

19 stations (17 eaux de mer et 2 eaux douces) sont suivies. Toutes les données sont disponibles via le portail de diffusion de la DRASS à l'adresse : <http://baignades.sante.gouv.fr>, par commune et par station de surveillance.

### 3.3.4. Banque de données Office de l'Eau

Depuis 1975, l'Office de l'Eau produit des données sur la ressource en eau. Sont stockées dans la banque de données des résultats d'analyses physico-chimiques des masses d'eau de surface et souterraines, ainsi que des profils physico-chimiques en étang, des mesures de hauteurs piezométriques, des mesures de débit/hauteur d'eau rivière/étang, et des données de conductivité.

Toutes ces données sont accessibles via le site de l'Office de l'eau à l'adresse : <http://banquededonnees.eaureunion.fr>

### 3.3.5. COREMO

COREMO (CORal REef MONitoring) est un logiciel développé par l'ARVAM permettant de stocker dans une base de données mono utilisateur des données relatives au suivi de l'état de santé des récifs coralliens. Actuellement dans sa version 3, l'outil est utilisé dans les DOM ainsi qu'au niveau international dans le cadre de plusieurs "suivis" : Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN), Reef Check, et Ifremer.

A La Réunion, la mise en œuvre des réseaux GCRMN et Reef Check dans les différentes structures lagonaires et récifales de l'île est assurée par l'ARVAM et le Groupement d'Intérêt Public de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion (GIP RNMR). Chaque acteur dispose donc de sa propre base de données COREMO. Les données enregistrées dans le cadre de ces suivis utilisent plusieurs typologies selon les niveaux d'expertise (basique, intermédiaire, expert) des plongeurs ayant acquis les données.

## 3.4. Synthèse générale de l'analyse - Résultats

La synthèse générale de l'analyse des données existantes et intéressantes pour la DCE s'appuie au final sur un total de **47 études**. Chacune de ces études est référencée dans un atlas de métadonnées permettant si besoin de rassembler toutes les informations nécessaires à la création de la stratégie de bancarisation des données dans Quadrigé<sup>2</sup>.

### 3.4.1. Gestion des métadonnées et préparation à la bancarisation

Les fiches de métadonnées créées renseignent sur l'étude d'une manière générale d'une part, et sur les données et paramètres pertinents d'autre part. Chacune des fiches de métadonnées a été indexée au sein d'un atlas/catalogue de métadonnées. Les métadonnées indispensables à la définition des stratégies préalables à la bancarisation éventuelle dans Quadrigé<sup>2</sup> ont été constituées (en étroite collaboration avec l'ARVAM).

L'organisation des fiches de métadonnées est donnée par la Figure 10.

Figure 10 : Description des différentes fiches constituant l'atlas de métadonnées (fiches générales en annexe 8)



1

**Fiche générale**

- Classes de paramètres DCE pertinents identifiés
- Nom de la fiche, source des métadonnées, producteur
- Caractéristique du document / étude : titre, auteurs, type de programme, résumé, mots-clés, références documentaires
- Localisation et période (Zones géomorphologiques homogènes, Masses d'eau DCE, nombre de lieux de surveillance, début-fin, nombre de stratégies)
- Information sur les données (suivi spatio temporel, temporel, spatial, point, profil / transect (ligne), zone / surface (polygone))
- Etat d'avancement de la bancarisation

2

**Fiche Stratégie**

- Informations Stratégie
- Nombre de stratégies
- Code stratégie Q<sup>2</sup> (libellé), date, nombre de lieux de surveillance, nombre de paramètres, préleveur

3

**Fiche lieux de surveillance**

- Nombre de lieux de surveillance
- Secteur d'étude
- Période couverte
- Coordonnées géographiques
- Bathymétrie (m)
- Delta UT (décalage horaire / Temps Universel)

**4 Fiche Stratégie / Lieux de surveillance**

- Attribution des lieux de surveillance par stratégie lorsqu'il y en a plusieurs

**5 Fiche Paramètres**

- Définit les PSFMs (Paramètres / Supports / Fractions / Méthodes) spécifiques à Q<sup>2</sup>
- Programme Q<sup>2</sup> ; Groupe de paramètres ; Paramètres ; Codes Q<sup>2</sup> ; Support ; Fraction ; Méthode d'acquisition ; Unité ; Saisie sur échantillon ou prélèvement ; Engin d'analyse ; Engin de prélèvement ; Préleveurs ; Analystes

**6 Fiche origine, stockage et accès aux données**

- Origine des données (producteur, propriétaire, contacts)
- Stockage des données (mode de stockage (autre que Q<sup>2</sup>), type de fichier, contact, localisation)
- Accès aux données (droits d'accès, publication des données, références)

Cet atlas de métadonnées constitue une base de travail permettant l'identification des données pertinentes, d'une part pour la définition des valeurs seuils des grilles d'évaluation, et d'autre part pour la qualification des masses d'eau. C'est à partir de cet atlas que le Groupe de Travail DCE Réunion (présentés au chapitre 4) ont pu commencer à travailler fin 2009 sur l'élaboration des indicateurs DCE.

**Préparation à la bancarisation**

Les informations relatives aux données et destinées à la création de la stratégie *ad hoc* préalable à la bancarisation ont été adressées à la cellule Quadrigé<sup>2</sup> :

- Fiche d'ajout de nouvel élément dans le référentiel Q<sup>2</sup>,
- Fiche de métadonnées sur les lieux de surveillance,
- Fiche de métadonnées sur les quadruplets Paramètres-Support-Fraction-Méthode (PSFMs).

A la fin octobre 2010, les stratégies sont pour la plupart créées dans Q<sup>2</sup> (Cf. Tableau 37 du chapitre de conclusion) et la saisie des premières données a débuté.

**3.4.2. Analyse thématique des études identifiées****Méthode**

Cette analyse s'appuie sur le référencement du type d'étude et des différents paramètres et groupes de paramètres dans les fiches de métadonnées de chaque étude. Sont identifiés quatre types d'étude :

- Les études d'impact
- Les réseaux de surveillance ou les études spécifiques de suivis pluriannuels
- Les études ponctuelles et/ou de recherche
- Les thèses de doctorat

## Résultats

Les résultats montrent une nette dominance numérique des études ponctuelles de recherche et des études d'impact, qui représentent chacune plus de 30 % des études identifiées. Viennent ensuite les études menées dans le cadre de réseaux de surveillance (GCRMN, Reef Check, RHLR, etc...) ou de suivi pluriannuels plus spécifiques, et enfin en dernière place les thèses de doctorat (Figure 11).

Du point de vue des groupes de paramètres rencontrés (et données pertinentes associées), l'analyse révèle une nette dominance numérique des études présentant des données sur les paramètres généraux hydrologiques (36 % des études) et sédimentologiques (19 % des études). Concernant les paramètres biotiques (27 % des études), ceux relatifs au phytoplancton sont les mieux représentés (9 % des études), suivis du benthos fixé (8 %), de la macrofaune endogée (6 %), des poissons récifaux et du phytobenthos (2 %). Les paramètres chimiques (18 % des études) ont été acquis dans les matrices "eau" (5%), "sédiment" (9%) et "biote" (4%).

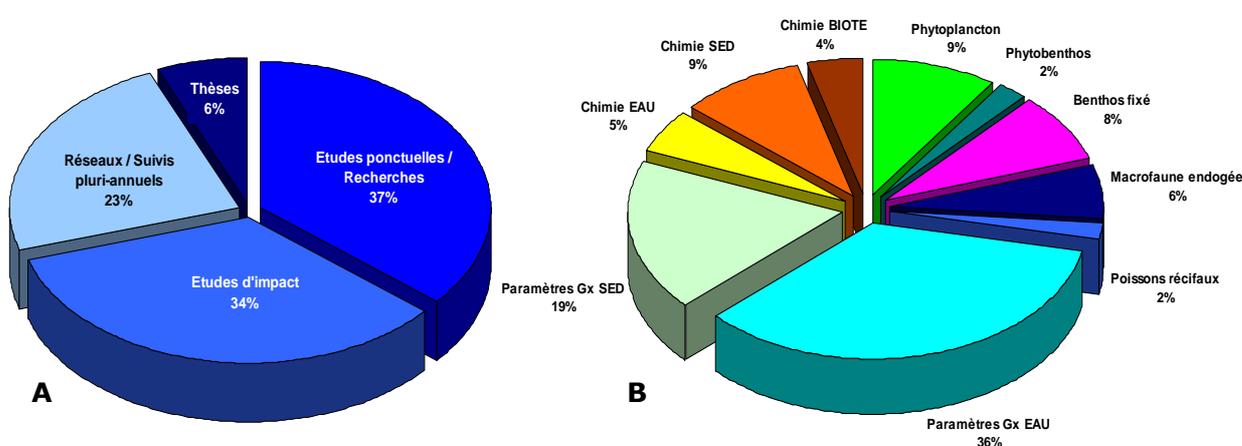


Figure 11 : A : proportions des différents types d'études identifiés lors de l'analyse. B : proportion des différents groupes de paramètres pour lesquels l'analyse a révélé la présence de données potentiellement intéressantes pour la DCE.

Une analyse plus détaillée sur les paramètres étudiés confirme la dominance des données hydrologiques (Figure 12) : les paramètres les mieux représentés sont la salinité et la température (27 études). Viennent ensuite la turbidité, les MES et les sels nutritifs. L'oxygène dissous (12 études) et surtout le pH (3 études seulement) sont quant à eux nettement moins bien représentés.

Concernant les paramètres généraux du sédiment, la granulométrie et la matière organique totale sont les paramètres les mieux représentés (17 et 16 études respectivement). Le carbone organique total n'est abordé que dans 6 études. Dans le groupe de paramètres "phytoplancton", c'est la mesure de la chlorophylle a qui est le plus souvent rencontrée (10 études).

Il faut également signaler l'absence de certains paramètres : données simplement absentes ou non exploitables pour la DCE sur la composition spécifique des communautés benthiques fixées (corail, macro-algues et autres) ainsi que sur la biomasse ichtyologique.

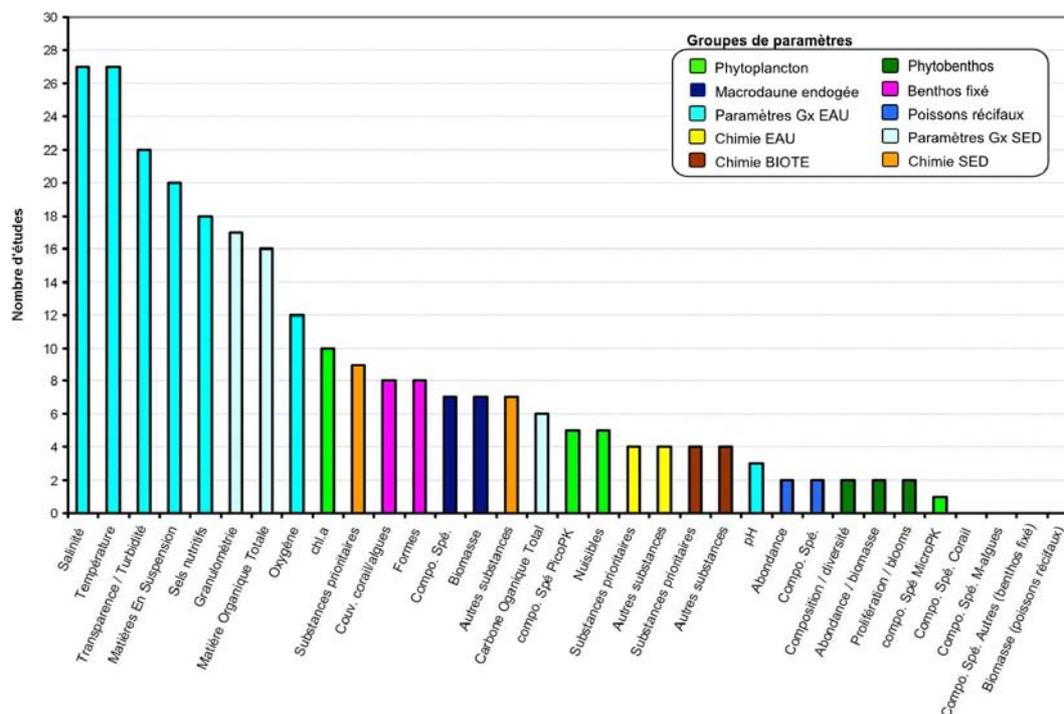


Figure 12 : Détail par paramètre du nombre d'études identifiées comme pertinentes pour la DCE à l'issue de l'analyse.

### 3.4.3. Répartition géographique des études retenues

#### Méthode

L'ensemble des études a été référencé géographiquement selon un découpage du littoral en 52 zones géomorphologiques homogènes définies par ARVAM et IARE (1995). Ce découpage permet de répartir précisément les études le long du littoral et est utilisé comme référentiel dans la base de données BIBLIOMAR. Selon son étendue de prospection ou d'expertise, une étude donnée peut intégrer plusieurs zones. A chaque zone est attribué le nombre brut d'études ayant acquis des données intéressantes pour la DCE, ainsi que le nombre d'occurrences des différents paramètres correspondants.

#### Résultats

Les résultats sont présentés sous forme de 2 types de cartes : une représentation, par zone, de la répartition du nombre d'études pertinentes pour la DCE et 4 cartes présentant les proportions des différents groupes de paramètres, associés à des données pertinentes pour la DCE (Figure 13). Ces cartes détaillées sont présentées en ANNEXE 9.

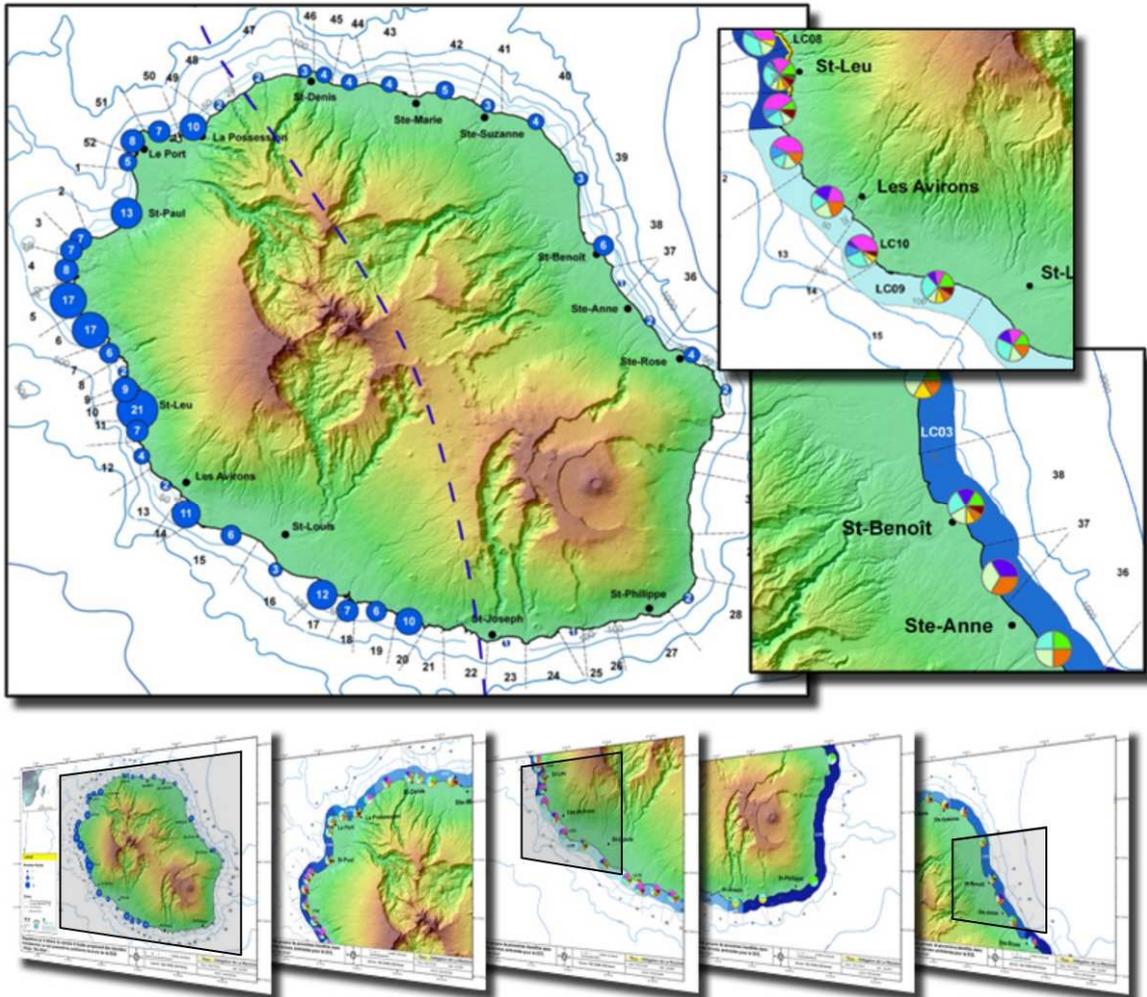


Figure 13 : Répartition sur le littoral du nombre d'études proposant des données intéressantes sur des paramètres pertinents pour la DCE. L'ensemble des cartes produites lors de cette analyse, avec notamment la répartition des différents groupes de paramètres sur le littoral, est présenté en ANNEXE 9.

L'analyse de la répartition géographique des principales études réalisées sur le littoral réunionnais montre un fort déséquilibre de part et d'autre d'un axe Est-Ouest avec une concentration importante d'études entre le Cap La Houssaye et la Pointe au Sel. Au contraire, un déficit d'études conséquent apparaît sur le secteur Sud-Est de l'île. Plusieurs des 52 zones géomorphologiques homogènes définies par ARVAM et IARE (1995) y sont d'ailleurs totalement dépourvues de données.

En outre, la disparité Est/Ouest marquée quantitativement, se caractérise également qualitativement. La diversité des groupes de paramètres rencontrés dans les secteurs Est et Sud-Est est la plus faible.

#### 3.4.4. Analyse temporelle des études identifiées

Un chronogramme de l'ensemble des études cataloguées dans l'atlas de métadonnées a été constitué. Les études peuvent être identifiées par leur code-fiche utilisé dans l'atlas. Un code couleur permet également de distinguer les études réalisées par les bureaux d'études, l'Université, dans le cadre de programmes de RetD, ou de réseaux de suivis existants, et enfin dans le cadre de projets "DCE" coordonnés par l'Ifremer à proprement parler.

La Figure 14 présente un chronogramme simplifié par groupes de paramètres (les chronogrammes détaillés sont donnés en ANNEXE 10).

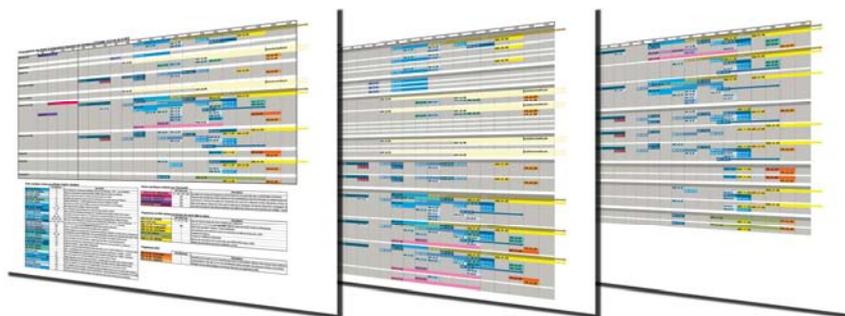
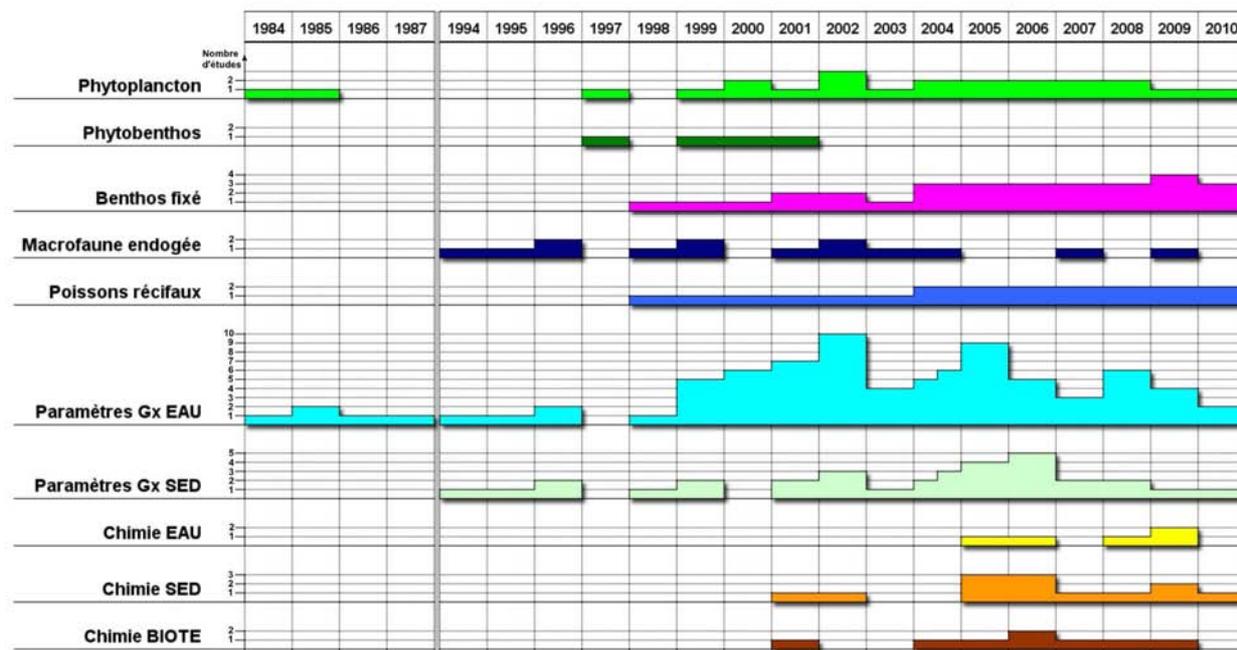


Figure 14 : Chronogramme simplifié par groupe de paramètre des études cataloguées dans l'Atlas de métadonnées (Voir ANNEXE 10 pour le détail)

Les données hydrologiques sont les mieux représentées dans le temps, avec des études remontant aux années 80. C'est également ce groupe de paramètres pour lequel il existe une composante pluriannuelle la plus importante (pilote RNO, puis réseau RHLR depuis 2006, REPOM depuis 2005, suivi de la Pointe des Galets et de la Baie de la Possession pendant 3 ans, suivi de l'impact de l'épave Antonio Lorenzo pendant 4 ans, suivi de l'impact de l'irrigation sur la qualité des eaux marines sur le littoral Ouest pendant 7 ans, ...)

Les groupes de paramètres pour lesquels il n'existe pas d'étude remontant à plus de 10 ans sont l'analyse des contaminants chimiques dans les trois matrices : sédiment, eau et biote.

### 3.5. Conclusions

L'analyse des données existantes, disponibles et pertinentes à La Réunion révèle l'existence d'un volume d'informations relativement conséquent pouvant intéresser la DCE.

Cependant, l'analyse met en évidence des disparités entre les différents paramètres étudiés, la répartition géographique des études et les périodes d'acquisition des données :

- Les paramètres hydrologiques sont largement représentés par rapport aux paramètres chimiques et biologiques.
- La côte ouest est nettement plus étudiée que la côte est, aussi bien d'un point de vue quantitatif que qualitatif.
- La période globale d'acquisition des données débute essentiellement à partir des années 2000, les études historiques étant peu nombreuses et d'exploitation hasardeuse.

Dans leur majorité, les études sont ponctuelles et spécifiques. Il existe toutefois des suivis pluriannuels permettant de disposer de séries de données temporelles offrant la possibilité de dégager des tendances sur des stations de référence. Le meilleur exemple est la mise en place du pilote RNO en 2002 relayé par le RHLR en 2006 et toujours actif aujourd'hui.

C'est à partir de cette première analyse des données et connaissances disponibles qu'une stratégie pour la définition des indicateurs DCE à La Réunion a pu être mise en œuvre. Elle repose sur la constitution de différents groupes d'experts thématiques locaux, appuyés par des experts nationaux, et chargés de faire des propositions d'indicateurs adaptés au contexte local, ainsi que de définir les réseaux de suivi.

## 4. Stratégie : création des 4 Groupes de Travail Thématiques

Compte tenu du contexte spécifique de l'île de La Réunion, une réflexion concertée sur la définition des différents indicateurs et réseaux DCE était incontournable. L'analyse de BIBLIOMAR et des documents disponibles a permis d'identifier les études et données déjà acquises par le passé et pertinentes pour la DCE. Cette analyse a également mis en évidence des manques patents dans certains domaines. De ce fait, il est apparu nécessaire de constituer 4 groupes de travail thématiques regroupant les experts réunionnais (ARVAM, PARETO, ECOMAR, IRD, AAMP, GIP RNMR...), des experts thématiques nationaux (de l'Ifremer ou d'autres organismes), et les représentants de l'Etat (Diren Réunion/Onéma). Ces Groupes de Travail ont été constitués au cours du premier semestre 2009, et sont coordonnés par la Délégation Ifremer Réunion. La composition des quatre groupes de travail DCE Réunion, ainsi que leurs champs de compétences sont donnés par le Tableau 14.

Tableau 14 : Liste des participants, coordinateurs nationaux et appuis extérieurs et locaux des différents Groupes de Travail DCE Réunion.

Groupes de Travail	Délégation Ifremer Réunion								Ifremer TOULON				AAMP	Univ ECOMAR				ARVAM	PARETO	IRD	GIP RNMR				Référénts DCE Nationaux						Appui local et extérieur			
																					DIREN				IFREMER		ONEMA		CEDRE		LPTC			
	R. Le Goff	P. Scolan	J. Garric	M. Robert	B. Andral	J.-L. Gonzales	P. Mouquet	P. Cuet	L. Bigot	P. Frouin	J. Turquet	H. Cambert	J.P. Quod	J-B Nicot	P. Chabanet	E. Tessier	K. Polhin	B. Cauvin	P. Talec	A. Daniel	P. Le Mao	N. Desroy	C. Belin	L. Lambert	L. Miossec	M.C. Ximenes	H. You	O. Naïm	G. Faure	N. Guyomarch	S. Van Gansse	N. Tapie	H. Budzinski	
CHIMIE	X		X	X	X	X								X					X					X	X	X				X	X	X	X	
PHYSICO-CHIMIE & PHYTOPLANCTON	X	X	X	X			X	X		X					X				X	X		X	X	X	X	X	X							
BENTHOS SUBSTRATS MEUBLES	X	X	X	X				X	X	X									X	X	X			X	X	X								
BENTHOS SUBSTRATS DURS	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X						

(Membres des Groupes de travail en couleur)

Ces Groupes de Travail DCE Réunion ont, chacun dans leur domaine, pour missions :

- (1) d'identifier et de hiérarchiser les données pertinentes déjà acquises pouvant être utilisées par la DCE : données représentatives de la qualité moyenne des masses d'eau, à bancariser dans Quadrige<sup>2</sup>, ou données "extrêmes", généralement acquises dans le cadre d'études d'impact au niveau des points de rejet, et indispensables à la définition des valeurs maximales des grilles d'indicateurs (mais dont la bancarisation Q<sup>2</sup> n'est pas obligatoire),
- (2) de définir les paramètres et indicateurs (valeurs seuils, grilles) pertinents pour évaluer la qualité des masses d'eau,
- (3) d'utiliser les grilles d'indicateurs définies et les données pertinentes bancarisées afin d'établir l'état des lieux "zéro" des masses d'eau réunionnaises,
- (4) d'élaborer les réseaux pérennes de suivi de la DCE,
- (5) et, en cas de nécessité, de définir les projets/études permettant l'acquisition des données et connaissances faisant encore défaut pour atteindre tout ou partie des objectifs 2, 3 et/ou 4 précités.

Les principales conclusions des travaux de ces 4 groupes thématiques à la date de début octobre 2010, ainsi que leurs recommandations et propositions sont présentées dans les pages qui suivent, dans le domaine de la chimie, de l'hydrologie, du benthos de substrat dur et enfin du benthos de substrat meuble.

## 5. Synthèses et propositions du Groupe de Travail DCE Chimie Réunion

### 5.1. Rappel du contexte réglementaire particulier de la surveillance chimique à réaliser dans le cadre de la DCE

La **Directive 2008/105/CE** (dite Directive fille) modifie les précédentes Directives 2000/60/CE, 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE (elle abrogera même les 5 dernières le 22 décembre 2012). Cette Directive apporte des modifications au contexte réglementaire de la surveillance chimique, notamment :

- en axant la priorité sur l'obligation de mettre en œuvre un programme de surveillance permettant d'appréhender les tendances temporelles des niveaux de contamination dans chacune des masses d'eau,
- en stipulant qu'il convient de rechercher la ou les matrices les plus adaptées au suivi. Ce positionnement, nouveau, ouvre clairement la porte à une alternative à la surveillance exclusive dans l'eau (qui était jusqu'à présent la règle), en autorisant le contrôle dans les deux autres matrices, sédiment et/ou biote, si elles s'avèrent plus pertinentes.
- en établissant de nouvelles Normes de Qualité Environnementale (NQE) conformément aux dispositions et aux objectifs de la Directive 2000/60/CE.

L'évaluation de l'état chimique des masses d'eau est en effet destinée à vérifier le respect des Normes de Qualité Environnementale (NQE), tant dans le cadre de la surveillance chimique proprement dite, qu'en soutien à l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau.

Cet état chimique ne distingue que 2 classes, bon ou mauvais, qui correspondent au respect ou au non-respect des NQE. La liste des substances à suivre, donnée dans un premier temps par la Directive 76/464/CE, a été complétée par les Directives 2000/60/CE et 2008/105/CE. Elle comprend aujourd'hui :

- 13 substances prioritaires dangereuses et 20 substances prioritaires (annexe 10 de la Directive 2000/60/CE modifiée par la Directive 2008/105/CE)
- 8 substances supplémentaires (liste 1 de la Directive 76/464/CE et annexe 9 de la Directive 2000/60/CE).

Cette liste des "41 substances chimiques" se verra à nouveau complétée dès janvier 2011 de 12 autres substances ou groupes de substances qui devront être impérativement suivies au titre de l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau.

Enfin, des substances spécifiques "locales", i.e. utilisées à La Réunion pour ce qui nous concerne, doivent également être prises en compte dans le cadre de l'évaluation de l'état chimique, en soutien à l'état écologique des masses d'eau.

**Il n'y a donc pas de grilles d'indicateurs à proprement parler pour la surveillance chimique. Les paramètres à prendre en compte sont l'ensemble des substances listées dans les différentes Directives, complétées de substances utilisées localement et pouvant avoir un impact sur les écosystèmes locaux (substances qu'il s'agit d'identifier). Les seuils à respecter sont, substance par substance, les NQE définies dans les Directives. En cas de respect de l'ensemble des NQE, l'état chimique est qualifié de "bon". En cas de dépassement d'une NQE, l'état chimique est "mauvais".**

## 5.2. La mission spécifique du GT chimie

La mission du GT Chimie consiste donc, d'une part, en l'identification des données pertinentes, d'ores et déjà utilisables pour qualifier les masses d'eau (et à bancariser Q<sup>2</sup> dès que possible), et, d'autre part, en l'élaboration d'une proposition de réseau de suivi pérenne à soumettre au Ministère en charge de l'Environnement et à l'ONEMA. Ce réseau doit être défini et validé avant la mi 2011, afin de pouvoir être initié dès 2012.

Le groupe "DCE chimie" a donc été réuni à deux occasions courant 2009/2010 afin d'arrêter une série de propositions sur les contaminants (métaux et composés organiques) à suivre, les fréquences de suivi, les matrices d'analyse (biote, sédiment, eau), les méthodes à retenir, les lieux de suivi...

Les travaux du GT Chimie Réunion et de la cellule environnement de la Délégation Ifremer s'appuient sur :

- les recommandations formulées par la Cellule Analyse du Risque Chimique de l'Ifremer Nantes et de l'INERIS (ARC) portant sur l'adaptation de la surveillance chimique de la DCE au contexte de l'île de La Réunion<sup>4</sup>,
- les conclusions de différents travaux effectués dans le cadre de la DCE à La Réunion, notamment les projets "Modioles" (Cambert *et al.*, 2008), "CARTOMAR"<sup>5</sup> (Turquet et Cambert, 2007 ; Guennoc.P *et al.*, 2008) , "PEPS"<sup>6</sup> (Gonzalez *et al.* 2009, Gonzalez *et al.*, 2010) et "Etat de Référence"<sup>7</sup> (Andral *et al.*, 2010) dont les conclusions apportent des informations sur les niveaux de contamination chimique dans les eaux et le sédiment marin,
- ainsi que sur le document réalisé par le Département de Biogéochimie et Ecotoxicologie de l'Ifremer concernant l'adaptation de la surveillance chimique (Claisse, 2009) pour la DCE conformément à la Directive fille 2008/105/CE.

## 5.3. Les substances à suivre

### 5.3.1. Pour l'évaluation de l'état chimique

Les substances prioritaires et les substances prioritaires dangereuses à suivre pour la caractérisation de l'état chimique des masses d'eau sont celles de l'annexe IX de la Directive 2000/60/CE et de l'annexe II de la Directive 2008/105/CE (Tableau 15)

Concernant cette liste de substances, le GT Chimie Réunion constate que certaines sont volatiles, et estime qu'il n'est pas pertinent de penser pouvoir les analyser dans l'eau. Il s'agit du 1,2-dichloroéthane, du dichlorométhane, du benzène, du chloroforme ou trichlorométhane, du tétrachloroéthylène, du trichloroéthylène, et du tétrachlorure de carbone. Ces substances ne sont qu'exceptionnellement présentes dans les eaux douces, et en sont rapidement éliminées par volatilisation. Elles ne peuvent donc pas être considérées comme des polluants prioritaires dans l'eau de mer, *a fortiori* en zone intertropicale (les eaux "chaudes" augmentent les vitesses de volatilisation).

<sup>4</sup> Adaptation de la surveillance chimique de la DCE au contexte de l'île de La Réunion, Gilles Bocquené.

<sup>5</sup> CARTOMAR : Caractérisation des sédiments marins de La Réunion. Propriétés physiques, contamination et macrofaune benthique.

<sup>6</sup> Projet PEPS La Réunion (Pré étude : Echantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique)

<sup>7</sup> Etat de référence : Caractérisation de l'Etat de Référence biologique des masses d'eau côtières au regard de la Directive Cadre sur l'Eau.

**Le GT Chimie Réunion recommande donc de ne pas prendre en compte les substances volatiles dans les contrôles à venir, à une exception près : le trichlorobenzène qui, bien que volatil, est connu pour se fixer dans le sédiment ou pour être bioaccumulé, et qui de ce fait doit être maintenu dans la liste des substances à suivre.**

### 5.3.2. Pour l'évaluation de l'état écologique

Pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau, la DCE impose de prendre en compte, outre les 41 substances précitées, l'ensemble des substances dont l'utilisation est importante localement, ou la présence dans les masses d'eau est avérée. Pour La Réunion, ces substances ont été identifiées par la cellule ARC (Tableau 16).

Cette liste s'appuie sur les données d'importation disponibles, sur des mesures déjà réalisées dans les eaux douces et marines, dans le biote et les sédiments marins. Le comportement biogéochimique, la disponibilité et la valeur de la NQE (ou au moins l'existence de données d'écotoxicité) ont également été pris en compte dans la sélection de ces substances.

**Compte tenu du travail réalisé par l'ARC, et avant de disposer de données complémentaires, le GT Chimie Réunion confirme la proposition de la cellule ARC, et recommande que les 9 molécules retenues soient incluses dans les listes des substances à prendre en compte dans les contrôles.**

### 5.3.3. Substances de l'Annexe III de la Directive fille susceptibles d'intégrer la liste des substances prioritaires de la DCE

Les substances listées dans l'Annexe III sont regroupées dans le Tableau 17. Elles sont proposées par le rapporteur de la commission environnement du Parlement Européen. Ce sont 12 substances ou groupes de substances qui seront soumis à révision pour leur possible identification comme substances prioritaires ou comme substances dangereuses prioritaires au plus tard en janvier 2011.

Pour le GT Chimie Réunion, aucune de ces substances ne fait l'objet de production industrielle sur l'île. Leur présence dans l'environnement ne peut donc être due qu'à la dispersion par la consommation après import, à certains usages, ou, pour certaines d'entre elles, à la destruction de certains produits.

La présence de *bisphénol A*, de *musc xylènes* et des *SPFO* dans les milieux aquatiques résulte principalement de la consommation domestique, et même si les données manquent concernant ces substances, leur présence dans les eaux réunionnaises n'est pas à exclure *a priori*. Les *PCB*, même si les teneurs mesurées jusqu'à présent à La Réunion sont très faibles, proviennent de la destruction d'installations industrielles (comme les transformateurs) qui sont bien présentes à La Réunion. Il faut donc également suivre ces composés.

Enfin, les *dioxines* sont produites majoritairement lors de la combustion de déchets plastiques. Et si il n'y a pas encore d'incinérateurs d'ordures ménagères sur l'île, deux projets sont actuellement à l'étude.

**Pour ces différentes raisons le GT Chimie Réunion recommande de bien prendre en compte les molécules précitées dans les contrôles et suivis à venir. Par contre, en ce qui concerne l'EDTA, et les cyanures, le GT Chimie Réunion indique que ce sont des produits complexants (chélateurs) dont la présence dans le milieu sous forme non complexée est très improbable. Le GT estime qu'il n'est donc pas pertinent de les suivre.**

Tableau 15. Liste des 41 substances prioritaires et prioritaires dangereuses de la DCE et Normes de Qualité Environnementales (NQE. La NQE-MA correspond à la NQE moyenne annuelle, elle s'applique, entre autre, à la concentration totale de tous les isomères).

(En orange : les substances volatiles, qu'il n'est donc pas pertinent de suivre en milieu marin, excepté le Trichlorobenzène.)

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	Famille	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE
15972-60-8	1	1	Alachlore	Herbicide	0.3000	0.3000
120-12-7	2	2	Anthracène	HAP	0.1000	0.1000
1912-24-9		3	Atrazine	Herbicide	0.6000	0.6000
71-43-2	4	4	Benzène	Solvant	8.0000	8.0000
32534-81-9	5	5	Pentabromodiphényléther	Retardateur de flamme	0.0002	0.0002
7440-43-9	6	6	Cadmium	Métaux	2.5000	0.2000
85535-84-8	7	7	C10-13 chloroalcane	Hydrocarbures halogénés	0.4000	0.4000
470-90-6	8	8	Chlorfenvinphos	Insecticide	0.1000	0.1000
2921-88-2	9	9	Ethyl chlorpyrifos	Insecticide	0.0300	0.0300
107-06-2	10	10	1,2-dichloroéthane	Solvant	10.0000	10.0000
75-09-2	11	11	Dichlorométhane	Solvant	20.0000	20.0000
117-81-7	12	12	Diéthylhexylphthalate (DEHP ou DOP)	Plastifiant	1.3000	1.3000
330-54-1	13	13	Diuron	Herbicide	0.2000	0.2000
959-98-8	14	14	Endosulfan alpha	Insecticide	0.0005	0.0005
206-44-0	15	15	Fluoranthène	HAP	0.1000	0.1000
118-74-1	16	16	Hexachlorobenzène	Pesticide	0.0300	0.0100
87-68-3	17	17	Hexachlorobutadiène	Solvant bioaccumulable	0.1000	0.1000
608-73-1	18	18	HCH-alpha	Insecticide	0.0200	0.0020
608-73-1	18	18	HCH-beta	Insecticide	0.0200	0.0020
	18	18	HCH-delta	Insecticide	0.0200	0.0020
58-89-9	18	18	HCH-gamma (Lindane)	Insecticide	0.0200	0.0020
34123-59-6	19	19	Isoproturon	Herbicide	0.3000	0.3000
7439-97-6	20	20	Plomb	Métaux	7.2000	7.2000
7439-97-6	21	21	Mercure	Métaux	0.3000	0.0500
91-20-3	22	22	Naphtalène	HAP	1.2000	1.2000
7440-02-0	23	23	Nickel	Métaux	20.0000	20.0000
104-40-5	24	24	Nonylphénol (4--nonylphénol)	Tensio actifs	0.3000	0.3000
140-66-9	25	25	4-tert-octylphénol	Tensio actifs	0.0100	0.0100
608-93-5	26	26	Pentachlorobenzène	Fongicide	0.0007	0.0007
87-86-5	27	27	Pentachlorophénol	Biocide	2.0000	0.4000
50-32-8	28	28	Benzo (a) pyrène	HAP	0.0500	0.0500
205-99-2	28	28	Benzo (b) fluoranthène	HAP	0.0300	somme = 0,03
207-08-9	28	28	Benzo (k) fluoranthène	HAP	0.0300	
191-24-2	28	28	Benzo (g,h,i) périlène	HAP	0.0020	somme = 0,002
92-52-4	28	28	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	HAP	0.0020	
122-34-9	29	29	Simazine	Herbicide	1.0000	1.0000
s. o.	30	30	Composés du tributylétain	Biocide	0.0002	0.0002
36643-28-4	30	30	Tributylétain-cation	Biocide	0.0002	0.0002
12002-48-1	31	31	Trichlorobenzène	Solvant	0.4000	0.4000
67-66-3	32	32	Chloroforme	Solvant	12.0000	2.5000
1582-09-8	33	33	Trifluraline	Herbicide	0.0300	0.0300
56-23-5	34	6 bis	Tétrachlorure de carbone	Solvant	12.0000	12.0000
309-00-2	35	9 bis	Aldrine	Insecticide	0.0100	somme = 0,005
60-57-1	36	9 bis	Dieldrine	Insecticide	0.0100	
72-20-8	37	9 bis	Endrine	Insecticide	0.0050	
465-73-6	38	9 bis	Isodrine	Insecticide	0.0050	
50-29-3	39	9 ter	DDT pp'	Insecticide	0.0100	0.0100
s. o.	39	9 ter	Total DDT	Insecticide	0.0250	0.0250
127-18-4	40	29 bis	Tétrachloroéthylène	Solvant	10.0000	10.0000
79-01-6	41	29 ter	Trichloroéthylène	Solvant	10.0000	10.0000

Tableau 16. Liste des 9 substances complémentaires à prendre en compte pour la définition de l'état écologique des masses d'eau côtières à La Réunion.

Numéro CAS	Molécules / Substances	Famille	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE
94-75-7	<b>2,4-D</b>	herbicide	1.5000	NQE INCONNUE
52918-63-5	<b>Deltaméthrine</b>	insecticide	0.0001	NQE INCONNUE
29232-93-7	<b>Ethyl pyrimiphos</b>	insecticide	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
120068-37-3	<b>Fipronil</b>	insecticide	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
69377-81-7	<b>Fluroxypyr</b>	herbicide	0.3000	NQE INCONNUE
133-07-3	<b>Folpet</b>	fongicide	0.0020	NQE INCONNUE
67129-08-2	<b>Métazachlore</b>	herbicide	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
51218-45-2	<b>Métolachlore</b>	herbicide	0.2000	NQE INCONNUE
19666-30-9	<b>Oxadiazon</b>	herbicide	0.0900	NQE INCONNUE

Tableau 17. Liste des 12 substances ou groupe de substances soumises à révision pour leur éventuelle intégration comme substances prioritaires ou prioritaires dangereuses. (En orange : les produits complexants, qu'il n'est donc pas pertinent de suivre en milieu marin.)

Numéro CAS	Molécules / Substances	Famille	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE
1066-51-9	<b>AMPA</b>	métabolite de l'herbicide glyphosate	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
25057-89-0	<b>Bentazone</b>	herbicide	70.0000	70.0000
80-05-7	<b>Bisphénol A</b>	ingrédient plastique	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
57-12-5	<b>Cyanures libres</b>	complexant industriel	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
115-32-2	<b>Dicofol</b>	acaricide	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
124495-18-7	<b>Dioxines, furanes et PCB type dioxines</b>	intermédiaire industriel	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
60-00-4	<b>EDTA</b>	complexant industriel, chélatant	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
1071-83-6	<b>Glyphosate</b>	herbicide	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
7085-19-0	<b>MCPP (Mecoprop)</b>	herbicide	22.0000	22.0000
81-15-2	<b>Musc xylene</b>	ingrédient cosmétique	10.0000	10.0000
124495-18-7	<b>Quinoxylène</b>	fongicide	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE
1763-23-1	<b>Sulfonate de perfluorooctane (SPFO)</b>	ingrédient textile	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE

## 5.4. Les matrices de contrôle selon les substances

### 5.4.1. Les matrices théoriquement adaptées et les préconisations de la DCE en la matière

La Directive fille 2008/105/CE oblige à mettre en œuvre des programmes de surveillance permettant d'appréhender les tendances temporelles des niveaux de contamination des masses d'eau. Ceci est précisé dans le considérant 9 de la dite Directive, indiquant que tous les états membres doivent contrôler le sédiment ou le biote à une fréquence raisonnable afin de "fournir des données suffisantes à une analyse de **tendance fiable à long terme** des substances prioritaires qui tendent à s'accumuler dans le sédiment et/ou le biote".

La priorité est donc désormais axée sur un programme permettant d'évaluer des tendances temporelles, en recherchant pour chacune des substances la ou les matrices les plus adaptées.

Le principe utilisé dans le cadre de la DCE (circulaire DCE 2007/20) vise à séparer les substances en deux groupes distincts (hydrophiles ou non hydrophiles) selon leur coefficient de partage octanol/eau, ou "log Kow".

- **Les substances non hydrophiles** dont le coefficient de partage est supérieur à 3 (**log Kow > 3**) **présentent une tendance à la bioaccumulation** et se retrouvent principalement dans les matrices intégratrices (**biote et/ou sédiment**).
- Au contraire, **les substances hydrophiles** ne peuvent être suivies dans ces matrices correctement. Il convient donc de **les suivre par des mesures effectuées dans l'eau**.

Les matrices *a priori* les plus adaptées pour le suivi des substances retenues sont récapitulées dans le Tableau 18, le Tableau 19 et le Tableau 20.

Tableau 18 : Matrices a priori adaptées pour le suivi des 41 substances de l'Annexe II dans le cadre du contrôle de surveillance. (En orange : les solvants volatils non pertinents en milieu marin ; à noter que les métaux peuvent être suivis dans les 3 compartiments.)

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	log Kow	Matrice	Famille
15972-60-8	1	1	Alachlore	2.8	Eau	Herbicide
120-12-7	2	2	Anthracène	4.45	Sédiment/Biote	HAP
1912-24-9		3	Atrazine	2.6	Eau	Herbicide
71-43-2	4	4	Benzène	2.13	Eau	Solvant
32534-81-9	5	5	Pentabromodiphényléther	6.57	Sédiment/Biote	Retardateur de flamme
7440-43-9	6	6	Cadmium	-	Eau/Sédiment/Biote	Métaux
85535-84-8	7	7	C10-13 chloroalcanes	4.39 - 8.69	Sédiment/Biote	Hydrocarbures halogénés
470-90-6	8	8	Chlorfenvinphos	3.8 - 4.15	Sédiment/Biote	Insecticide
2921-88-2	9	9	Ethyl chlorpyrifos	4.7	Sédiment/Biote	Insecticide
107-06-2	10	10	1,2-dichloroéthane	1.48	Eau	Solvant
75-09-2	11	11	Dichlorométhane	1.25	Eau	Solvant
117-81-7	12	12	Diéthylhexylphtalate (DEHP ou DOP)	7.5	Sédiment/Biote	Plastifiant
330-54-1	13	13	Diuron	2.7	Eau	Herbicide
959-98-8	14	14	Endosulfan alpha	4.7	Sédiment/Biote	Insecticide
206-44-0	15	15	Fluoranthène	5.16	Sédiment/Biote	HAP
118-74-1	16	16	Hexachlorobenzène	5.73	Sédiment/Biote	Pesticide
87-68-3	17	17	Hexachlorobutadiène	4.78	Sédiment/Biote	Solvant bioaccumulable
608-73-1	18	18	HCH-alpha	3.7	Sédiment/Biote	Insecticide
608-73-1	18	18	HCH-beta	3.7	Sédiment/Biote	Insecticide
	18	18	HCH-delta	3.7	Sédiment/Biote	Insecticide
58-89-9	18	18	HCH-gamma (Lindane)	3.7	Sédiment/Biote	Insecticide
34123-59-6	19	19	Isoproturon	2.5	Eau	Herbicide
7439-97-6	20	20	Plomb	-	Eau/Sédiment/Biote	Métaux
7439-97-6	21	21	Mercure	-	Eau/Sédiment/Biote	Métaux
91-20-3	22	22	Naphtalène	3.7	Sédiment/Biote	HAP
7440-02-0	23	23	Nickel	-	Eau/Sédiment/Biote	Métaux
104-40-5	24	24	Nonylphénol (4--nonylphénol)	4.5	Sédiment/Biote	Tensio actifs
140-66-9	25	25	4-tert-octylphénol	4.5	Sédiment/Biote	Tensio actifs
608-93-5	26	26	Pentachlorobenzène	5.18	Sédiment/Biote	Fongicide
87-86-5	27	27	Pentachlorophénol	5.12	Sédiment/Biote	Biocide
50-32-8	28	28	Benzo (a) pyrène	5.97	Sédiment/Biote	HAP
205-99-2	28	28	Benzo (b) fluoranthène	6.32	Sédiment/Biote	HAP
207-08-9	28	28	Benzo (k) fluoranthène	6.84	Sédiment/Biote	HAP
191-24-2	28	28	Benzo (g,h,i) périlène	7.1	Sédiment/Biote	HAP
92-52-4	28	28	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	6.58	Sédiment/Biote	HAP
122-34-9	29	29	Simazine	2.2	Eau	Herbicide
s.o.	30	30	Composés du tributylétain	3.54	Sédiment/Biote	Biocide
36643-28-4	30	30	Tributylétain-cation	3.54	Sédiment/Biote	Biocide
12002-48-1	31	31	Trichlorobenzènes	4.05	Sédiment/Biote	Solvant
67-66-3	32	32	Chloroforme	1.97	Eau	Solvant
1582-09-8	33	33	Trifluraline	5.3	Sédiment/Biote	Herbicide
56-23-5	34	6 bis	Tétrachlorure de carbone	2.83	Eau	Solvant
309-00-2	35	9 bis	Aldrine	6.41	Sédiment/Biote	Insecticide
60-57-1	36	9 bis	Dieldrine	4.9	Sédiment/Biote	Insecticide
72-20-8	37	9 bis	Endrine	5.25	Sédiment/Biote	Insecticide
465-73-6	38	9 bis	Isodrine	6.91	Sédiment/Biote	Insecticide
50-29-3	39	9 ter	DDT pp'	6.36	Sédiment/Biote	Insecticide
s.o.	39	9 ter	Total DDT	5.5 - 6.1	Sédiment/Biote	Insecticide
127-18-4	40	29 bis	Tétrachloroéthylène	2.53 - 3.40	Sédiment/Biote	Solvant
79-01-6	41	29 ter	Trichloroéthylène	2.42	Eau	Solvant

Tableau 19. Matrices a priori adaptées pour le suivi des substances de l'Annexe III susceptibles d'intégrer la liste des substances de l'Annexe II. (En orange : les produits complexants, qu'il n'est donc pas pertinent de suivre en milieu marin.).

Numéro CAS	Molécules / Substances	log Kow	Matrice	Famille
1066-51-9	AMPA	-2.7	Eau	métabolite de l'herbicide glyphosate
25057-89-0	Bentazone	2.8	Eau	herbicide
80-05-7	Bisphénol A	3.32	Sédiment/Biote	ingrédient plastique
57-12-5	Cyanures libres	-		complexant industriel
115-32-2	Dicofol	4.28	Sédiment/Biote	acaricide
124495-18-7	Dioxines, furanes et PCB type dioxines	5.2 - 7.8	Sédiment/Biote	intermédiaire industriel
60-00-4	EDTA	-		complexant industriel, chélatant
1071-83-6	Glyphosate	-3.4	Eau	herbicide
7085-19-0	MCPP (Mecoprop)	3.13	Sédiment/Biote	herbicide
81-15-2	Musc xylene	4.9	Sédiment/Biote	ingrédient cosmétique
124495-18-7	Quinoxylène	5.69	Sédiment/Biote	fongicide
1763-23-1	Sulfonate de perfluorooctane (SPFO)	-		ingrédient textile

Tableau 20. Matrices a priori adaptées pour le suivi des 9 substances "réunionnaises".

Numéro CAS	Molécules / Substances	log Kow	Matrice	Famille
94-75-7	2,4-D	2.8	Eau	herbicide
52918-63-5	Deltaméthrine	4.6	Sédiment/Biote	insecticide
29232-93-7	Ethyl pyrimiphos	4.2	Sédiment/Biote	insecticide
120068-37-3	Fipronil	3.5	Sédiment/Biote	insecticide
69377-81-7	Fluroxypyr	5.04	Sédiment/Biote	herbicide
133-07-3	Folpet	3.1	Sédiment/Biote	fongicide
67129-08-2	Métazachlore	2.1	Eau	herbicide
51218-45-2	Métolachlore	3.2	Sédiment/Biote	herbicide
19666-30-9	Oxadiazon	4.8	Sédiment/Biote	herbicide

#### 5.4.2. recommandations du GT Chimie Réunion sur l'intérêt des suivis dans le sédiment

Le projet **CARTOMAR** (Turquet et Cambert, 2007 ; Guennoc *et al.*, 2008) a permis l'acquisition de données de granulométrie (206 stations) et de concentration en contaminants chimiques (42 stations) dans les sédiments du littoral réunionnais. 78 substances (DCE et non DCE confondues) ont alors été détectées.

En s'appuyant également sur les travaux de Andral *et al.* (2010), ces données ont été utilisées par le GT Chimie pour évaluer l'intérêt/la pertinence d'un suivi "contaminants chimiques DCE" dans les sédiments marins à La Réunion.

Cette évaluation a reposé sur une étude des corrélations entre les teneurs en contaminants et les teneurs en aluminium (pour les contaminants métalliques) ou les teneurs en carbone organique total (autres substances). Les résultats sont donnés en ANNEXE 11.

De cette étude il ressort que les sédiments à La Réunion ne sont pas de bons intégrateurs (ou indicateurs) de la contamination chimique dans l'eau : les représentations graphiques de normalisation ne permettent pas de mettre en évidence des corrélations entre teneur en contaminant et teneur en aluminium ou carbone organique total. Il est de ce fait impossible d'interpréter les résultats de contamination, et en particulier impossible de corréliser les valeurs des contaminations constatées et les niveaux d'apports locaux (i.e. l'importance des

rejets locaux) en contaminants. Le GT chimie indique que cette impossibilité de corréler niveau d'apport local et niveau de contamination constaté dans les sédiments trouve son explication dans :

- la nature particulièrement grossière des sédiments réunionnais, caractérisés par des taux d'argiles ou de carbone organique total négligeables,
- et dans les remaniements très importants desdits sédiments du fait de l'hydrodynamisme marqué, et de la fréquence et de l'importance des houles cycloniques ou australes qui génèrent des décapages fréquents des zones de sédimentation, et ce jusqu'aux limites des masses d'eau littorales réunionnaises.

**Après analyse des données (du projet CARTOMAR) de contamination chimique dans les sédiments, le GT DCE Chimie Réunion recommande de ne pas retenir ce compartiment pour les contrôles DCE du fait de la nature même des sédiments, trop grossiers, et des remaniements très fréquents qu'ils subissent sur l'ensemble du pourtour de La Réunion, rendant impossible toute évaluation des niveaux réels de contamination chimique des masses d'eau, et toute hiérarchisation des apports locaux en contaminants.**

#### 5.4.3. Quelles méthodes de suivi dans le biote ?

Les sédiments littoraux réunionnais ne se prêtant pas aux suivis chimiques, les suivis dans le biote deviennent indispensables.

Du fait de la très grande pauvreté du pourtour de l'île en bancs naturels de coquillages, le GT chimie indique qu'il sera nécessaire d'utiliser la méthode du caging pour pouvoir réaliser des suivis dans le biote.

En s'appuyant sur l'étude de pré-faisabilité de Turquet *et al* (2001) et celles visant à évaluer les capacités de bioaccumulation des modioles (Gonzalez *et al.*, 2005 ; Cambert *et al.*, 2008), le GT Chimie retient la modiole *Modiolus auriculatus* comme espèce principale pour le caging, mais recommande que des essais soient également menés sur des huîtres.

En ce qui concerne la modiole, et ainsi que le note Turquet en 2001, cette espèce "présente la capacité de concentrer le mercure, le plomb, les PCB, le lindane et d'autres pesticides organochlorés". "La bioaccumulation de certains contaminants dans la chair des moules est confirmée au-delà des seuils de détection analytiques [...]. Des résultats similaires ont été trouvés par Klumpp et Burdon-Jones, en 1982, en Australie et par Bourdelin, en 1994, en Polynésie française. Cette affinité de *Modiolus auriculatus* pour de nombreux contaminants peut être comparée à celle de *Mytilus edulis*."

Turquet identifie 2 gisements utilisables (accessibilité des bancs, densités), mais s'interroge sur leur capacité à supporter sur le long terme les prélèvements qui seront réalisés aux fins du caging. En outre, les modioles étant de petite taille (2 à 3 cm), les manipulations de préparation des échantillons avant analyse sont longues, donc coûteuses. Le GT Chimie reprend donc les conclusions de Turquet et recommande de mener lors de la première année de caging un test sur les huîtres (*Pinctada margaritifera*) qui se développent sur les cages aquacoles en baie de St-Paul en grandes quantités, et qui du fait de leur beaucoup plus grande taille seraient plus aisées à analyser. Il s'agira, lors de la première réalisation du contrôle de surveillance, de réaliser un test sur deux sites avec cette espèce en plus des

modioles de façon à pouvoir de comparer les résultats obtenus sur les deux espèces et être à même de statuer sur l'espèce à retenir pour le réseau pérenne.

**La méthode du caging de modioles (*Modiolus auriculatus*) est donc préconisée par le GT DCE Chimie Réunion pour le suivi des contaminations dans le biote. En parallèle, le GT propose de réaliser des essais de caging d'huîtres (*Pinctada margaritifera*) sur deux sites à l'occasion de la première campagne de contrôle de surveillance afin d'évaluer les intérêts respectifs des deux espèces et les différentiels de contamination.**

#### 5.4.4. Quelles méthodes de suivi dans l'eau ?

L'étude réalisée par l'Ifremer et l'ARVAM, (Gonzalez *et al.*, 2010) a permis tester le potentiel des échantillonneurs passifs pour les suivis dans l'eau. Les principales conclusions sont que la méthode des **échantillonneurs passifs** (ANNEXE 12) :

- permet de **suivre la très grande majorité des substances retenues pour La Réunion**, y compris les substances hydrophobes,
- améliore la **qualité** des données produites (abaissement des seuils de détection pour nombre de molécules),
- simplifie la **mise en œuvre, et donc abaisse les coûts** de la surveillance.

#### **Comparaison des limites de détection (LD) des méthodes d'analyse classiques et des méthodes reposant sur l'utilisation d'échantillonneurs passifs**

Les techniques d'échantillonnage passif présentent l'avantage majeur d'atteindre des limites de détection (LD) très largement inférieures (de l'ordre de 100 fois) à celles obtenues par les techniques "classiques" (Cf tableau comparatif en ANNEXE 12 pour la technique des POCIS). Cet abaissement des LD est primordial car, pour que les résultats obtenus soient pleinement interprétables, il faut que la LD soit inférieure au tiers de la NQE.

Une comparaison des limites de détection obtenues avec les deux "méthodes", en regard des NQE connues à ce jour, est présentée ci après (Tableau 21 à Tableau 24). Sur l'ensemble des substances prioritaires, prioritaires dangereuses et supplémentaires pertinentes pour La Réunion (Tableau 21 et Tableau 22), les **limites de détection (LD) par les méthodes d'analyses classiques respectent la limite du tiers de la NQE pour seulement 57 %** d'entre elles (18 substances ne disposent pas d'une LD suffisante pour répondre aux NQE). **La mise en œuvre d'échantillonneurs passifs permet d'augmenter sensiblement ce ratio à près de 75 %**. A noter que sur les 11 substances qui ne répondent pas au critère avec les échantillonneurs passifs, seule 1 substance (*Endosulfan alpha*) présente une Limite de Détection trop élevée par rapport à la NQE. Pour toutes les autres (*PBDE, C10-C13 Chloroalcanes, Hexachlorobutadiène, Mercure, Pentachlorobenzène Tributylétain-cation, DEHP, Pentachlorophénol, Trichlorobenzènes et Trifluraline*) il manque les LD et les LQ qui sont en cours de définition.

En ce qui concerne les substances candidates pour intégrer la liste des 41 substances prioritaires en janvier 2011, ainsi que les substances sélectionnées comme étant pertinentes à suivre en soutien à l'état écologique à La Réunion (Tableau 23 et Tableau 24), il existe un manque de connaissances évident

concernant les valeurs des NQE et certaines limites de détection, tant avec les méthodes classiques qu'avec les échantillonneurs passifs. Sur les 19 composés au total, 10 n'ont pas de norme de qualité environnementale définie à ce jour, 5 ne disposent pas de méthode d'analyse définie, et pour 16 d'entre eux, l'utilisation des échantillonneurs passifs n'a pas encore été validée.

Tableau 21 : Comparaison des techniques d'analyse dans l'eau : "échantillonneurs passifs" vs "méthodes classiques" pour la liste des 41 substances de la DCE. (SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passifs opérationnelle, SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passif possible a priori, SBSE/POCIS/DGT : analyse à valider).

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	LQ (µg/l) Méthode classique	Possibilité d'analyses par Ech. Passif	LQ (µg/l) Ech. Passif (*)	Respect du seuil		Nature des substances
									Méthode classique	Ech. Passif	
120-12-7	2	2	Anthracène	0.1000	0.1000	0.005	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
32534-81-9	5	5	Pentabromodiphényléther	0.0002	0.0002	0.1	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire dang.
7440-43-9	6	6	Cadmium	2.5000	0.2000	0.1	DGT	0.0020	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
85535-84-8	7	7	C10-13 chloroalcane	0.4000	0.4000	10	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire dang.
959-98-8	14	14	Endosulfan alpha	0.0005	0.0005	0.001	SBSE	0.0005	Non respect NQE/3	Non respect NQE/3	Prioritaire dang.
118-74-1	16	16	Hexachlorobenzène	0.0300	0,0100	0.001	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
87-68-3	17	17	Hexachlorobutadiène	0.1000	0,1 000	1	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire dang.
608-73-1	18	18	HCH-alpha	0.0200	0.0020	0.001	SBSE	0.0005	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
608-73-1	18	18	HCH-beta	0.0200	0.0020	0.001	SBSE	0.0005	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
-	18	18	HCH-delta	0.0200	0.0020	0.001	SBSE	0.0005	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
58-89-9	18	18	HCH-gamma (Lindane)	0.0200	0.0020	0.001	SBSE	0.0005	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
7439-97-6	21	21	Mercure	0.3000	0,0500	0.005	DGT	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire dang.
104-40-5	24	24	Nonylphénol (4--nonylphénol)	0.3000	0.3000	0.01	SBSE/POCIS	0.0025	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
608-93-5	26	26	Pentachlorobenzène	0.0007	0.0007	0.01	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire dang.
50-32-8	28	28	Benzo (a) pyrène	0.0500	0.0500	0.005	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
205-99-2	28	28	Benzo (b) fluoranthène	0.0300	somme = 0,0300	0.005	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
207-08-9	28	28	Benzo (k) fluoranthène	0.0300		0.005	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
191-24-2	28	28	Benzo (g,h,i) périlène	0.0020	somme = 0,0020	0.005	SBSE	0.0005	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
92-52-4	28	28	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0.0020		0.005	SBSE	0.0005	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire dang.
36643-28-4	30	30	Tributylétain-cation	0.0002	0.0002	0.002	DGT	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire dang.

(\*) Pour les échantillonneurs "intégratifs" qui nécessitent d'être immergés dans la masse d'eau (DGT et POCIS) : la LQ indiquée correspond à la LQ de la technique analytique mise en œuvre pour mesurer la concentration du composé dans l'éluât (DGT) ou l'extrait (POCIS) en tenant compte du facteur d'extraction/concentration (qui est surtout une fonction du temps d'immersion dans le milieu).

Dans le cas des métaux mesurés par DGT, la LQ est de 0.01 µg/l dans l'éluât. Pour ramener à une LQ dans l'eau, il faut tenir compte du temps que le DGT est resté dans l'eau (et, dans une moindre importance, de la T°C). Par exemple: si le DGT est resté 24H dans de l'eau à 20°C, 0.01 µg/l mesurés dans l'éluât correspondent à une LQ dans l'eau de 0.002 µg/l. Cette LQ peut être divisée par 2, 3, ... en laissant l'échantillonneur 2 fois, 3 fois, ... plus longtemps (dans la limite de 5 jours maximum pour limiter le fouling).

Les LQ des échantillonneurs passifs DGT présentés ici sont donc exprimées en µg/l pour 24 h d'exposition à 20°C. Les LQ des POCIS sont exprimés en µg/l pour une durée d'exposition de 20 jours. (Voir présentations détaillées des techniques et des calculs en ANNEXE 12).

NB : Lorsqu'une substance peut être analysée simultanément par 2 types d'échantillonneur passif, c'est la LQ la plus faible qui figure dans le tableau.

Tableau 22 : Comparaison des techniques d'analyse dans l'eau : "échantillonneurs passifs" vs "méthodes classiques" pour la liste des 41 substances de la DCE. (SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passifs opérationnelle, SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passif possible a priori, SBSE/POCIS/DGT : analyse à valider).  
(En orange : substances non pertinentes à suivre en milieu marin.)

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	LQ (µg/l) Méthode classique	Possibilité d'analyses par Ech. Passif	LQ (µg/l) Ech. Passif (*)	Respect du seuil		Nature des substances
									Méthode classique	Ech. Passif	
15972-60-8	1	1	Alachlore	0.3000	0.3000	0.01	SBSE/POCIS	0.0001	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
1912-24-9	3	3	Atrazine	0.6000	0.6000	0.02	SBSE/POCIS	0.0002	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
71-43-2	4	4	Benzène	8.0000	8.0000	1	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
107-06-2	10	10	1,2-dichloroéthane	10.0000	10.0000	1	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
75-09-2	11	11	Dichlorométhane	20.0000	20.0000	10	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
470-90-6	8	8	Chlorfenvinphos	0.1000	0.1000	0.02	SBSE/POCIS	0.0001	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
2921-88-2	9	9	Ethyl chlorpyrifos	0.0300	0.0300	0.02	SBSE/POCIS	0.0005	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
117-81-7	12	12	Diéthylhexylphtalate (DEHP ou DOP)	1.3000	1.3000	0.1	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
330-54-1	13	13	Diuron	0.2000	0.2000	0.1	POCIS	0.0001	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
206-44-0	15	15	Fluoranthène	0.1000	0.1000	0.005	SBSE/POCIS	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
34123-59-6	19	19	Isoproturon	0.3000	0.3000	0.1	POCIS	0.0002	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
7439-97-6	20	20	Plomb	7.2000	7.2000	0.2	DGT	0.0020	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
91-20-3	22	22	Naphtalène	1.2000	1.2000	0.02	SBSE/POCIS	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
7440-02-0	23	23	Nickel	20.0000	20.0000	0.5	DGT	0.0020	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
140-66-9	25	25	4-tert-octylphénol	0.0100	0.0100	0.01	SBSE/POCIS	0.0006	Non respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
87-86-5	27	27	Pentachlorophénol	2.0000	0.4000	0.01	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
122-34-9	29	29	Simazine	1.0000	1.0000	0.02	SBSE/POCIS	0.0002	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Prioritaire
12002-48-1	31	31	Trichlorobenzènes	0.4000	0.4000	1	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
67-66-3	32	32	Chloroforme	12.0000	2.5000	1	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
1582-09-8	33	33	Trifluraline	0.0300	0.0300	0.05	SBSE	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Prioritaire
56-23-5	34	6 bis	Tétrachlorure de carbone	12.0000	12.0000	1	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Supplémentaire
309-00-2	35	9 bis	Aldrine	0.0100	somme = 0,005	0.001	SBSE/POCIS	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Supplémentaire
60-57-1	36	9 bis	Dieldrine	0.0100		0.001	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Supplémentaire
72-20-8	37	9 bis	Endrine	0.0050		0.001	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Supplémentaire
465-73-6	38	9 bis	Isodrine	0.0050		0.001	SBSE/POCIS	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Supplémentaire
50-29-3	39	9 ter	DDT pp'	0.0100		0.0100	0.001	SBSE/POCIS	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3
s.o.	39	9 ter	Total DDT	0.0250	0.0250	0.001	SBSE/POCIS	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Supplémentaire
127-18-4	40	29 bis	Tétrachloroéthylène	10.0000	10.0000	0.5	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Supplémentaire
79-01-6	41	29 ter	Trichloroéthylène	10.0000	10.0000	1	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Supplémentaire

(\*) voir explications page précédente (p. 50, Tableau 21)

Tableau 23 : Comparaison des techniques d'analyse dans l'eau : "échantillonneurs passifs" vs "méthodes classiques" pour la liste des 12 substances ou groupe de substances candidates pour intégrer la liste des substances prioritaires et prioritaires dangereuses. (SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passifs opérationnelle, SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passif possible a priori, SBSE/POCIS/DGT : analyse à valider).  
(En orange : substances non pertinentes à suivre en milieu marin.)

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	LQ (µg/l) Méthode classique	Possibilité d'analyses par Ech. Passif	LQ (µg/l) Ech. Passif (*)	Respect du seuil		Nature des substances
									Méthode classique	Ech. Passif	
1066-51-9			AMPA	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	LQ INCONNUE	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE et LQ inconnues	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11
25057-89-0	132		Bentazone	70.0000	70.0000	0.02	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Candidate SP jan.11
80-05-7			Bisphénol A	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	LQ INCONNUE	POCIS	0.0029	NQE et LQ inconnues	NQE Inconnue	Candidate SP jan.11
57-12-5			Cyanures libres	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	0.1	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE INCONNUE	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11
115-32-2			Dicofol	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	0.01	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE INCONNUE	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11
124495-18-7			Dioxines, furanes et PCB type dioxines	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	0	SBSE	LQ INCONNUE	NQE INCONNUE	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11
60-00-4			EDTA	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	LQ INCONNUE	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE et LQ inconnues	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11
1071-83-6			Glyphosate	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	LQ INCONNUE	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE et LQ inconnues	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11
7085-19-0	91		MCPP (Mecoprop)	22.0000	22.0000	0.02	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Candidate SP jan.11
81-15-2			Musc xylene	10.0000	10.0000	LQ INCONNUE	SBSE	LQ INCONNUE	LQ INCONNUE	LQ INCONNUE	Candidate SP jan.11
124495-18-7			Quinoxylène	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	0.001	SBSE	LQ INCONNUE	NQE INCONNUE	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11
1763-23-1			Sulfonate de perfluorooctane (SPFO)	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	LQ INCONNUE	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE et LQ inconnues	NQE et LQ inconnues	Candidate SP jan.11

(\*) voir explications en note p. 50, Tableau 21

Tableau 24 : Comparaison des techniques d'analyse dans l'eau : "échantillonneurs passifs" vs "méthodes classiques" pour la liste des 9 substances sélectionnées en soutien à l'évaluation de l'état écologique à La Réunion. (SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passifs opérationnelle, SBSE/POCIS/DGT : analyse par éch. Passif possible a priori, SBSE/POCIS/DGT : analyse à valider).

(En orange : substances non pertinentes à suivre en milieu marin.)

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	LQ (µg/l) Méthode classique	Possibilité d'analyses par Ech. Passif	LQ (µg/l) Ech. Passif (*)	Respect du seuil		Nature des substances
									Méthode classique	Ech. Passif	
94-75-7			2,4-D	1.5000	NQE INCONNUE	0.02	Pas d'info.	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Subs. Réunion
52918-63-5			Deltaméthrine	0.0001	NQE INCONNUE	0.01	Pas d'info.	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Subs. Réunion
29232-93-7			Ethyl pyrimiphos	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	0.02	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE INCONNUE	NQE et LQ inconnues	Subs. Réunion
120068-37-3			Fipronil	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	0.01	Pas d'info.	LQ INCONNUE	NQE INCONNUE	NQE et LQ inconnues	Subs. Réunion
69377-81-7			Fluroxypyr	0.3000	NQE INCONNUE	0.02	Pas d'info.	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Subs. Réunion
133-07-3			Folpet	0.0020	NQE INCONNUE	0.01	Pas d'info.	LQ INCONNUE	Non respect NQE/3	LQ INCONNUE	Subs. Réunion
67129-08-2			Métazachlore	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	0.01	SBSE/POCIS	0.0001	NQE INCONNUE	NQE Inconnue	Subs. Réunion
51218-45-2			Métolachlore	0.2000	NQE INCONNUE	0.01	SBSE	0.0005	Respect NQE/3	Respect NQE/3	Subs. Réunion
19666-30-9			Oxadiazon	0.0900	NQE INCONNUE	0.001	SBSE	LQ INCONNUE	Respect NQE/3	LQ INCONNUE	Subs. Réunion

(\*) voir explications en note p. 50, Tableau 21

### **Facilité de la mise en œuvre et comparaison des coûts**

Par rapport aux méthodes "classiques", le GT chimie tient à rappeler les intérêts de la technique des échantillonneurs passifs qui sont les suivants (Figure 15) :

- "prélèvements" plus rapides et plus aisés, réalisables par des personnels moins spécialisés : pas de pompe et tuyauterie spéciales, et donc pas de besoins en sources d'énergie extérieures, pas de volumes d'échantillons importants à stocker et conserver, pas de réactifs ou de solvants, ni d'opération de filtration en mer...
- pour certains composés, extraction et concentration *in situ*, réduisant ainsi une partie des contraintes, et donc du coût.
- minimisation des phénomènes de spéciation des contaminants échantillonnés (car pas d'opérations de prélèvement d'eau, stockage, filtration),
- concentrations représentatives de la concentration "moyenne", c'est-à-dire "intégrée" sur la durée d'immersion de l'échantillonneur (la méthode classique fournit une valeur instantanée).

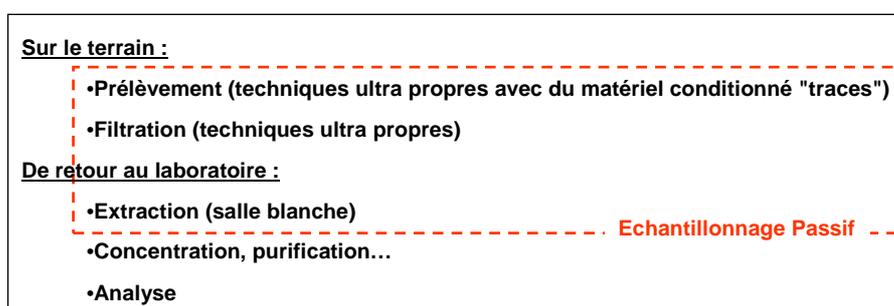


Figure 15 : Etapes nécessaires à l'analyse des contaminants métalliques et organiques sous forme "dissoute": comparaison entre les techniques classiques et celles de l'échantillonnage passif (in Gonzalez et al., 2010).

Enfin, après chiffrage des coûts prévisionnels d'un réseau de surveillance DCE couvrant les masses d'eau réunionnaises (ANNEXE 13), le GT Chimie indique que le coût global par les méthodes classiques d'analyse dans l'eau serait de l'ordre de 280 000 euros, contre de 147 000 euros en réalisant le suivi dans l'eau au moyen des 3 types d'échantillonneurs passifs (différence de 133 000 euros soit 48%).

**En conclusion, le GT "DCE Chimie Réunion" indique qu'aucune méthode, classique ou par échantillonnage passif, n'est aujourd'hui pleinement satisfaisante pour effectuer des suivis "dans l'eau" : nombre de substances dont le suivi est exigé par la DCE n'ont toujours pas de NQE définie, voire même, n'ont pas de méthode analytique définie. Néanmoins, les comparaisons effectuées entre les deux méthodes mettent clairement en évidence les avantages de l'échantillonnage passif, et le GT chimie préconise donc son utilisation pour les contrôles dans l'eau du réseau chimie DCE à La Réunion.**

#### 5.4.5. Conclusions du GT chimie sur les substances et méthodes

Les substances retenues par le GT chimie, les matrices de contrôle (suivant la nature même des substances et leur potentiel de bioaccumulation) et le choix des méthodes (en fonction des substances) sont synthétisés dans les tableaux ci-après (Tableau 25 à Tableau 27).

Tableau 25 : Synthèse des matrices et méthodes à utiliser pour la liste des 41 substances prioritaires (Bleu : analyse par échantillonneurs passifs (Ech. P) opérationnelle ; Vert : analyses par Ech. P possible a priori ; Rouge : analyses par Ech. P à valider).

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	Matrice préconisée	Méthode possible		Eval bon état (BE) / Tendance temporelle (TT)
							EAU	BIOTE	
15972-60-8	1	1	Alachlore	0.3000	0.3000	Eau	SBSE/POCIS		BE/TT
120-12-7	2	2	Anthracène	0.1000	0.1000	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
1912-24-9	3	3	Atrazine	0.6000	0.6000	Eau	SBSE/POCIS		BE/TT
71-43-2	4	4	Benzène	8.0000	8.0000	Eau	SBSE (à vérifier)		Non pertinente
32534-81-9	5	5	Pentabromodiphényléther	0.0002	0.0002	Biote	SBSE	Caging Modiole	TT
7440-43-9	6	6	Cadmium	2.5000	0.2000	Eau/Biote	DGT	Caging Modiole	BE/TT
85535-84-8	7	7	C10-13 chloroalcane	0.4000	0.4000	Biote	SBSE	Caging Modiole	TT
470-90-6	8	8	Chlorfenvinphos	0.1000	0.1000	Eau/Biote	SBSE/POCIS	Caging Modiole	BE/TT
2921-88-2	9	9	Ethyl chlorpyrifos	0.0300	0.0300	Eau/Biote	SBSE/POCIS	Caging Modiole	BE/TT
107-06-2	10	10	1,2-dichloroéthane	10.0000	10.0000	Eau	SBSE (à vérifier)		Non pertinente
75-09-2	11	11	Dichlorométhane	20.0000	20.0000	Eau	SBSE (à vérifier)		Non pertinente
117-81-7	12	12	Diéthylhexylphtalate (DEHP ou DOP)	1.3000	1.3000	Biote	SBSE	Caging Modiole	TT
330-54-1	13	13	Diuron	0.2000	0.2000	Eau	POCIS		BE/TT
959-98-8	14	14	Endosulfan alpha	0.0005	0.0005	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
206-44-0	15	15	Fluoranthène	0.1000	0.1000	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
118-74-1	16	16	Hexachlorobenzène	0.0300	0.0100	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
87-68-3	17	17	Hexachlorobutadiène	0.1000	0.1000	Biote	SBSE	Caging Modiole	TT
608-73-1	18	18	HCH-alpha	0.0200	0.0020	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
608-73-1	18	18	HCH-beta	0.0200	0.0020	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
	18	18	HCH-delta	0.0200	0.0020	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
58-89-9	18	18	HCH-gamma (Lindane)	0.0200	0.0020	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
34123-59-6	19	19	Isoproturon	0.3000	0.3000	Eau	POCIS		BE/TT
7439-97-6	20	20	Plomb	7.2000	7.2000	Eau/Biote	DGT	Caging Modiole	BE/TT
7439-97-6	21	21	Mercure	0.3000	0.0500	Eau/Biote	DGT	Caging Modiole	TT
91-20-3	22	22	Naphtalène	1.2000	1.2000	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
7440-02-0	23	23	Nickel	20.0000	20.0000	Eau/Biote	DGT	Caging Modiole	BE/TT

(Suite) Synthèse des matrices et méthodes à utiliser pour la liste des 41 substances prioritaires (Bleu : analyse par échantillonneurs passifs (Ech. P) (opérationnelle) ; Vert : analyses par Ech. P possible a priori ; Rouge : analyses par Ech. P à valider).

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	Matrice préconisée	Méthode possible		Tendance temporelle : TT Eval bon état : BE
							EAU	BIOTE	
104-40-5	24	24	Nonylphénol (4--nonylphénol)	0.3000	0.3000	Eau/Biote	SBSE/POCIS	Caging Modiole	BE/TT
140-66-9	25	25	4-tert-octylphénol	0.0100	0.0100	Eau/Biote	SBSE/POCIS	Caging Modiole	BE/TT
608-93-5	26	26	Pentachlorobenzène	0.0007	0.0007	Biote	SBSE	Caging Modiole	TT
87-86-5	27	27	Pentachlorophénol	2.0000	0.4000	Biote	SBSE	Caging Modiole	BE(?)TT
50-32-8	28	28	Benzo (a) pyrène	0.0500	0.0500	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
205-99-2	28	28	Benzo (b) fluoranthène	0.0300	somme = 0,03	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
207-08-9	28	28	Benzo (k) fluoranthène	0.0300		Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
191-24-2	28	28	Benzo (g,h,i) périlène	0.0020	somme = 0,002	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
92-52-4	28	28	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0.0020		Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
122-34-9	29	29	Simazine	1.0000	1.0000	Eau	SBSE/POCIS		BE/TT
36643-28-4	30	30	Tributylétain-cation	0.0002	0.0002	Biote	DGT	Caging Modiole	TT
12002-48-1	31	31	Trichlorobenzènes	0.4000	0.4000	Biote	SBSE	Caging Modiole	TT
67-66-3	32	32	Chloroforme	12.0000	2.5000	Eau	SBSE (à vérifier)		Non pertinente
1582-09-8	33	33	Trifluraline	0.0300	0.0300	Biote	SBSE	Caging Modiole	TT
56-23-5	34	6 bis	Tétrachlorure de carbone	12.0000	12.0000	Eau	SBSE (à vérifier)		Non pertinente
465-73-6	38	9 bis	Isodrine	0.0050	0.0050	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	Non pertinente
309-00-2	35	9 bis	Aldrine	0.0100	somme = 0,005	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
60-57-1	36	9 bis	Dieldrine	0.0100		Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
72-20-8	37	9 bis	Endrine	0.0050		Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
465-73-6	38	9 bis	Isodrine	0.0050		Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
50-29-3	39	9 ter	DDT pp'	0.0100	0.0100	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
s.o.	39	9 ter	Total DDT	0.0250	0.0250	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
127-18-4	40	29 bis	Tétrachloroéthylène	10.0000	10.0000	Biote	SBSE (à vérifier)	Caging Modiole	Non pertinente
79-01-6	41	29 ter	Trichloroéthylène	10.0000	10.0000	Eau	SBSE (à vérifier)		Non pertinente

Tableau 26 : Synthèse des matrices et méthodes à utiliser pour la liste des 12 substances candidates pour intégrer la liste des substances prioritaires (Bleu : analyse par échantillonneurs passifs (Ech. P) opérationnelle ; Vert : analyses par Ech. P possible a priori ; Rouge : analyses par Ech. P à valider).

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	Matrice préconisée	Méthode possible		Tendance temporelle : TT Eval bon état : BE
							EAU	BIOTE	
1066-51-9			AMPA	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Eau	Pas d'info.		
25057-89-0	132		Bentazone	70	70	Eau	SBSE		BE/TT (?)
80-05-7			Bisphénol A	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Eau/Biote	POCIS	Caging Modiole	BE/TT
57-12-5			Cyanures libres	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE		Pas d'info.		Non pertinente
115-32-2			Dicofol	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Biote	Pas d'info.	Caging Modiole	TT
124495-18-7			Dioxines, furanes et PCB type dioxines	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT (?)
60-00-4			EDTA	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE		Pas d'info.		Non pertinente
1071-83-6			Glyphosate	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Eau	Pas d'info.		
7085-19-0	91		MCPP (Mecoprop)	22	22	Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT (?)
81-15-2			Musc xylene	10	10	Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT (?)
124495-18-7			Quinoxylène	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT (?)
1763-23-1			Sulfonate de perfluorooctane (SPFO)	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE		Pas d'info.		

Tableau 27 : Synthèse des matrices et méthodes à utiliser pour la liste des 9 substances à suivre en soutien à l'état écologique à La Réunion (Bleu : analyse par échantillonneurs passifs (Ech. P) opérationnelle ; Vert : analyses par Ech. P possible a priori ; Rouge : analyses par Ech. P à valider).

Numéro CAS	Subs. n°	Annexe X & IX	Molécules / Substances	NQE (µg/l) Directive 2000/60/CE	NQE-MA (µg/l) Directive 2008/105/CE	Matrice préconisée	Méthode possible		Tendance temporelle : TT Eval bon état : BE
							EAU	BIOTE	
94-75-7			2,4-D	1.5	NQE INCONNUE	Eau	Pas d'info.		TT
52918-63-5			Deltaméthrine	0.0001	NQE INCONNUE	Biote	Pas d'info.	Caging Modiole	TT
29232-93-7			Ethyl pyrimiphos	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Biote	Pas d'info.	Caging Modiole	TT
120068-37-3			Fipronil	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Biote	Pas d'info.	Caging Modiole	TT
69377-81-7			Fluroxypyr	0.3	NQE INCONNUE	Biote	Pas d'info.	Caging Modiole	TT
133-07-3			Folpet	0.002	NQE INCONNUE	Biote	Pas d'info.	Caging Modiole	TT
67129-08-2			Métazachlore	NQE INCONNUE	NQE INCONNUE	Eau	SBSE/POCIS		BE/TT
51218-45-2			Métolachlore	0.2	NQE INCONNUE	Eau/Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT
19666-30-9			Oxadiazon	0.09	NQE INCONNUE	Biote	SBSE	Caging Modiole	BE/TT (?)

Les mesures dans l'eau reposeront sur l'utilisation d'échantillonneurs passifs. Elles auront pour objet principal la qualification de l'état des masses d'eau par comparaison des concentrations mesurées avec les NQE.

Les suivis réalisés dans le Biote viendront compléter les mesures réalisées dans l'eau pour permettre d'appréhender les tendances à long terme. Les analyses seront effectuées sur des modioles (*Modiolus auriculatus*) au moyen de la technique de caging, ainsi que sur des huîtres (*Pinctada margaritifera*) si les essais projetés s'avèrent probants.

## 5.5. Plan spatial d'échantillonnage

Le groupe chimie préconise de réaliser un échantillonnage spatial le plus exhaustif possible à l'occasion du premier plan de gestion. Il indique que le nombre de stations<sup>8</sup> pourra être réévalué au terme du premier plan, compte tenu des premiers résultats obtenus. De même, il souligne que la mise en exploitation de la plateforme de modélisation hydrodynamique de La Réunion courant 2012 pourrait amener à revoir le positionnement de certaines stations de suivi.

### Stations du réseau chimie DCE - La Réunion

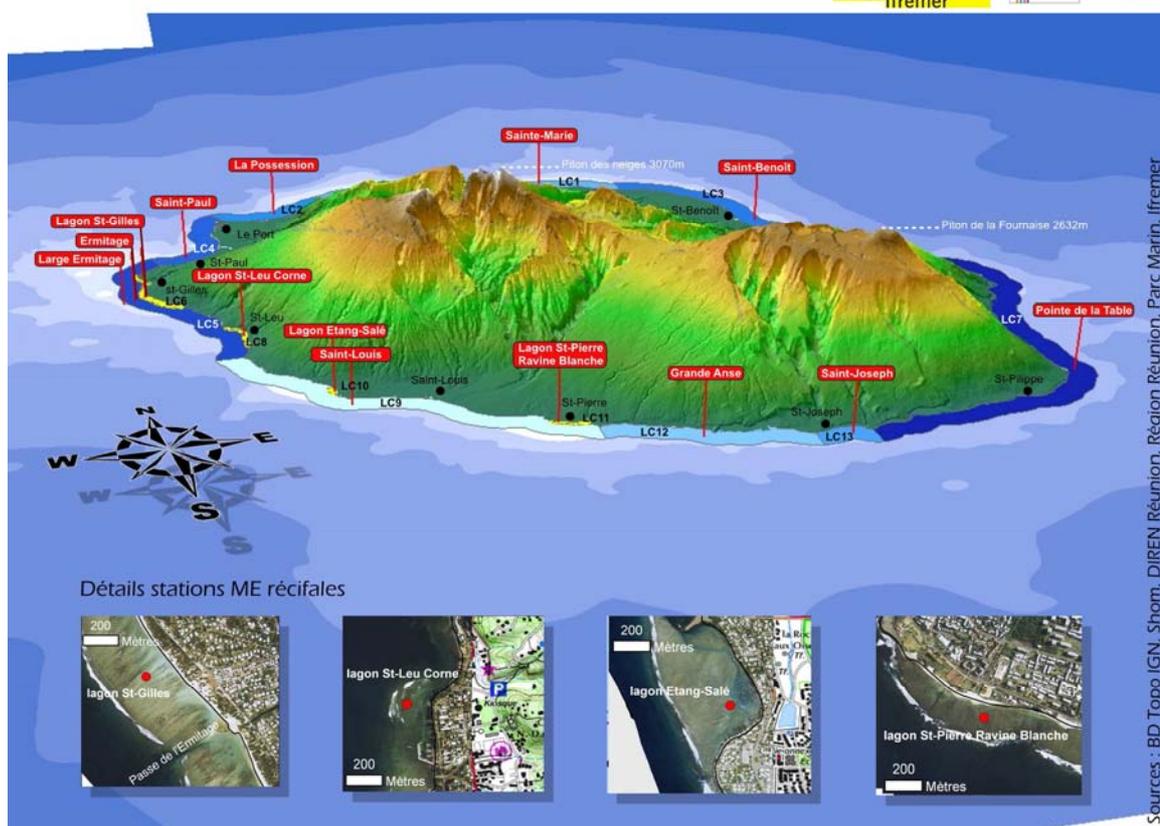


Figure 16 : positionnement des points de suivi "chimie" dans le cadre du contrôle de surveillance DCE à La Réunion

Pour le moment, les premiers suivis dans **l'eau** (par la méthode des échantillonneurs passifs) et dans le **biote** (par la méthode du caging de modioles) seront réalisés sur 14 stations, soit une par masse d'eau, plus une un peu plus au

<sup>8</sup> Chaque station est définie par des coordonnées géographiques précises (GPS). Tous les suivis y sont réalisés : SBSE, PO CIS, DGT, modioles, et éventuellement huîtres. Ces stations correspondent également aux stations de suivi du Réseau Hydrologique Littoral Réunionnais (RHRL).

large, en dehors de tout apport anthropique, et servant de station de référence (station "large Ermitage" de la Figure 16).

En parallèle, le suivi dans les huîtres se fera sur 2 stations ("St Paul" et "Ermitage") afin d'évaluer l'intérêt de cette espèce et les différentiels de contamination.

## 5.6. Fréquence d'échantillonnage et première mise en œuvre du réseau de contrôle

**Le suivi dans le biote** par la méthode du caging de modioles (ainsi que la phase de test du caging d'huîtres) sera réalisé en 2012. Les modioles et les huîtres seront positionnées pendant une période de 3 mois en chacune des stations de suivi, laps de temps suffisant pour que les phénomènes de décontamination/recontamination soient achevés, condition *sine qua non* pour que les résultats d'analyse reflètent bien les niveaux de contamination locaux. Le GT recommande de réaliser **deux suivis complets par plan de gestion** (soit un suivi tous les 3 ans<sup>9</sup> ; Tableau 28)

**Le suivi dans l'eau par la méthode des échantillonneurs passif ne sera réalisé qu'une fois par plan de gestion.**

**Le suivi au moyen des SBSE** fera l'objet d'un test dès 2010, mais le premier suivi complet ne sera réalisé qu'en 2012. 6 campagnes bimestrielles sont à programmer, en s'appuyant sur les campagnes de prélèvement à la mer du Réseau Hydrologique Littoral Réunionnais (RHLLR).

Le suivi dans l'eau par la méthode des **DGT** et des **POCIS** nécessite la pose, puis, dans un second temps, la récupération des échantillonneurs (après respectivement une semaine et trois semaines d'immersion). Le groupe de travail préconise de lancer les suivis en 2012, et de réaliser 2 campagnes dans l'année, la première en période humide (janvier/février 2012) et la seconde en période sèche (juin/juillet 2012). Là encore, la pose et/ou la récupération des échantillonneurs s'appuieront sur les campagnes à la mer prévues dans le cadre du RHLLR<sup>10</sup>

Tableau 28 : préfiguration du réseau DCE chimie à La Réunion ; nombre de stations et fréquence des suivis.

Matrices	Méthode	Lieux de surveillance		fréquence par année	fréquence par plan de gestion
		Masses d'eau	stations		
Eau	SBSE	13 ME DCE + 1pt de réf	14 points	6 fois/an	1
	POCIS	13 ME DCE + 1pt de réf	14 points	2 fois/an	1
	DGT	13 ME DCE + 1pt de réf	14 points	2 fois/an	1
Biote	MOULE	13 ME DCE + 1pt de réf	14 points	1 fois/an	2
	HUITRE	2 points		1 fois/an	2

Le premier suivi complet interviendra donc en 2012. La bancarisation Q<sup>2</sup> des données produites et les rapports de synthèse devront avoir été achevés avant septembre 2013, le plan de gestion en cours s'achevant en décembre 2013.

<sup>9</sup> Le coût par plan de gestion de ce suivi dans le biote sera donc de l'ordre de 130 000 euros (2 campagnes par plan de gestion) ANNEXE 13

<sup>10</sup> Le coût par plan de gestion de ce suivi dans l'eau sera donc de l'ordre de 147 000 euros ; ANNEXE 13

## 6. Synthèses et propositions dans le domaine de l'hydrologie (physico-chimie et phytoplancton)

Le GT Hydrologie n'a pour l'instant été réuni qu'une fois, en avril 2010, mais a, depuis cette date, poursuivi ses travaux via une plate-forme d'échanges informatique. Les travaux réalisés à ce jour ont porté sur l'identification des données pertinentes, sur le choix des paramètres indicateurs et des grilles associées, et sur la définition du réseau pérenne de surveillance.

### 6.1. Identification des données pertinentes ; bancarisation Q<sup>2</sup>

A partir des fiches de métadonnées mises à disposition par la cellule environnement de la Délégation Réunion, le GT Hydrologie a retenu comme pertinentes (données acquises dans le respect de protocoles normalisés, pour lesquelles l'ensemble des métadonnées existe, et rendues libres de droit d'utilisation par leur producteur) :

- l'ensemble des données acquises dans le cadre du RNO "hydro",
- les données acquises dans le cadre du RHLR,
- les données de l'étude phytorun,
- les données de température de sub-surface publiées par Conand *et al.* (2007).

Les stratégies Q<sup>2</sup> relatives à ces études et données ont été renseignées mi 2010 et transmises à la cellule de coordination nationale Q<sup>2</sup>. Fin octobre 2010, l'ensemble des données produites dans le cadre du RHLR a pu être bancarisé. Avec les données RNO déjà archivées au préalable, 11 063 données hydrologiques de La Réunion sont donc sauvegardées dans Q<sup>2</sup> à la fin 2010 (Tableau 29).

Tableau 29 : données hydrologiques déjà bancarisées sous Q<sup>2</sup>

Année	RHLR	RNOHYD	Nb total de données
<b>2002</b>		1 243	<b>1 243</b>
<b>2003</b>		3 281	<b>3 281</b>
<b>2004</b>		2 836	<b>2 836</b>
<b>2005</b>		1 209	<b>1 209</b>
<b>2006</b>		424	<b>424</b>
<b>2007</b>		536	<b>536</b>
<b>2008</b>	755		<b>755</b>
<b>2009</b>	779		<b>779</b>
<b>Nb total de données</b>	<b>1 534</b>	<b>9 529</b>	<b>11 063</b>

### 6.2. Paramètres et indicateurs proposés

Les travaux du GT Hydrologie ont consisté en une analyse de la pertinence locale des indicateurs et grilles déjà proposés en métropole, et en une réflexion pour le développement de nouveaux indicateurs, spécifiques aux eaux réunionnaises (et plus largement aux eaux littorales en zone intertropicale).

#### 6.2.1. L'indicateur oxygène dissous

La grille, basée sur les impacts connus d'hypoxies ou d'anoxies sur les poissons, est la même partout, dans les eaux métropolitaines ou tropicales (Tableau 30).

C'est le percentile 10 de l'ensemble des données acquises (mesurées en mg/L) au fond sur la durée du plan de gestion (6 ans) qui qualifie l'état de la masse d'eau.

Tableau 30 : grille DCE de l'indicateur oxygène dissous ; valeurs seuils correspondant au percentile 10 des mesures réalisées au fond sur l'ensemble d'un plan de gestion.



Le GT Hydrologie retient donc cette grille pour La Réunion. Les données identifiées comme pertinentes pour ce paramètre (RNO Hydro, puis RHLR) ont été utilisées afin d'évaluer la qualité des masses d'eau vis-à-vis de cet indicateur. Les résultats obtenus sont donnés dans le Tableau 31.

A noter que les données acquises en surface ou sub-surface ont également été traitées, mais uniquement à titre indicatif : seules les mesures au fond sont à prendre en considération pour cet indicateur.

Tableau 31 : évaluation de la qualité des masses d'eau réunionnaises au moyen de l'indicateur oxygène dissous (Les valeurs acquises dans les lagons ont été reportées à la fois dans les colonnes surface et fond, les prélèvements ayant été réalisés à mi profondeur, soit à environ 50 cm sous la surface et 50 cm du fond).

		Surf		Fond	
		>5	N	>5	N
		3-5		3-5	
		2-3		2-3	
		1-2		1-2	
		<1		<1	
		(Percentile 10)			
FRLC01	Rivière des pluies	6.3	6		
	Sainte-Marie	6.2	22	6.5	9
FRLC02	La Possession	6.2	50	6.7	32
FRLC03	Rivière de l'Est	6.6	24	7.0	24
	Rivière du Mât	6.7	30	7.0	22
	Saint-Benoit	6.2	22	6.5	9
FRLC04	Rivière des Galets	6.4	24	7.0	24
	Rivière des Galets 2	6.3	6		
	Saint-Paul	6.2	22	6.5	8
FRLC06	Lagon Saline les Bains	4.3	29	4.3	29
FRLC07	Pointe de la Table	6.4	51	6.8	33
FRLC08	Lagon Saint Leu	4.3	30	4.3	30
	Lagon Saint Leu Corne	6.7	22	6.7	22
FRLC09	Rivière Saint Etienne	6.4	30	6.9	24
	Saint-Louis	6.3	16	6.4	8
FRLC11	Lagon Saint Pierre	7.1	6	7.1	6
	Lagon Saint Pierre Ravine Blanche	5.3	22	5.3	22
FRLC12	Grande Anse	6.3	51	6.8	33
FRLR06	Lagon Saint Gilles-les-Bains	4.2	24	4.2	24
OR1	Large de Ste Rose	6.3	6	6.3	6
OR2	Large Hermitage	6.2	39	6.9	32

Les résultats obtenus permettent de classer les masses d'eau réunionnaises dans les classes "très bon" et "bon" état.

C'est dans les lagons que les résultats ne sont que "bons", mais le GT Hydrologie tient à insister sur l'importance, en ce qui concerne les mesures dans le lagon, d'œuvrer à heures fixes du fait des variations journalières. Une réflexion devra donc

être menée par le GT Hydrologie sur la définition d'un protocole de prélèvement lors de la phase d'élaboration du réseau pérenne de suivi. Le GT Hydrologie s'est également interrogé sur la possibilité/nécessité d'intégrer les faibles valeurs nocturnes (qui seraient alors à acquérir au moyen de sondes en continu) du fait des importantes variations des teneurs en oxygène, notamment dans les zones lagunaires, et cette question a été posée à la coordination nationale de la DCE.

### 6.2.2. L'indicateur température

Le suivi de la température (en sub surface) est une exigence de la DCE. L'indicateur développé en métropole repose sur la définition d'une "enveloppe" sinusoïdale annuelle de température correspondant à 3 fois l'intervalle interquartile. La masse d'eau est considérée comme étant en mauvais état si 5% des valeurs obtenues sur le plan de gestion sortent de cette enveloppe de référence. Cet indicateur ne comprend donc que 2 classes de qualité : bon ou mauvais.

En métropole, les masses d'eau côtières ont été découpées en 5 types du fait des différences entre la Manche, l'Atlantique, la Méditerranée... Pour chacun des groupes de masses d'eau, une enveloppe distincte a été définie.

Après examen des différents types métropolitains, le GT Hydrologie a constaté que la spécificité de nos eaux obligeait à définir une enveloppe spécifique Réunion.

Les données de température de sub-surface déjà bancarisées dans Q<sup>2</sup> (programmes RHRLR et RNOHYD : 1073 données) ont été utilisées la cellule nationale de coordination DCE qui a réalisé une première définition du "type réunionnais" (Figure 17).

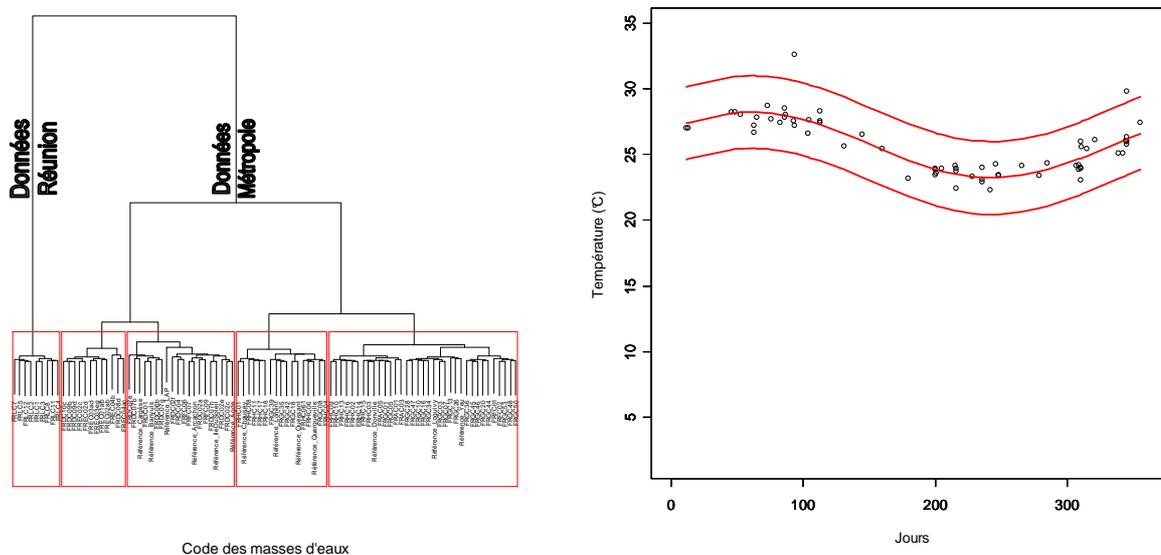


Figure 17 : premier essai de définition d'un "type réunionnais" vis-à-vis du paramètre température de surface (D. Soudant et A. Daniel, cellule de coordination nationale Q<sup>2</sup>).

Ce travail doit être considéré comme un premier essai, le GT Hydrologie souhaitant rappeler :

- qu'il y a une différence marquée des températures entre le lagon et l'extérieur et qu'il serait vraisemblablement opportun de prévoir 2 enveloppes distinctes pour La Réunion (à tester par la cellule Q<sup>2</sup>),
- et que du fait de l'impact de la température sur l'état de santé des récifs coralliens, la valeur seuil de 29°C mériterait d'être prise en compte : en effet, au-dessus de 29°C (sur des durées définies), le phénomène de blanchissement corallien s'enclenche à La Réunion, blanchissement pouvant aller jusqu'à la mort du corail. Le GT hydrologie estime par conséquent que les deux sinusoides de référence devront afficher ce "seuil biologique".

Le GT Hydrologie souhaite également signaler qu'un indicateur "température" a déjà été défini pour le suivi du blanchissement du corail (Degree Heating Weeks mis au point par la NOAA), que le suivi de ce phénomène de blanchissement est en place depuis de nombreuses années à La Réunion, et qu'il dispose donc d'un très grand nombre de données de température permettant d'établir l'enveloppe (ou les enveloppes) de référence pour La Réunion. Ces données ont donc été adressées à la cellule nationale Q<sup>2</sup> qui en assure, à la fin octobre 2010, le traitement.

### 6.2.3. L'indicateur chlorophylle a

Les données pertinentes vis-à-vis de ce paramètre (RNO et RHLR) ont été utilisées pour examiner les résultats obtenus en appliquant 5 grilles "chlorophylle" : la grille Manche/Atlantique (type 1), 3 grilles utilisées en Méditerranée (Andral, Comm Pers) et celle proposée en Martinique (Tableau 32 et Tableau 33).

Tableau 32 : Grilles de Manche/Atlantique, de Méditerranée et de Martinique pour l'indicateur chlorophylle a (valeur du percentile 90 défini sur l'ensemble des données acquises en sub-surface au cours un plan de gestion de 6 ans)

Type de ME	Très Bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
	seuil	seuil	seuil	seuil	seuil
<b>Type 1(*)</b>	5	10	20	40	
<b>Type 2A(*)</b>	2.4	3.6	7.2	14.4	
<b>Type 3W(*)</b>	1.1	1.8	3.6	7.2	
<b>Type 3W Corse(*)</b>	0.75	1.22	2.44	4.88	
<b>Martinique</b>	0.1	1	5	10	

(\*).Nouvelle classification des ME Méditerranéennes (Andral, comm.pers.)

Selon le GT Hydrologie, il n'y a aucune raison d'estimer que les masses d'eau réunionnaises ne sont pas en très bon état du point de vue d'un indicateur chlorophylle a. De ce fait, le GT Hydrologie propose de retenir la grille méditerranéenne la plus contraignante (celle définie pour la Corse ; première colonne du Tableau 33) car elle est adaptée à des eaux oligotrophes, tout en permettant le classement de nos masses d'eau dans la catégorie "très bon état". Les données acquises dans le cadre du RHLR 2010 seront utilisées dès le début 2011 afin de statuer définitivement sur le choix de la grille.

Tableau 33 : Evaluation de la qualité des masses d'eau réunionnaises au moyen de l'indicateur chlorophylle a. Application des 5 grilles chlorophylle développées en Manche/Atlantique, en Méditerranée ou à La Martinique aux données RNO hydro Réunion et RHLR extraites de Q<sup>2</sup>.

	Nbr Données	(Ancienne nomenclature)	Est Med	Est Med	Ouest Med	Med Etangs	Marti-nique
			Type 3W Corse	Type 3W	Type 2A	Type 1	
			<0.75	<1.1	< 2.4	<5	< 0,1
			0.75 - 1.22	1.1 - 1.8	2.4 - 3.6	5-10	0,1-1
			1.22 - 2.44	1.8 - 3.6	3.6 - 7.2	10-20	1-5
			2.44 - 4.88	3.6 - 7.2	7.2 - 14.4	20-40	5-10
		(Percentile 90)	>4.88	>7.2	> 14.4	>40	>10
<b>FRLC01</b>	6	Rivière des pluies	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	12	Sainte-Marie	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
<b>FRLC02</b>	41	La Possession	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
<b>FRLC03</b>	23	Rivière de l'Est	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
	29	Rivière du Mât	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	12	Saint-Benoit	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
<b>FRLC04</b>	22	Rivière des Galets	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	6	Rivière des Galets 2	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
	10	Saint-Paul	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
<b>FRLC06</b>	29	Lagon Saline les Bains	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
<b>FRLC07</b>	41	Pointe de la Table	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
<b>FRLC08</b>	29	Lagon Saint Leu	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
	12	Lagon Saint Leu Corne	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
<b>FRLC09</b>	29	Rivière Saint Etienne	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	12	Saint-Louis	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
<b>FRLC11</b>	6	Lagon Saint Pierre	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	11	Lagon Saint Pierre Ravine Blanche	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
<b>FRLC12</b>	41	Grande Anse	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
<b>FRLR06</b>	23	Lagon Saint Gilles-les-Bains	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
<b>OR1</b>	0	Large de Ste Rose					
<b>OR2</b>	40	Large Hermitage	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26

Le GT Hydrologie signale en outre que ce paramètre paraît peu pertinent pour les ME Récifales du fait, d'une part, de l'importance du broutage du phytoplancton océanique au sein de ces ME, broutage qui est à l'origine des faibles concentrations constatées dans la colonne d'eau, et d'autre part de la très forte variabilité des teneurs engendrée par les remises en suspension de microphytobenthos lors d'épisodes de houle. Le GT Hydrologie recommande par contre de développer un indicateur "d'eutrophisation" en zone récifale plus pertinent, basé sur les développements de macro algues (Cf. projet Bio-indication/Eutrolag présenté au chapitre suivant "benthos de substrat dur").

#### 6.2.4. Le réseau de suivi : le RHLR (Réseau Hydrologique Littoral Réunionnais)

Une "première" version du RHLR est définie et opérée depuis 2008 dans le cadre d'un conventionnement DIREN/ARVAM. Il comprend 14 stations (Figure 18 page suivante), 10 dans les masses d'eau côtières (une par masse d'eau plus une en tant que référence au large du point de l'Ermitage), et 4 dans les masses d'eau récifales (une par MER).

Les prélèvements sont réalisés sur un rythme de **6 campagnes/an**, réparties comme suit :

- 2 en période fraîche (juillet et août),
- 2 en début de saison chaude (novembre et décembre) correspondant aux premiers lessivages,
- 2 en période chaude (février et mars) correspondant aux pics de pluviométrie.

Les paramètres mesurés en surface sont la température, la salinité, la turbidité, les sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate et silicate), la chlorophylle a et la phéophytine. L'oxygène est mesuré au fond. Toutes les données sont acquises dans le respect des protocoles (de prélèvement et d'analyse) retenus par la coordination nationale de la DCE, et seront dorénavant bancarisées dans Q<sup>2</sup> au fur et à mesure de leur production. Les méthodes, les seuils de détection et les incertitudes des mesures sont donnés par le Tableau 34.

Tableau 34 : méthodes, seuils de détection et incertitudes des mesures et analyses réalisées dans le cadre du RHLR (année 2010)

Paramètre	Méthodes	Unité	Seuil de détection	Précision
Température	Sonde <i>in situ</i>	°C	-	0,05%.
Salinité	Sonde <i>in situ</i>	psu	0,02 psu	0,01 psu
Oxygène dissous	Sonde <i>in situ</i>	ml.l <sup>-1</sup>	< 0,02 ml.l <sup>-1</sup>	5 %
Turbidité	NF EN 27027	FNU	0,01 FNU	5%
Azote ammoniacal	NF T 90-15 modifié Aminot et Kérouel, 2004	µmol.l <sup>-1</sup>	0,05 µmol.l <sup>-1</sup>	5%
Phosphate	NF EN 1189 modifié Aminot et Kérouel, 2004	µmol.l <sup>-1</sup>	0,02 µmol.l <sup>-1</sup>	1%
Silicate (Laboratoire de Rouen)	ISO 16264 modifiée RNO-CNEXO *	µmol.l <sup>-1</sup>	0,14 µmol.l <sup>-1</sup>	5%
Nitrates (Laboratoire de Rouen)	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO *	µmol.l <sup>-1</sup>	0,08 µmol.l <sup>-1</sup>	5%
Nitrites (Laboratoire de Rouen)	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO *	µmol.l <sup>-1</sup>	0,04 µmol.l <sup>-1</sup>	11%
Chlorophylle a	Fluorimétrie Aminot et Kérouel, 2004	µg l <sup>-1</sup>	0,002 µg l <sup>-1</sup>	15%
Pheophytine	Fluorimétrie Aminot et Kérouel, 2004	µg l <sup>-1</sup>	0,002 µg l <sup>-1</sup>	15%

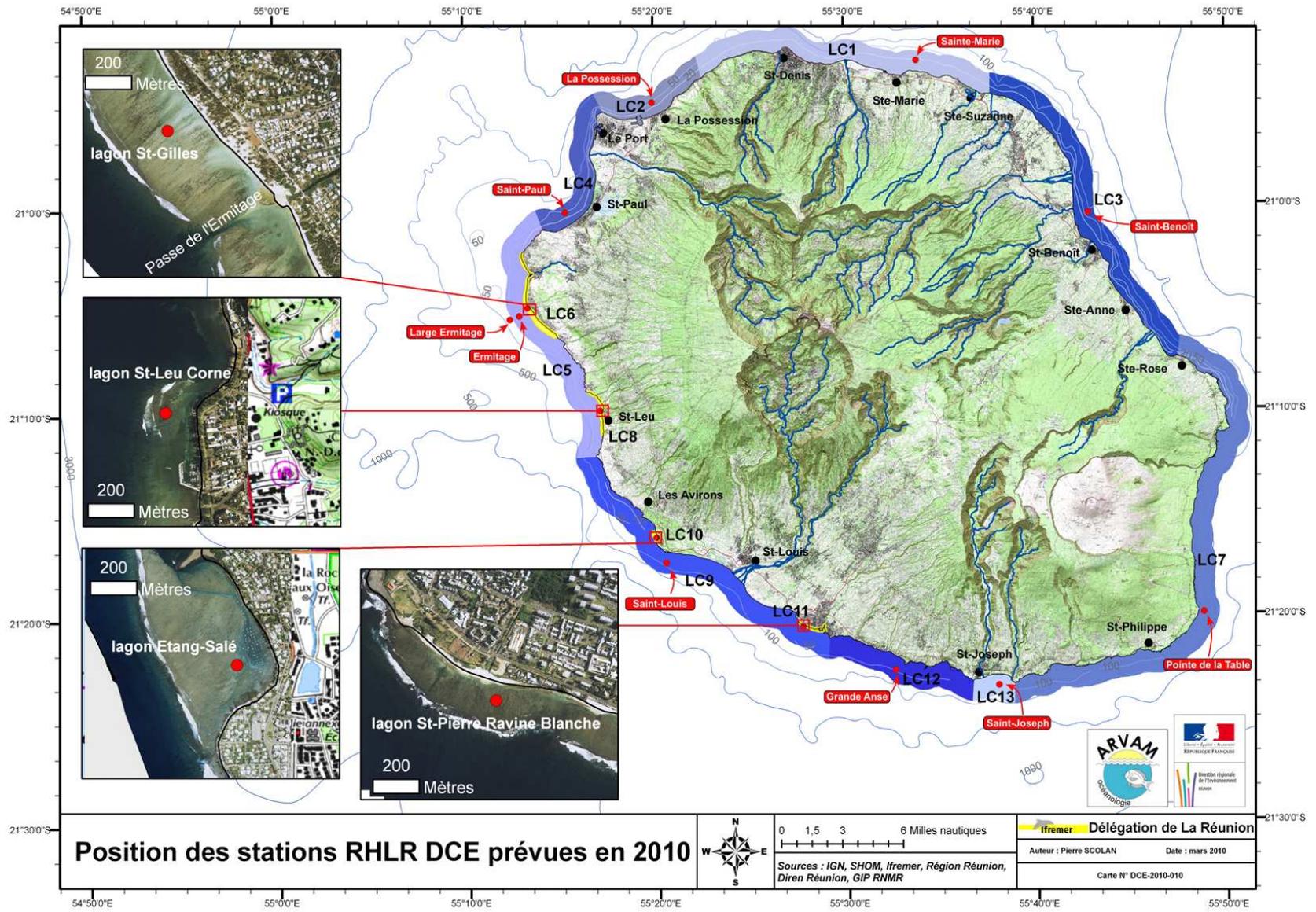


Figure 18 : positionnement des stations du RHLR.

### 6.2.5. Premières réflexions sur d'autres paramètres et indicateurs

Les teneurs en carbonates et le pH sont connus pour jouer un rôle majeur sur l'état de santé des récifs coralliens (acidification des océans), et le GT Hydrologie devra statuer sur l'intégration du suivi de ces deux paramètres au RHLR (et selon quelles modalités). Il lui reste également à statuer, après analyse des données des flores phytoplanctoniques réalisées dans le cadre du projet Phyturun, si le maintien de quelques flores dans une ou plusieurs masses d'eau côtières, au titre d'un suivi de type patrimonial, mais aussi pour être à même d'identifier d'éventuelles dérives des peuplements, doit être envisagé.

Ces décisions devront être prises mi 2011 au plus tard pour pouvoir envisager une mise en œuvre opérationnelle dès le RHLR 2012.

## 7. Synthèses et propositions concernant le benthos de substrats durs

A partir de l'étude menée dans le cadre du présent projet sur la caractérisation des peuplements benthiques de la pente externe des récifs frangeants (méthode MSA), et des suivis réalisés par le GIP RNMR depuis 1998 (méthode GCRMN) ou dans le cadre du réseau Reef Check (depuis 2003 ; méthode Reef Check), le GT substrats durs a eu pour mission d'entamer la réflexion sur la définition d'indicateurs, sur le choix d'une méthode de suivi, et enfin sur la définition du réseau pérenne de suivi.

Ce GT s'est réuni les 23 avril et 18 juin 2010 et a ensuite échangé via internet. La complexité de la problématique, liée à la complexité même des récifs coralliens (multitudes d'espèces interagissant, mosaïquage/imbrication de ces espèces), fait que c'est aujourd'hui cette thématique qui est la moins avancée.

Le GT a néanmoins statué sur les points suivants :

### 7.1. Choix de la méthode de suivi : MSA ou GCRMN ?

Des discussions et analyses réalisées au sein du GT, il ressort que la méthode MSA utilisée pour investiguer les pentes externes dans le cadre du présent projet est simple à mettre en œuvre et qu'elle permet d'acquérir une bonne représentativité spatiale de la diversité faunistique et floristique.

Par contre, elle prend en compte moins de paramètres que la méthode GCRMN, et ne permet pas de mettre en évidence les "petites" évolutions. La méthode GCRMN est plus précise, plus robuste, et représente la meilleure des méthodes pour les suivis temporels.

L'un des objectifs majeurs des réseaux pérennes de la DCE étant d'être à même d'identifier les évolutions de qualité des masses d'eau de façon à maintenir ou recouvrer le bon état, le GT décide de ne pas retenir la méthode MSA à l'avenir, et de lui préférer la méthode GCRMN.

Ce choix est renforcé par le fait que le GIP Réserve Naturelle Marine de La Réunion utilise cette méthode chaque année en 14 stations réparties entre le Cap de Houssaye et le secteur de Saint-Pierre. Ainsi, la DCE permettrait de rajouter un nombre *a priori* à peu près équivalent de points de suivi tous les 3 ans, ce qui permettrait de combler la lacune du GCRMN concernant la représentativité spatiale. Cette décision permet également de rendre utiles les données DCE au GIP RNMR, et de rendre les données du GIP RNMR utiles à la DCE. Cette mutualisation des moyens et des connaissances entre les réseaux "patrimoniaux" et "qualité des eaux" (GIP RNMR et DCE) pouvant encore être renforcée par l'exigence systématique dorénavant d'utiliser cette méthode GCRMN dans le cadre de toutes les études d'impact et de suivi d'implantations de rejets industriels ou d'aménagement en zone récifale.

Le GT indique également que le choix de cette méthode GCRMN n'est cependant pas suffisant, et qu'il est indispensable maintenant d'identifier et de retenir un certain nombre d'espèces indicatrices, sentinelles, sensibles aux perturbations, dont il faudra noter la présence/absence, ou les densités, l'état de santé..., lors des opérations GCRMN afin de pouvoir bâtir des grilles et des états des lieux DCE.

Il est donc nécessaire de définir un protocole "GCRMN expert amélioré" (que nous qualifierons dorénavant de "**GCRMN DCE**"), prenant en considération l'évaluation du recouvrement par différentes espèces sentinelles, dont les macro-algues et les éponges.

En s'appuyant sur les recommandations formulées à l'issue de l'étude des peuplements benthiques réalisée dans le cadre du présent projet, le GT valide le fait que le GCRMN DCE suivra a minima :

- La couverture (ou la vitalité) en scléactiniaire ;
- La couverture (ou la vitalité) en alcyonaire ;
- La part des coraux massifs ou encroutant ou foliacés (MEF), des coraux pocillopores (POC) et des acropores (avec une différenciation entre les formes de types branchus (ACB), digités (ACD), sub massifs (ACS) et tabulaires (ACT)
- La couverture en algues (fortement corrélée à la couverture en coraux) et notamment la part en turf, algues calcaires et algues dressées.

A la fin 2010, le GT signale que l'étude en cours sur les peuplements algaux autour des résurgences d'eau douce situées sur la pente externe (IRD/ECOMAR) viendra très vraisemblablement compléter les conclusions de l'étude BIOCOR (Bigot, 2008), et que ces deux études lui permettront de parachever la définition du GCRMN DCE, et de retenir une batterie d'indicateurs adaptés aux suivis en zones coralliennes et sur les pentes externes avant la fin 2011.

Par contre, pour ce qui est de retenir/définir un indicateur d'eutrophisation en zone lagunaire, le GT a estimé que les connaissances actuelles étaient trop parcellaires, et a donc rédigé, entre août et septembre 2010, une proposition d'étude spécifique à mener entre la fin 2010 et la mi 2012, le projet Bio indication/Eutrolog.

## 7.2. Définition d'indicateurs d'eutrophisation en zone lagunaire : le projet Bio indication/Eutrolag

Le GT note que les suivis des biocénoses marines effectués depuis les années 80 sur les espaces récifaux de la côte Ouest de l'île montrent que les structures coralliennes sont affectées par des développements algaux de plus en plus importants du fait de l'augmentation des apports en sels nutritifs depuis les bassins versants jouxtant les plateformes récifales. Ce constat est confirmé dans le cadre du projet "Etat de référence" (Andral *et al.*, 2010) mettant en évidence l'effet des apports de nitrate d'origine karstique sur les récifs (travées coralliennes).

L'analyse des suivis GCRMN du GIP RNMR depuis 10 ans montre en effet une augmentation significative du recouvrement algal sur la majorité des sites échantillonnés entre 1998 et 2009. La couverture algale a doublé voire triplé sur certains sites, et la majorité des sites présente une couverture algale supérieure à 50 %, ce qui peut être considéré comme caractéristique d'un mauvais état écologique.

Le projet multidisciplinaire Bio indication/Eutrolag a donc pour objectif de comprendre ce phénomène qui semble s'étendre à tous les récifs de l'île de La Réunion de façon à pouvoir produire des indicateurs pertinents (paramètres, grilles, seuils...). Pour ce faire, les paramètres physico-chimiques (nitrate, matière organique), les peuplements algaux et d'herbivores (oursins, poissons indicateurs), seront suivis sur une année hydrologique complète. Sur toutes les masses d'eau récifales, les pressions provenant du bassin versant seront identifiées (origine agricole et/ou urbaine) par des analyses isotopiques réalisées dans le milieu marin, mais aussi dans les nappes phréatiques proches.

Les suivis s'effectueront le long de radiales, chaque radiale comprenant 3 transects de 60 mètres de longueur positionnés respectivement à 40, 80 et 120 mètres de la plage.

Bio indication/Eutrolag est en phase finale de validation et devrait être financé par l'Onéma, le FEDER, le Conseil Général de La Réunion, l'Office de l'Eau de La Réunion, la DIREN de La Réunion et l'Ifremer. Il sera mené par l'ARVAM, le laboratoire Ecomar de l'Université de La Réunion, le GIP RNMR et le bureau d'études Pareto.

## 7.3. La bancarisation Q<sup>2</sup> des données

Les données des suivis GCRMN du GIP RNMR sont stockées dans le logiciel COREMO-V3, développé par l'ARVAM dans le cadre de l'IFRECOR.

COREMO-V3 possède une interface de saisie très conviviale et parfaitement adaptée aux données "GCRMN" (mais aussi Reef Check et MSA), mais n'offre pas aujourd'hui la sécurité de stockage requise pour des données servant à la DCE, et surtout ne permet pas les reportages européens via le S3E<sup>11</sup> qui ne fonctionne qu'à partir de données extraites de Q<sup>2</sup>.

De ce fait, à la demande du Ministère en charge de l'Environnement et de la DIREN de La Réunion, A. Huguet, responsable de la cellule Q<sup>2</sup> de l'Ifremer, a réalisé en

<sup>11</sup> S3E : Système d'Evaluation de l'Etat Ecologique : synthèse automatique des indicateurs DCE générée à partir des données bancarisées dans Q<sup>2</sup>

2009 une mission d'expertise afin d'évaluer comment transférer au mieux les données "DCE utiles" depuis COREMO-V3 vers Q<sup>2</sup>.

La solution retenue consiste à maintenir COREMO en tant qu'interface de saisie, et à développer une passerelle de transfert automatisé vers Q<sup>2</sup> afin d'éviter une re-saisie des données. E. Gauthier (cellule Q<sup>2</sup>) a effectué une seconde mission en octobre 2010 afin de parfaitement définir les modalités techniques pour le développement de cette passerelle de transfert, développement qui débutera début 2011 avec l'objectif d'avoir achevé la sécurisation sous Q<sup>2</sup> des données pertinentes dans l'année.

Parallèlement, la cellule Q<sup>2</sup> et l'ARVAM mettront en place, sous pilotage de la DIREN, et dans le cadre de l'IFRECOR d'une part, et du SinpMer et de la DCE d'autre part, un partenariat courant 2011 afin de développer la future version de COREMO (V4) avec pour objectifs l'interopérabilité (standardisation de tous les référentiels, format SANDRE) et la sécurisation des données "DCE utiles" par leur bancarisation sous Q<sup>2</sup>.

## 8. Synthèses et propositions concernant le benthos de substrats meubles.

Le groupe "benthos de substrats meubles" a notamment été chargé de mener une réflexion sur l'adaptation des indices AMBI et M-AMBI (utilisés en métropole pour la macrofaune endogée) aux spécificités locales, d'identifier les données "DCE utiles", à bancariser dans Q<sup>2</sup>, et de définir le réseau de suivi. Il s'est réuni deux fois (les 22 avril et 22 juin 2010), et ses principales conclusions ont été les suivantes :

### 8.1. Définition de l'indicateur – adaptations nécessaires

La réflexion sur l'adaptation d'un indicateur basé sur les communautés de macrofaune des substrats meubles a été engagée depuis plusieurs années par les experts locaux du laboratoire ECOMAR (Université de La Réunion), L. Bigot et P. Frouin.

De cette réflexion il ressort que l'indicateur le plus pertinent est le même que celui utilisé en métropole dans le cadre de la DCE. Il s'agit du M-AMBI (Modified AZTI Marine Biotic Index ; Borja, 2008), qui intègre à la fois un indice de richesse spécifique, l'indice de Shannon et l'indice AMBI (confirmé par Andral *et al.*, 2010).

L'indice AMBI repose sur la sensibilité des différentes espèces d'une communauté à différents degrés de pollution organique<sup>12</sup>.

Chaque espèce est affectée, en fonction de son écologie, à un groupe de polluo-sensibilité (variant de 1 à 5) qui lui est propre. La liste des espèces et de leur groupe de polluo-sensibilité est disponible en téléchargeant librement le logiciel de calcul du M-AMBI développé par AZTI (Figure 19). Cependant, le problème majeur rencontré à La Réunion réside dans le fait que cette liste a été élaborée sur la base des connaissances écologiques des différents taxons caractéristiques des milieux naturels marins **européens**.

Les spécificités locales de l'île de La Réunion, et plus largement des écosystèmes tropicaux, imposent d'adapter cette liste, en :

- complétant le référentiel "européen" par rajout des espèces locales (espèces tropicales, voire endémiques de La Réunion),
- et en attribuant à certaines espèces qui sont déjà présentes dans la liste "européenne", un groupe de polluosensibilité différent de celui qu'elles ont dans les eaux "européennes" (car des différences existent)

Il s'agit donc d'un travail fondamental, qui repose sur des connaissances approfondies de l'écologie de ces espèces, mais parfois aussi sur des dires d'experts.

En la matière, le GT a pu bénéficier de l'expertise et de l'expérience de L. Bigot et P. Frouin qui ont mené localement leurs premières études sur les communautés de macrofaune endogée dès les années 90, ainsi que du travail déjà conduit par L. Bigot sur l'adaptation et le test de l'indice M-AMBI au contexte local, dans le cadre

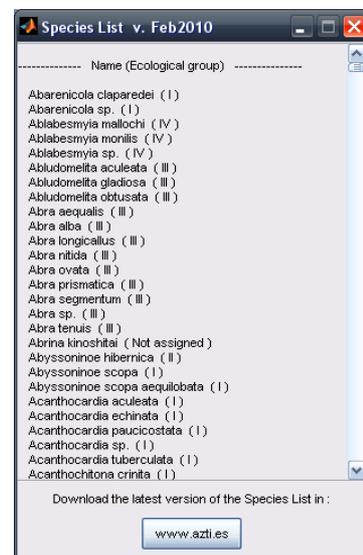


Figure 19 : Extrait de la liste des taxons et de leur groupe écologique correspondant (en chiffres romains) proposée par le logiciel AZTI.

<sup>12</sup> Il faut donc retenir que les indices AMBI et M-AMBI ne permettent d'évaluer l'importance d'une perturbation environnementale sur le macrozoobenthos qu'en termes d'apports **organiques**.

de sa thèse, puis via plusieurs études d'impact de rejets organiques provenant de l'industrie sucrière.

De ces études et tests, il ressort que l'indice M-AMBI est globalement satisfaisant : il permet de balayer toutes les classes de qualité (allant du "médiocre" au "très bon") sur des échantillonnages réalisés le long de transects depuis les points de rejet de certains sites sucriers jusqu'au large (Bigot *et al.*, 2008).

Afin de poursuivre les réflexions sur la problématique de l'attribution des groupes de polluo-sensibilité au référentiel taxonomique réunionnais, un test plus exhaustif de l'indice M-AMBI a été réalisé en utilisant les données de la campagne CARTOMAR (Turquet et Cambert, 2007, Guennoc *et al.*, 2008). A partir de la matrice des données d'inventaire faunistique (30 stations macrofaune), chaque espèce réunionnaise absente de la liste AZTI ou associée à une mauvaise classe de polluo-sensibilité dans le contexte local, a été remplacée (arbitrairement) par une espèce de la liste officielle AZTI correspondant à la classe de polluo-sensibilité voulue (ceci était la seule solution possible en attendant que le référentiel réunionnais soit finalisé). Les calculs ont été réalisés sur cette matrice de données modifiée.

Les figures suivantes présentent graphiquement les résultats obtenus :

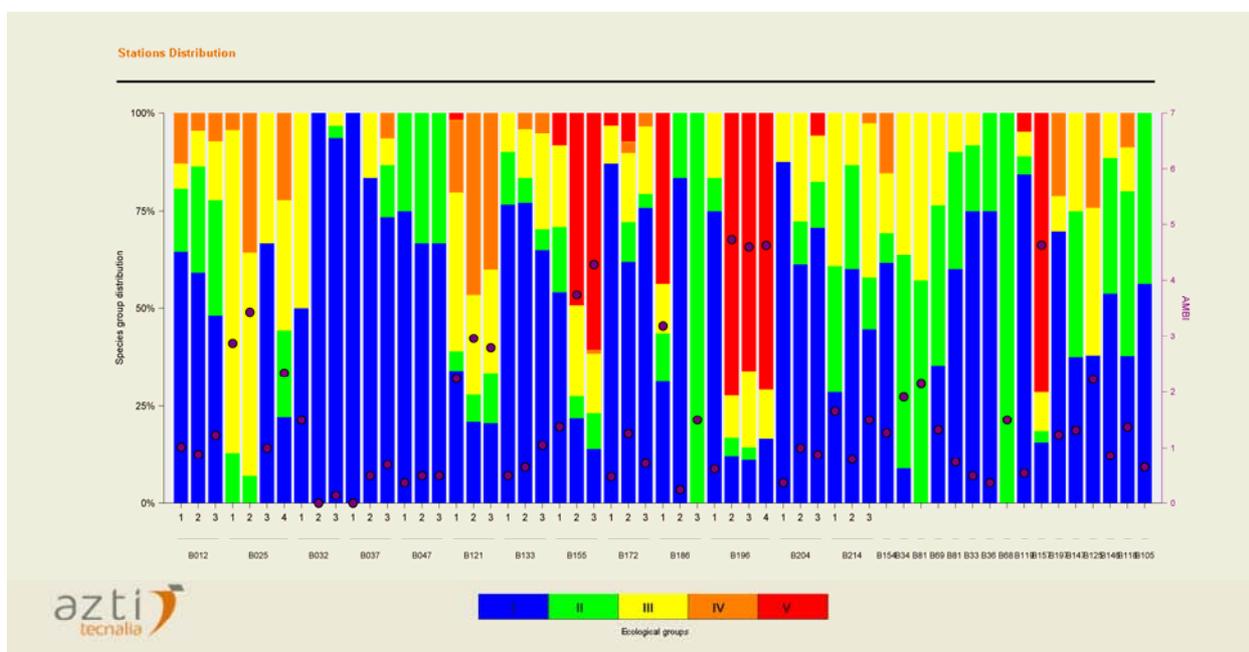


Figure 20 : Distribution des appartenances aux différentes classes de polluo-sensibilité des espèces rencontrées sur chacune des stations de CARTOMAR. Treize des 30 stations analysées ont bénéficié d'un échantillonnage à 3 réplicats. Les 17 autres stations ne disposent que d'un seul échantillon. Cette particularité doit être prise en compte pour relativiser les résultats obtenus sur ces dernières.

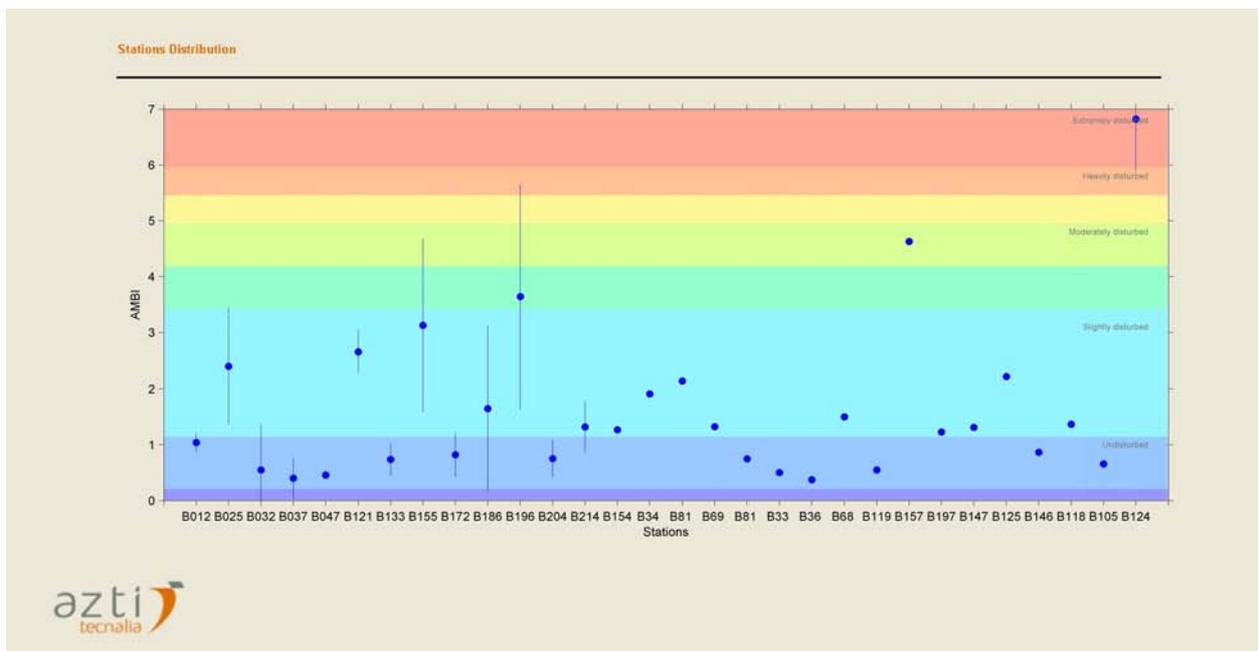


Figure 21 : Caractérisation des 30 stations CARTOMAR selon l'Indicateur AMBI.  
 NB : Le résultat de la station B124 (la dernière de la Figure) ne doit pas être pris en compte car il relève très vraisemblablement d'un problème de calcul : examen de ce cas particulier en cours par le GT

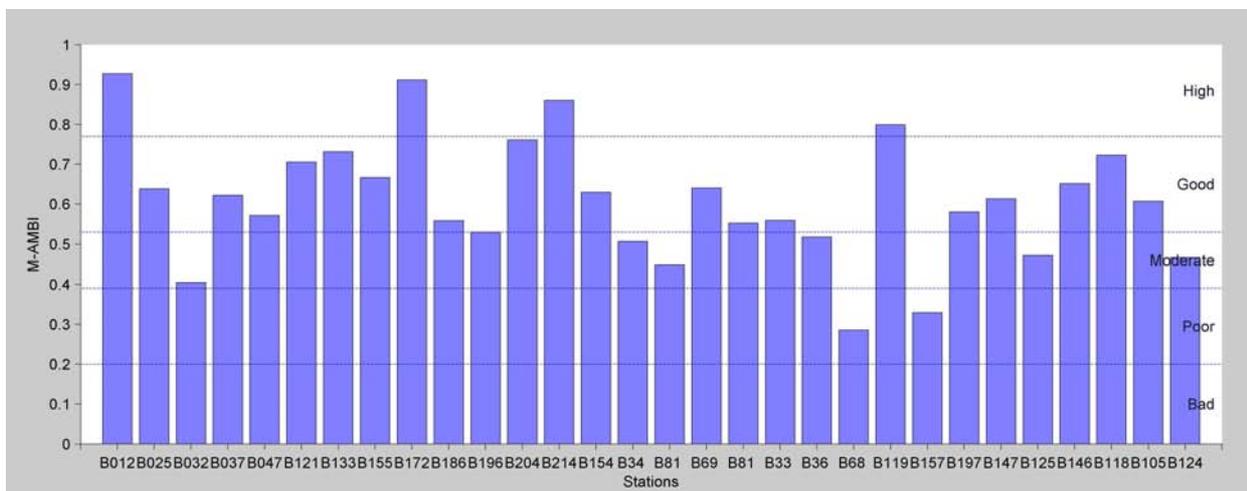


Figure 22 : Caractérisation des 30 stations CARTOMAR selon l'Indicateur M-AMBI.

Stations	AMBI					M-AMBI												Status AMBI
	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	BI from Mean AMBI	Disturbance Classification	Richness	Diversity	Not assigned (%)	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	
Bad						6.000						0.000	0.000	2.843	3.367	-3.645	0.000	Bad
High						0.380						4.610	41.000	-2.811	-1.212	2.301	1.000	High
B012(*)	57.5	23.8	10	8.8	0	1.042	1	Undisturbed	35	4.61	1.2	4.615	35	-2.287	-0.800	2.032	0.927	High
B025(*)	8.2	12.2	63.3	16.3	0	2.408	2	Slightly disturbed	19	3.51	0	3.512	19	-0.399	0.313	0.398	0.638	Good
B032(*)	91.7	2.8	5.6	0	0	0.549	1	Undisturbed	8	1.26	0	1.259	8	1.527	-0.306	-1.721	0.404	Moderate
B037(*)	83.9	6.5	6.5	3.2	0	0.400	1	Undisturbed	12	3.09	0	3.094	12	0.367	-0.828	0.010	0.622	Good
B047(*)	70	30	0	0	0	0.458	1	Undisturbed	8	2.92	0	2.922	8	0.790	-0.749	-0.280	0.572	Good
B105	56.3	43.8	0	0	0	0.656	1	Undisturbed	10	3.2	0	3.203	10	0.495	-0.694	0.009	0.607	Good
B118	37.8	42.2	11.1	8.9	0	1.367	2	Slightly disturbed	20	3.87	0	3.868	20	-0.656	-0.415	0.847	0.723	Good
B119	84.1	4.8	6.3	0	4.8	0.548	1	Undisturbed	24	3.99	1.6	3.992	24	-1.066	-0.953	1.175	0.799	High
B121(*)	24.5	9.3	30.4	35.3	0.5	2.666	2	Slightly disturbed	27	3.67	0	3.665	27	-1.155	0.432	0.774	0.706	Good
B124	42.3	5.8	23.1	28.8	0	6.824	6	Heavily disturbed	20	3.47	0	3.473	20	-0.414	3.056	-0.064	0.466	Moderate
B125	37.9	0	37.9	24.1	0	2.224	2	Slightly disturbed	8	2.62	0	2.619	8	0.945	0.414	-0.725	0.471	Moderate
B133(*)	73	7.8	15.7	3.5	0	0.737	1	Undisturbed	24	3.38	0.9	3.382	24	-0.794	-0.694	0.630	0.731	Good
B146	53.8	34.6	11.5	0	0	0.865	1	Undisturbed	14	3.42	3.7	3.422	14	0.055	-0.618	0.311	0.652	Good
B147	37.5	37.5	25	0	0	1.313	2	Slightly disturbed	12	3.38	0	3.375	12	0.254	-0.329	0.157	0.614	Good
B154	61.5	7.7	15.4	15.4	0	1.269	2	Slightly disturbed	12	3.52	7.1	3.522	12	0.188	-0.390	0.287	0.630	Good
B155(*)	21.9	8.9	18.8	0.5	50	3.129	2	Slightly disturbed	31	3.14	0	3.135	31	-1.260	0.840	0.405	0.667	Good
B157	15.7	2.9	10	0	71.4	4.629	4	Moderately disturbed	12	1.83	1.4	1.833	12	0.977	2.084	-1.517	0.329	Poor
B172(*)	74.2	5	14.5	1.9	4.4	0.822	1	Undisturbed	41	3.89	0.6	3.887	41	-2.486	-0.770	1.633	0.911	High
B186(*)	43.5	17.4	8.7	0	30.4	1.646	2	Slightly disturbed	11	3.03	4.2	3.032	11	0.496	-0.042	-0.207	0.559	Good
B196(*)	17.2	3.7	14.7	0	64.4	3.644	3	Moderately disturbed	25	2.43	1.2	2.434	25	-0.425	1.326	-0.456	0.530	Moderate
B197	69.7	0	9.1	21.2	0	1.227	2	Slightly disturbed	13	2.92	0	2.921	13	0.367	-0.276	-0.191	0.580	Good
B204(*)	69.8	9.3	18.6	0	2.3	0.752	1	Undisturbed	22	3.85	0	3.846	22	-0.826	-0.791	0.959	0.761	Good
B214(*)	42	22.2	34.6	1.2	0	1.320	2	Slightly disturbed	30	4.45	0	4.449	30	-1.778	-0.585	1.691	0.860	High
B33	75	16.7	8.3	0	0	0.500	1	Undisturbed	9	2.73	25	2.734	9	0.787	-0.680	-0.412	0.559	Good
B34	9.1	54.5	36.4	0	0	1.909	2	Slightly disturbed	8	2.85	0	2.845	8	0.841	0.167	-0.497	0.506	Moderate
B36	75	25	0	0	0	0.375	1	Undisturbed	6	2.5	0	2.500	6	1.148	-0.701	-0.702	0.518	Moderate
B68	0	100	0	0	0	1.500	2	Slightly disturbed	2	0.92	0	0.918	2	2.208	0.366	-2.317	0.286	Poor
B69	35.3	41.2	23.5	0	0	1.324	2	Slightly disturbed	13	3.57	5.6	3.572	13	0.080	-0.368	0.359	0.640	Good
B81	0	57.1	42.9	0	0	2.143	2	Slightly disturbed	6	2.52	0	2.522	6	1.160	0.388	-0.868	0.449	Moderate
B81	60	30	10	0	0	0.750	1	Undisturbed	8	2.85	9.1	2.845	8	0.827	-0.551	-0.376	0.552	Good

(\*) Echantillon isolé (absence de réplicas)

Figure 23 : détail des paramètres de calcul des indicateurs AMBI et M-AMBI déterminés à partir des données CARTOMAR.

NB : la station B124 présente des résultats incohérents avec les paramètres associés. Les données de cette station doivent faire l'objet d'un nouveau traitement par le GT.

Ces premiers résultats confirment que les indicateurs AMBI et M-AMBI, sous réserve de pouvoir être adaptés au contexte réunionnais, paraissent pertinents à mettre en œuvre (les résultats des calculs AMBI et M-AMBI sur les stations à 1 seul réplicat doivent être considérés avec vigilance). Ils permettent également de bien montrer la nécessité de pouvoir disposer, dans le contexte spécifique de La Réunion, d'une base de données "adaptée" pour l'attribution des groupes de polluosensibilité.

**Les données CARTOMAR ayant servi de support permettent d'ores et déjà d'appréhender une première gamme de variabilité de ces deux indicateurs. Ces données devront cependant être complétées par des données issues de mesures réalisées dans des secteurs soumis à forte pression pour disposer de valeurs de références les plus défavorables permettant d'établir les limites extrêmes des grilles de qualité.**

## 8.2. Les données disponibles et utiles – bancarisation dans Q<sup>2</sup>

Dans le cadre de la synthèse des données existantes et utiles à la DCE, un distinguo a été réalisé entre deux types de données :

- les données que l'on peut qualifier de "représentatives de la qualité moyenne des ME" et qui sont donc à bancariser dans Q<sup>2</sup>.
- et les données "extrêmes", acquises sur les sites les plus dégradés, généralement dans le cadre d'études d'impact (données acquises à l'endroit même des rejets chargés en matières organiques), non représentatives de la qualité moyenne d'une masse d'eau, mais indispensables à la définition du "mauvais état". La bancarisation de ces données n'est pas une nécessité :

elles ne présentent d'intérêt que pour l'élaboration de l'indicateur «macrozoobenthos de substrats meubles»

Les études recelant des données "DCE utiles" sont les suivantes :

- **ECO\_05\_TH : thèse de doctorat de L. Bigot (Bigot, 2006)**
  - Nombreuses données intéressantes dans la perspective de la DCE (définition des grilles d'indicateur + état de référence des ME)
  - Seules les données d'état de référence de 1996 (financées sur fonds publics) et destinées à évaluer l'état de référence des ME feront l'objet d'une bancarisation. Les données issues d'études d'impact étant réservées aux définitions des grilles de qualité ne seront pas bancarisées.
- **IFR\_02\_ER : étude pilote "état de référence"**
  - Les données des stations "côte est" (hors récifs) sont intéressantes et seront bancarisées.
- **ARV\_15\_EI : Etude d'impact et suivi "Bois Rouge"**
  - Données potentiellement utilisables pour définir les limites des grilles d'indicateur.
  - Données "extrêmes" à ne pas bancariser
- **ARV\_26\_EI : «étude d'impact de l'installation des cages aquacoles de l'ARDA en Baie de St-Paul**
  - Les données d'avant-projet (point zéro) peuvent être considérées comme représentatives d'un "état de référence" pour la zone comprise entre -40 et -50 m. Bancarisation indispensable.
- **ARV\_14\_EI : étude d'impact du complexe sucrier "Beaufonds"**
  - Données potentiellement utilisables pour définir les limites des grilles d'indicateur.
  - Données "extrêmes" qu'il n'est pas utile de bancariser

### 8.3. Proposition du réseau de surveillance

#### 8.3.1. Plan spatial d'échantillonnage

Face au manque de recul sur le comportement de l'indice M-AMBI à La Réunion et au besoin d'approfondir les connaissances sur les peuplements benthiques, le GT préconise de développer dans un premier temps (lors de la première réalisation du réseau DCE en 2012) une démarche d'échantillonnage assez exhaustive. Ceci permettra de disposer de suffisamment de données pour pouvoir éventuellement revoir à la baisse (à partir de 2013) le premier réseau proposé ci après.

#### ***Surveillance dans les masses d'eau côtières***

Le GT estime que les stations "macrofaune" de la campagne CARTOMAR sont une excellente base pour définir le réseau pérenne. Le GT propose de retenir 11 stations CARTOMAR couvrant l'ensemble des ME côtières (sauf la LC13 qui n'avait pas été échantillonnée durant cette campagne). Pour cette ME LC13, il est choisi de retenir une station déjà échantillonnée par l'ARVAM en 2005. Ces 12 stations sont situées à une profondeur variant de 40 à 76 m. Cette gamme de profondeur offre une stabilité sédimentaire suffisante dans le temps (à l'abri des décapages sédimentaires générés par les cyclones) et par voie de conséquence une meilleure représentativité de la qualité moyenne de la ME dans le temps (ce qui est l'objectif des contrôles de surveillances de la DCE).

En outre, afin de pouvoir appréhender les perturbations locales liées aux pressions anthropiques et à l'impact des houles extrêmes, le GT propose de positionner 5 stations supplémentaires aux alentours des isobathes 20-25 m, à terre de certaines des stations CARTOMAR précitées. Ces points de suivi supplémentaires constitueront en quelque sorte un réseau de contrôle opérationnel. Cette stratégie de contrôle opérationnel est proposée pour les masses d'eau LC4 (point CARTOMAR

B121a, Baie de St-Paul), LC9 (point CARTOMAR B025a en face de la commune de St-Louis), LC3 (point CARTOMAR B196, en face de la commune de St-Benoît), LC1 (point CARTOMAR B155a, en face de la commune de St-Denis) et LC2 (point CARTOMAR B133a).

Au total, le réseau de suivi de l'ensemble des ME côtières totalisera donc **17 stations**. Les caractéristiques de ces différentes stations sont synthétisées dans le (Tableau 35). La carte des stations est présentée sur la Figure 24.

Code station DCE (à valider par le GT)	ME côtière	Source	code station -source	Lat (WGS84)	Long (WGS84)	Profondeur (m)	% FR<63µm	% Mat. Sèche	% CORG	Station sup. 20-25m (*)
SM-01	LC1	CARTOMAR	B155a	-20.85905	55.437667	54	4,66	82	0.31	oui SM-01p
SM-02	LC1	CARTOMAR	B172a	-20.87135	55.5308	56	24.3	80.9	0.36	/
SM-03	LC2	CARTOMAR	B133a	-20.915417	55.328017	76	36.9	66.4	0.49	oui SM-03p
SM-04	LC3	CARTOMAR	B186a	-20.903917	55.6599	68	2,55	82,2	0,23	/
SM-05	LC3	CARTOMAR	B196a	-21.011933	55.717350	40	5	76,1	0,32	oui SM-05p
SM-06	LC4	CARTOMAR	B121a	-20.997833	55.256967	72,7	30,3	77,1	0,35	oui SM-06p
SM-07	LC5	CARTOMAR	B012a	-21.171133	55.2739	73	5,96	69,1	0,39	/
SM-08	LC7	CARTOMAR	B214a	-21.1287	55.809	49	3,91	79,1	0,33	/
SM-09	LC9	CARTOMAR	B037a	-21.249267	55.293617	72,1	0,8	80	0,2	/
SM-10	LC9	CARTOMAR	B025a	-21.30295	55.391983	55	34,8	70,5	0,24	oui SM-10p
SM-11	LC12	CARTOMAR	B047a	-21.374733	55.536467	57	1,15	75,2	0,2	/
SM-12	LC13	ARVAM 2005	7	-21.3871333	55.63283333	40	1,77	NA	0,17	/

\* stations supplémentaires positionnées entre les isobathes 20 et 25m - coordonnées GPS à définir

Tableau 35 : Caractéristiques des stations d'échantillonnage du réseau "Benthos substrats meubles".

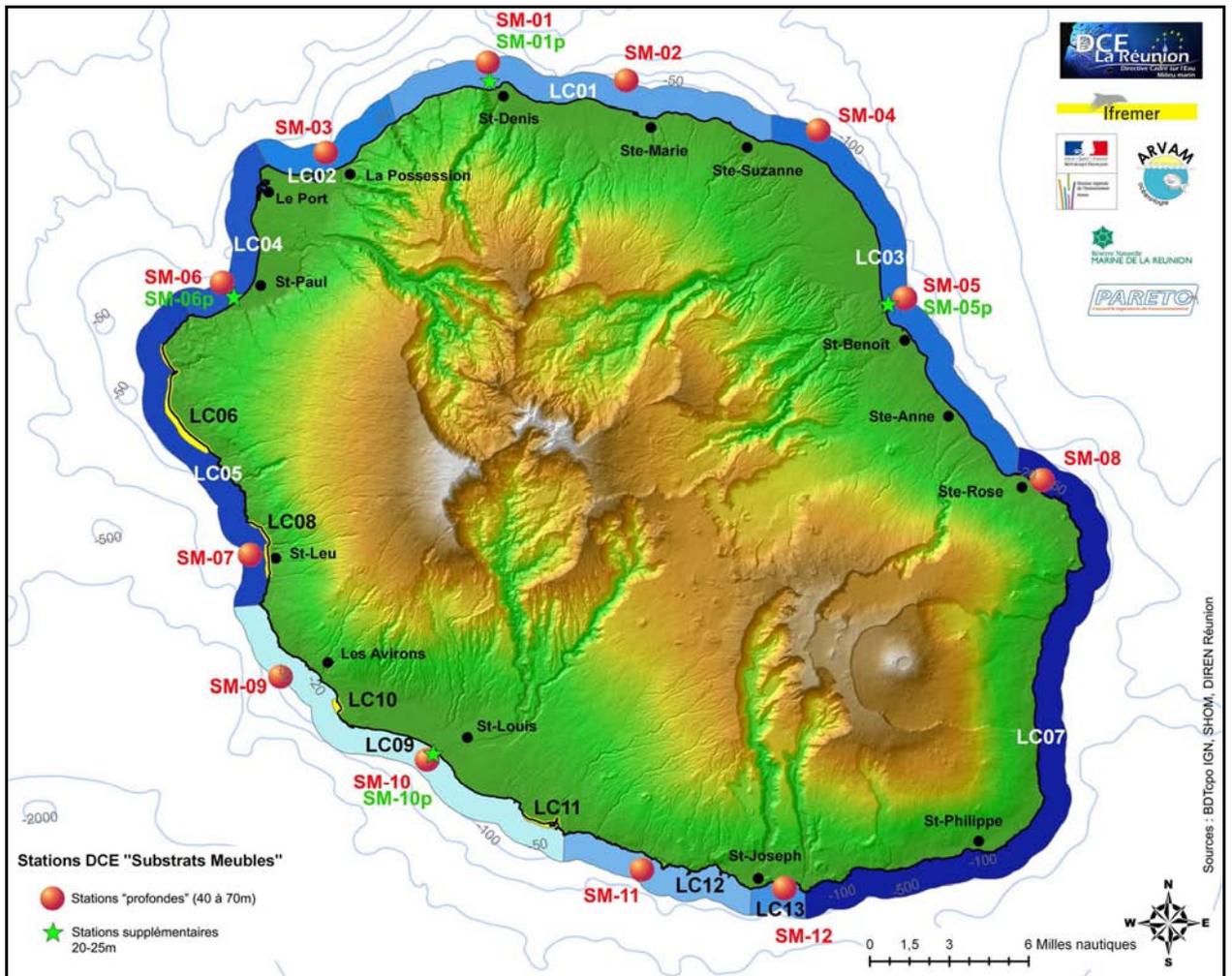


Figure 24 : Carte des stations du réseau DCE "Benthos de substrats Meubles" dans les masses d'eau côtières de La Réunion. En rouge, stations du contrôle de surveillance, et en vert (étoiles), stations du contrôle opérationnel (année 2012).

### Surveillance dans les masses d'eau récifales

Le manque de connaissances fondamentales sur les communautés de macrofaune peuplant les sédiments de la zone récifale est encore plus important que dans les autres zones côtières de l'île (Andral *et al.*, 2010). La stratégie engagée à l'heure actuelle, et non encore terminée, est de tester le calcul des indices AMBI et M-AMBI sur les quelques jeux de données existants issus des travaux du laboratoire ECOMAR sur les lagons de St-Gilles (1 point à Trou d'Eau), Etang Salé (2 points) et St-Pierre (2 points : Ravine Blanche *et alizé*). Aucune donnée n'existe sur le lagon de St-Leu. Ce travail est confié à P. Frouin et L. Bigot ; conclusions attendues début 2011.

A terme, le GT envisage de positionner 1 point par MER, soit 4 stations au total, en plus des 17 stations positionnées dans les MEC.

### Des prélèvements spécifiques en zone portuaire

Afin d'optimiser le calibrage de la grille de qualité de l'indicateur, il est encore nécessaire d'affiner nos connaissances pour le positionnement du seuil entre les classes "mauvais état" et "très mauvais état". Les données relatives aux secteurs les plus dégradés ont jusqu'à présent été acquises dans le cadre des études d'impact des rejets de sucreries, et ne correspondraient qu'à des valeurs de "mauvais état". Le GT recommande de profiter, afin de limiter les coûts, des prochaines campagnes de mesures prévues dans le cadre du RHLR (entre novembre 2010 et mars 2011), pour réaliser une série d'échantillonnages en zones portuaires, zones considérées comme étant *a priori* les plus fortement dégradées de toute l'île. Les stations à échantillonner sont listées dans le Tableau 36

Tableau 36 : Stations d'échantillonnage envisagées en zone portuaire.

Secteur	Point d'échantillonnage	Période d'échantillonnage
St-Pierre	1 point	nov-10
St-Gilles	1 point	déc-10
Pot Ouest	1 point (port de plaisance)	mars-10
	1 point (port de pêche)	
Port Est	1 point	févr-10

#### 8.3.2. Fréquence de suivi pour le réseau pérenne

Le GT estime que la fréquence d'une campagne tous les 3 ans (i.e. identique à ce qui se fait en métropole) semble *a priori* bien adaptée. La période la plus pertinente en termes de diversité faunistique et de conditions de navigation se situe entre mars et avril, les campagnes pouvant néanmoins déborder, en cas d'impossibilité, sur la période comprise entre novembre et mai. La première campagne sera donc à programmer et à organiser pour mars 2012.

#### 8.3.3. Méthodes

Les méthodes à appliquer pour la réalisation de l'échantillonnage, du tri, puis de l'analyse des échantillons sont les mêmes que celles définies en métropole pour la DCE :

- Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE : Recommandation concernant le benthos marin, Fiche n° 10 (Guillaumont et Gauthier, 2005)

- Protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre de la DCE. (Guerin et Desroy, 2008)
- Protocole d'analyse sédimentologique dans le cadre des suivis du Reben Manche orientale (Guerin et Fournier, 2008)

L'ensemble des documents de référence figure en ANNEXE 14.

### **Endofaune**

#### **Paramètres :**

- **Dénombrement** de chaque taxon (abondance) par prélèvement
- **Biomasse** spécifique par station

Le protocole d'échantillonnage est basé sur **5 prélèvements de 0,1 m<sup>2</sup> par station**. Une benne Van Veen de 0,1 m<sup>2</sup> sera utilisée dans les MEC. Dans les MER, l'utilisation de la benne est exclue du fait de la très faible profondeur du lagon, et l'échantillonnage se fera à l'aide d'une suceuse sur une surface de 0,1 m<sup>2</sup>.

Les prélèvements doivent ensuite être tamisés sur maille de 1mm, de préférence ronde. Les échantillons doivent être conservés (formol ou éthanol) sans limite de temps. Les individus doivent être déterminés, dans la mesure du possible, jusqu'à l'espèce.

### **Sédiments associés**

#### **Paramètres :**

- **Distribution granulométrique** du sédiment
- **Taux de matière organique** dans le sédiment

L'analyse sédimentaire doit faire l'objet d'un prélèvement spécifique, en plus des 5 prélèvements pour la macrofaune, à l'aide du même engin de prélèvement. Un sous-échantillonnage des 5 premiers centimètres de profondeur est réalisé à l'aide d'un carottier à main, au centre de la benne. L'analyse granulométrique doit être réalisée sur colonne complète AFNOR de 0,063 à 20mm (la granulométrie laser est à proscrire ; Guérin et Fournier, 2008). Le taux de matière organique sera obtenu selon 2 méthodes au choix (Guérin et Desroy, 2008) : perte au feu (1 heure à 550 °C) sur la fraction fine (< 0,036 mm) ou perte au feu (4 heures à 450 °C) sur le sédiment brut et sec.

#### 8.3.4. Chiffrage provisoire

Le chiffrage n'est pas parfaitement défini à ce jour ; c'est l'une des tâches qui attend le GT substrats meubles en 2011.

## 9. Conclusion générale

Le présent projet "Bon Etat", mené dans le cadre d'une convention Etat-Diren de La Réunion/Ifremer, en partenariat avec l'ARVAM, Pareto Ecoconsult et le GIP Réserve Naturelle Marine de La Réunion, avait pour objectifs :

- de caractériser les peuplements benthiques des pentes externes des récifs coralliens de La Réunion et d'élaborer des indicateurs permettant, en lien avec les données acquises au niveau de la plate-forme récifale, de définir l'état de référence et les seuils associés au regard des critères de la DCE,
- d'inventorier, en s'appuyant notamment sur la base de données "BIBLIOMAR" (base de données bibliographiques – milieux marins et littoraux réunionnais) les informations en lien avec les volets "chimie" et "écologie" de la DCE et pouvant à terme, être bancarisées sous Quadrigé<sup>2</sup>,
- d'élaborer des grilles d'évaluation permettant de fixer, pour les volets "chimie et écologie" de la DCE à La Réunion, les valeurs de référence et les seuils entre les différentes classes d'état des masses d'eau côtières et récifales en spécifiant les indicateurs associés.
- de proposer, le cas échéant, les compléments nécessaires et les pistes à explorer pour construire les réseaux DCE pertinents et pérennes d'ici la fin du premier plan de gestion DCE fixée à fin 2012 (indicateurs complémentaires : recherches, études à mener pour définir/préciser en cas de besoin les seuils des grilles d'évaluation réunionnaises permettant de caractériser le "bon état" et les normes de qualité environnementale).

Afin de répondre au mieux aux objectifs fixés, et notamment :

- d'identifier les études et données pertinentes pour la DCE,
- de bâtir des indicateurs adaptés localement,
- de définir les réseaux pérennes de surveillance,
- et d'identifier les manques actuels dans la connaissance puis définir les études à mener en 2011 afin de les combler,

Une organisation par groupes de travail thématiques a été mise en place, chaque groupe étant constitué des spécialistes et experts régionaux du domaine, ainsi que des référents DCE nationaux.

L'état d'avancement des travaux de ces GT est variable à la fin octobre 2010 selon les thématiques, et peut être synthétisé de la manière suivante (Tableau 37).

Tableau 37 : Etat d'avancement de la DCE à La Réunion fin 2010 : quelles données, quels indicateurs, quels suivis, et que reste-t-il à faire pour pouvoir initier les réseaux du contrôle de surveillance.

	GT Chimie	GT Hydrologie	GT Benthos de substrat dur	GT Benthos de substrat meuble
<b>Identification des études déjà réalisées et pertinentes pour la DCE</b>	<b>Oui :</b> CARTOMAR, modioles et étude "Echantillonneurs passifs"	<b>Oui :</b> réseaux RNO, RHLR et suivi blanchissement coraux + études ponctuelles, dont thèse P. Cuet	<b>Oui :</b> présente étude, tous les suivis GCRMN (de niveau "expert", réalisés par des spécialistes),	<b>Oui :</b> étude CARTOMAR + études d'impact (notamment de rejets de sucreries) + thèse L. Bigot permettent de disposer de données en sites impactés
<b>Identification des données pertinentes pour l'établissement des indicateurs (valeurs "extrêmes")</b>	<b>Sans Objet :</b> seuils NQE ; NQE non fixées à ce jour pour quelques substances (action ne dépendant pas du GT, mais de la cellule ARC)	<b>Oui :</b> données RNO, RHLR et suivi blanchissement	<b>Oui :</b> données déjà présentes dans la base COREMO du GIP Réserve Naturelle Marine de La Réunion + données Université. La définition d'1 indicateur "eutrophisation à macro algues en zone lagonaire" nécessite une nouvelle étude (bio indication/Eutrolag)	<b>Oui :</b> données des études d'impact ; étude complémentaire Diren lancée en 2010 dans les zones portuaires avec résultats attendus fin 2011/2011.
<b>Identification des données à bancariser Q<sup>2</sup></b>	<b>Oui :</b> données "CARTOMAR" et données "modioles"	<b>Oui :</b> RNO et RHLR	<b>Oui :</b> données COREMO GIP RNMR	<b>Oui :</b> uniquement CARTOMAR + étude zone portuaire 2010
<b>Création des "stratégies Q<sup>2</sup>"</b>	<b>Oui :</b> réalisé	<b>Oui :</b> réalisé	<b>En cours :</b> en cours également le développement de modules automatisés de transfert des données de COREMO vers Q <sup>2</sup> (action cellule nationale Q <sup>2</sup> )	<b>Oui :</b> réalisé
<b>Bancarisation effectuée</b>	<b>en cours</b>	<b>Oui,</b> réalisée (jusqu'en 2009)	<b>Oui :</b> sous COREMO : objectif du transfert Q <sup>2</sup> mi 2011 (action cellule nationale Q <sup>2</sup> )	<b>Non :</b> à réaliser en 2011
<b>Développement des modules Surval d'extraction/valorisation</b>	<b>Non :</b> à réaliser en 2011 (action cellule nationale Q <sup>2</sup> )	<b>Oui/non :</b> réalisé, mais non opérationnel fin 2010 ; opérationnalité prévue mi 2011 (cellule nationale Q <sup>2</sup> )	<b>Non :</b> réflexion en cours au sein de la cellule nationale Q <sup>2</sup> , mais problématique beaucoup plus complexe que pour les autres "compartiments" ; résultats au plus tôt fin 2012	<b>Non :</b> à réaliser en 2011 (action cellule nationale Q <sup>2</sup> )
<b>Formation Q<sup>2</sup> des producteurs de données</b>	<b>Oui :</b> formation dispensée à La Réunion par la cellule nationale Q <sup>2</sup> en Oct 2010	<b>Oui :</b> formation dispensée à La Réunion par la cellule nationale Q <sup>2</sup> en Oct 2010	<b>Formation COREMO</b> dispensée en Sept 2010 par PARETO (COREMO sera maintenu et Q <sup>2</sup> développera des modules de transfert automatisés)	<b>Oui :</b> formation dispensée à La Réunion par la cellule nationale Q <sup>2</sup> en Oct 2010
<b>Définition du (ou des) indicateurs (s)</b>	<b>Oui :</b> listes de molécules à suivre définies, y compris liste "locale"	<b>Partielle :</b> indicateurs oxygène et chlorophylle définis ; indicateur phytoplancton rejeté (non pertinent) ; indicateur température à finaliser ; réflexions en cours pour d'éventuels indicateurs CO <sub>2</sub> , pH	<b>Réflexion en cours</b> dans le cadre du présent projet et du projet Pampa : indicateurs coralliens quasi définis (achèvement réflexion mi 2011) ; indicateurs d'eutrophisation à macro algues en zone lagonaire à définir dans le cadre du projet Bio-Indication/Onéma-Ifremer et Eutrolag (Feder/CG974/OLE +Diren ?) entre fin 2010 et mi 2012 ; espèce sentinelles à valider	<b>En cours :</b> M-Ambi Réunion quasi achevé : il reste à attribuer un groupe de polluo-sensibilité à quelques espèces (à l'issue de l'étude zone portuaire 2010), et à compléter le référentiel européen de Borjea avec les espèces réunionnaises (mi 2011)

	<b>GT Chimie</b>	<b>GT Hydrologie</b>	<b>GT Benthos de substrat dur</b>	<b>GT Benthos de substrat meuble</b>
<b>Réseau pérenne : localisation des stations de suivi</b>	<b>Oui:</b> au moins pour une première réalisation du réseau en 2012 ; révision/réduction envisageable ensuite	<b>Oui:</b> au moins pour une première réalisation du réseau en 2012 ; révision/réduction envisageable ensuite	<b>Oui, partiellement:</b> le réseau utilisera ses propres données, ainsi que celles acquises par le GIP RNM dans le cadre de son plan de gestion ; positionnements respectifs des stations des 2 réseaux à parachever	<b>Oui:</b> au moins pour une première réalisation du réseau en 2012 ; révision/réduction envisageable ensuite
<b>Réseau pérenne : définition des fréquences annuelles ou par plan de gestion</b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>
<b>Réseau pérenne : définition des méthodes de prélèvement</b>	<b>Oui:</b> Réflexion achevée sur les méthodes et matrices en fonction des substances ;	<b>Oui (pour principaux paramètres) :</b> Mais réflexion reste à achever sur paramètres CO <sub>2</sub> , pH, et sur réalisation de flores phytoplanctoniques	<b>Oui:</b> GRCMN expert avec extension "algues" ("GRCMN DCE") ; exclusion de la méthode MSA utilisée dans le présent projet, ou des méthodes Reef Check	<b>Oui</b>
<b>Réseau pérenne : définition des méthodes d'analyse</b>	<b>Oui:</b> Réflexion achevée	<b>Oui:</b> sauf sur éventuels nouveaux indicateurs	<b>Oui/partielle :</b> Reste à définir pour l'indicateur d'eutrophisation à macroalgues en zone lagunaire qui sera retenu à l'issue de Bio-indication et d'Eutrolag	<b>Oui</b>
<b>Réseau pérenne : organisation de la phase opérationnelle et chiffrage</b>	<b>En cours :</b> Chiffrage à finaliser et organisation à définir	<b>Oui: Hydro (RHLR)</b> le réseau RHLR est défini et mené annuellement depuis 2008 (précédemment RNO Hydro) ; adaptations vraisemblablement à prévoir en fonction des "nouveaux indicateurs" qui seront retenus	<b>En cours</b>	<b>En cours</b>
<b>Date prévisionnelle de première réalisation du réseau de contrôle de surveillance, et remarques</b>	<b>Première réalisation en 2012 ;</b> Document de définition à produire fin 2011. Première version "exhaustive" de façon à pouvoir éventuellement réduire le réseau ensuite (doubles matrices/méthodes lors de la première réalisation pour certaines molécules)	<b>Réseau annuel déjà en cours sur 2010</b> et programmé sur les années suivantes	<b>Vraisemblablement 2012</b> pour la partie pente externe ; en zone lagunaire les études Bio-indication et Eutrolag (fin 2010/mi 2012) représenteront la première année du réseau.	<b>2012</b>

La définition des réseaux de surveillance DCE présente donc des niveaux d'avancement variables à la fin 2010.

Les réseaux, indicateurs, matrices, méthodes, données pertinentes, stratégies de bancarisation...sont quasi définis dans les domaines de la chimie et du benthos de substrat meuble.

Dans le domaine de l'hydrologie, le réseau RHLR, initié en 2008 (mais précédé par le "RNO Hydro" de 2002 à 2007), est retenu pour le contrôle de surveillance, mais les indicateurs ne sont pas encore tous validés : quid en particulier du CO<sub>2</sub> ou du pH, dont on sait qu'ils influent fortement sur l'état de santé des récifs ? Réponses du GT attendues avant mi 2011.

Les plus importants manques de connaissances sont identifiés dans le domaine du benthos de substrat dur, et il faudra que les réflexions menées également sur cette problématique dans le cadre du projet Pampa (Ifremer, GIP RNMR, Université, IRD, ARVAM, PARETO) permettent au GT de parachever la définition des indicateurs "corail" (objectif mi 2011 pour la plupart des indicateurs, et mi 2012 pour l'indicateur d'eutrophisation à macro algues en zone lagonaire). En outre, les membres du GT sont unanimes sur le fait que l'eutrophisation en zone lagonaire se manifeste ces dernières années de façon de plus en plus prégnante dans les lagons de La Réunion, sous forme de développements de macro algues (dont des cyanophycées en certains secteurs), ce qui nuit au développement du corail, et génère selon toute vraisemblance des modifications dans les peuplements piscicoles inféodés au récif (glissement vers des dominances d'herbivores). Le développement d'un ou plusieurs indicateurs ad hoc semble donc pertinent, mais ne pourra être réalisé qu'après avoir mené un suivi annuel sur l'ensemble des lagons réunionnais (ce qui n'a jamais été réalisé à ce jour), et intégré les différentes manifestations locales de ce phénomène. Pour ce faire, un projet global été défini par le GT Substrats Durs en septembre 2010, le projet Bio-indication/Eutrolag. Ce projet sera conduit de fin 2010 à mi 2012 par les membres du GT sous double conventionnement, Feder/OLE/CG974/Diren (à confirmer) d'une part (volet Eutrolag), et de l'Onéma d'autre part (dans le cadre du programme Bio-indication que mènent l'Ifremer et l'Onéma à La Réunion). Outre la définition d'indicateurs d'eutrophisation en zone lagonaire, ce projet visera également à parfaitement définir le protocole "GCRMN DCE" qui sera utilisé ensuite pour la surveillance DCE, mais aussi par le GIP RNM dans le cadre de son plan de gestion (les données des deux suivis se complétant afin de parfaitement cerner l'état des lagons et leur évolution).

Pour conclure, les travaux des quatre GT mis en place dans le cadre du présent projet "Bon état" se poursuivront en 2011, toujours sous coordination de l'Ifremer, et dans le cadre d'un nouveau conventionnement avec la Diren de La Réunion. L'objectif sera alors d'éditer fin 2011 quatre recueils présentant précisément les quatre réseaux de contrôle de surveillance (éventuellement renforcés en certains secteurs de contrôles opérationnels complémentaires), les indicateurs associés (paramètres retenus, seuils des classes de qualité), les protocoles et modes opératoires et l'organisation préconisée pour leur mise en œuvre opérationnelle à partir de 2012, ainsi que les coûts prévisionnels correspondants.

## 10. Bibliographie

**ANDRAL B., CUET P., BIGOT L., GONZALEZ J.L., NICET J.B., TURQUET J., GALGANI F. 2010** "Caractérisation de l'état de référence biologique des masses d'eau à La Réunion au regard de la DCE. Convention IFREMER/DIREN n° 07/1216865/TF.40 p.

**BIGOT L., 2006.** Les communautés de macrofaune benthique des sédiments côtiers en zone tropicale non récifale: diversité et réponses aux modifications de l'environnement marin à La Réunion (océan indien). Thèse de Doctorat de l'Université de La Réunion, Lab. ECOMAR, 239 p.

**BIGOT L., 2008.** Evolution spatio-temporelle de la biodiversité et de la structure des communautés benthiques entre 1998 et 2008 sur les stations sentinelles GCRMN de LA Réunion. Rapport ECOMAR pour le compte de l'APMR. 32 p. + annexes.

**BIGOT L., GREMARE A., AMOUROUX JM., FROUIN P., MAIRE O., GAERTNER JC., 2008.** Assessment of the ecological quality status of soft-bottoms in Reunion Island (tropical Southwest Indian Ocean) using AZTI marine biotic indices. Mar. Poll. Bull. Vol. 56, no. 4, pp. 704-722.

**BOCQUENE G., 2010.** Adaptation de la surveillance chimique de la DCE au contexte de l'île de La Réunion. Convention ONEMA/IFREMER 2009 Action 21. 23p.

**BORJA A., MADER J., MUXIKA I., RODRIGUEZ JG., BALD J. 2008.** Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: Some remarks and recommendations Mar. Poll. Bull. Vol. 56, no. 7, pp. 1377-1379.

**BOUCHON C., 1978.** Etude quantitative des peuplements à base de scléactiniaires d'un récif frangeant de l'île de La Réunion. Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille II, 125 pages.

**BOUCHON C., 1996.** Recherche sur des peuplements de scléactiniaires indo-pacifique (Mer Rouge, océan Indien, océan Pacifique). Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille II, 306 pages.

**BOURDELIN, F., 1994.** Biologie et écophysiologie de deux populations de *Modiolus auriculatus* Krauss (Mytilidae) de Tahiti : application à l'étude des pollutions chimiques des milieux lagunaires. Thèse de doctorat en écologie marine. Université française du Pacifique. 212p.

**CAMBERT H., GONZALEZ J.L., ANDRAL B., TURQUET J., 2008.** Suivi pilote des contaminants chimiques dans les organismes marins à La Réunion. Etude de faisabilité d'un réseau de surveillance par la Modiole (2003-2006). Rapport ARVAM/Ifremer pour le compte de la DIREN Réunion. 95 pp + annexes.

**CHABANET P., 1994.** Etude des relations entre les peuplements benthiques et les peuplements ichtyologiques sur le complexe récifal de Saint-Gilles/la Saline. Ile de La Réunion. Thèse de doctorat, université d'Aix Marseille II, 263 pages.

**CLAISSE D. 2009.** Adaptation de la surveillance chimique pour la DCE conformément à la directive fille 2008/105/CE : Propositions pour l'élaboration de stratégies. Convention Onema/ifremer 2009 Action n° 13. Ifremer R.INT.DCN-BE/2009.05. 32 p.

**CLUA E., LEGENDRE P., VIGLIOLA L., MAGRON F., KULBICKI M., SARRAMEGNA S., LABROSSE P., GALZIN R., 2005.** Medium scale approach (MAS) for improved assessment of coral reef fish habitat. J. Exp Mar Biol Ecol.

**CONAND C., CHABANET P., QUOD J.P. BIGOT L., 1998.** Suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud-ouest de l'Océan Indien. *Manuel méthodologique*. PRE-COI. 27pp.

**CONAND F., F. MARSAC, E. TESSIER, C. CONAND, 2007.** A Ten-year Period of Daily Sea Surface Temperature at a Coastal Station in Reunion Island, Indian Ocean (July 1993 – April 2004): Patterns of Variability and Biological Responses. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* Vol. 6, No. 1, pp. 1–16.

**FAURE G., 1979.** Etude des peuplements récifaux de la région Nord de Saint-Leu : récifs compris entre la pointe des Châteaux et la ravine de La Chaloupe. Convention préfecture/Centre Universitaire, 13 pages.

**FAURE G., 1982.** Recherche sur les peuplements de scléactiniaires de l'archipel des Mascareignes (océan Indien occidental). Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille II, 206 pages.

**GONZALEZ, J.L., TURQUET, J. ET CAMBERT, H., 2005.** Evaluation des concentrations en contaminants métalliques dans les eaux littorales de La Réunion par la technique DGT (gel à gradient de diffusion): résultat des premiers essais (mission d'avril 2005). Programme modiole : suivi pilote des contaminants chimiques dans les organismes marins de La Réunion. Rapport Ifremer/ARVAM pour le compte de la Diren Réunion. 22 pages.

**GONZALEZ J-L., TURQUET J., CAMBERT H., BUDZINSKI H., TAPIE N., GUYOMARCH J. ET ANDRAL B. 2009.** Mise en place d'échantillonneurs passifs pour la caractérisation de la contamination chimique des masses d'eau côtières réunionnaises: Campagnes Octobre 2008, Février 2009, PROJET PEPS La Réunion (Pré étude: Echantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique), Rapport d'avancement. Juin 2009. 21p.

**GONZALEZ J-L., TURQUET J., CAMBERT H., BUDZINSKI H., TAPIE N., GUYOMARCH J. ET ANDRAL B. 2010.** PROJET PEPS La Réunion (Pré étude: Echantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique) : Mise en place d'échantillonneurs passifs pour la caractérisation de la contamination chimique des masses d'eau côtières réunionnaises. Rapport final, Convention IFREMER / DIREN n°07/1216859/TF. 89p.

**GUENOC.P., VILLAIN.C., THINON.I., LE.ROY.M., 2008.** CARTOMAR : cartographie morphosédimentologique des fonds marins côtiers de La Réunion. BRGM/RP-56579-FR, 43p.

**GUERIN L. et DESROY N., 2008.** Protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre de la DCE. IFREMER LER-FBN CRESCO Dinard, 3p.

**GUERIN L. et FOURNIER J., 2008.** Protocole d'analyse sédimentologique dans le cadre des suivis du Rebent Manche orientale (complément au protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre de la DCE). IFREMER LER-FBN CRESCO Dinard, 4p.

**GUILLAUMONT B., GAUTHIER E., 2005.** Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE : Recommandation concernant le benthos marin. Rapport DYNECO/VIGIES 2005-0511. 149 p.

**KLUMPP, D. W. AND BURDON-JONES, C.,1982.** Investigations of the potential of bivalve molluscs as indicators of heavy metal levels in tropical marine waters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research.* 33, 285-300.

**MONTAGGIONI L., 1974.** Coral reef and Quaternary shore-line in the Mascarene Archipelago (Indian ocean). Proceed. Second Intern., Coral REef Symp. Great Barrier Commitee, Brisbane, 579-593.

**TURQUET J., H. CAMBERT, 2007.** Caractérisation des sédiments marins de La Réunion. Propriétés physiques, contamination et macrofaune benthique. Note d'expérience de la campagne de prélèvement. ARVAM A 302. 17p.

**TURQUET J., PRIOT C., CONEJERO S., QUOD J.P., 2001.** Mise au point d'un intégrateur biologique pour l'évaluation de la qualité du milieu marin insulaire tropical – Etude de pré-faisabilité. Rapport ARVAM A.008/DIREN 1999/2296, 68 p).

## 11. Annexes

ANNEXE 1 : MAS 2010 : Données brutes sur l'ensemble des stations de pentes externes .....	87
ANNEXE 2 : MSA 2010 : Données brutes sur l'ensemble des secteurs.....	89
ANNEXE 3 : MSA 2010 : Valeurs médianes et 1er et 3ème quartiles des différents paramètres utilisés dans le traitement statistiques.....	91
ANNEXE 4 : MSA 2010 : Corrélation (indice de Pearson) entre les différentes variables (substrat et peuplements benthiques sessiles) de la pente externe du récif frangeant de La Réunion.....	93
ANNEXE 5 : Méthode utilisée dans le cadre du suivi GCRMN .....	95
ANNEXE 6 : Méthode utilisée dans le cadre du suivi Reef Check.....	97
ANNEXE 7 : Evolution entre 1998 et 2009 des peuplements benthiques sessiles des stations de pente externe du suivi GCRMN .....	99
ANNEXE 8 : Exemple de fiche de métadonnées (étude CARTOMAR) renseignée en préliminaire à la bancarisation.....	101
ANNEXE 9 : Répartition sur le littoral du nombre d'études proposant des données intéressantes sur les paramètres pertinents pour la DCE (bibliomar) .....	107
ANNEXE 10 : Chronogramme détaillé de l'ensemble des études identifiées dans Bibliomar comme potentiellement exploitables dans le cadre de la DCE à La Réunion.....	113
ANNEXE 11 : absence de corrélation entre les teneurs en contaminants et les teneurs en COT ou ALU dans les sédiments de La Réunion (données CARTOMAR) .....	117
ANNEXE 12 : Présentation des différents types d'échantillonneurs passifs (in Gonzalez et al., 2009 ; Gonzalez et al. 2010) .....	119
ANNEXE 13 : Chiffrage détaillé du cout des différentes méthodes de suivi des contaminants chimiques (Echantil. passifs, Eau, Biote) .....	125
ANNEXE 14 : Recommandations pour les protocoles d'échantillonnage et de traitements de macrofaune endogée et du sédiment associé .....	127
ANNEXE 15 : Liste des abréviations .....	141



**ANNEXE 1 : MAS 2010 : Données brutes sur l'ensemble des stations de pentes externes**

SITE	STATION	SUBSTRAT			COUVERTURE					COMPOSITION PEUPEMENT CORALLIEN AU SENS LARGE (SCLERACTINIAIRE + ALCYONAIRE + MILLEPORE) (% RELATIF)								COUVERTURE ALGAL	COMPOSITION PEUPEMENT ALGAL (% RELATIF)				
		Sable	Débris	Dur	Couverture corallienne au sens large (Scleractinaire+alcyonnaire+ millepore)	Vitalité scléractinaire	Couverture Alcyonnaire	Vitalité Alcyonnaire	Couverture millepore	MEF (% relatif)	CSM (% relatif)	POC (% relatif)	ACT (% relatif)	ACB (% relatif)	ACD (% relatif)	ACS (% relatif)	CMOU (% relatif)	Millepore (% relatif)	Couverture algal	TU (% relatif)	CA (% relatif)	AD (% relatif)	
Baie de Saint-Leu	S1BSL	2	0	98	11	7	5	5	0	35	0	19	0	0	0	0	45	0	87	79	4	17	
Baie de Saint-Leu	S2BSL	2	1	98	7	4	3	3	0	69	0	11	0	0	0	0	41	0	91	69	6	25	
Baie de Saint-Leu	S3BSL	4	3	93	15	7	8	9	0	35	0	10	0	0	1	0	55	0	81	83	3	14	
Baie de Saint-Leu	S4BSL	5	2	94	16	12	4	4	0	69	0	3	0	0	0	0	26	2	80	92	2	7	
Baie de Saint-Leu	S5BSL	1	1	98	15	10	5	5	0	55	0	9	0	0	2	0	33	2	84	91	5	4	
Baie de Saint-Leu	S6BSL	2	0	98	42	35	7	8	1	42	0	8	0	0	5	23	22	1	56	83	15	3	
Boucan Canot	S1BCA	1	0	100	26	24	2	2	0	25	0	68	0	0	0	1	7	0	74	94	6	0	
Boucan Canot	S2BCA	1	0	99	19	16	3	3	0	34	0	48	0	0	0	0	17	1	80	82	9	10	
Boucan Canot	S3BCA	6	0	94	20	20	1	1	0	52	0	42	0	0	1	0	6	0	75	86	3	12	
Etang Salé	S1ESA	0	0	100	16	7	8	8	0	15	0	22	0	0	7	1	56	0	85	95	4	2	
Etang Salé	S2ESA	0	1	99	11	5	6	6	0	15	0	23	0	0	7	0	55	0	89	92	5	4	
Etang Salé	S3ESA	0	0	100	14	3	11	11	0	8	0	11	0	0	3	1	78	0	86	91	6	4	
Etang Salé	S4ESA	0	3	98	16	6	10	10	0	16	0	13	0	0	8	0	64	0	84	91	5	4	
Grand Anse	S1GRA	2	2	97	31	13	8	5	5	0	31	3	26	0	0	2	2	37	0	85	84	2	14
Grand Anse	S2GRA	0	0	100	24	19	5	5	0	13	0	28	0	0	7	30	22	1	77	88	3	10	
Grand Anse	S3GRA	0	0	100	15	10	5	5	0	20	0	26	0	1	13	6	36	0	85	87	0	14	
Grand Bois	S1GRB	0	0	100	16	9	6	6	1	26	0	18	3	4	5	5	37	4	84	92	3	5	
Grand Bois	S2GRB	0	3	97	23	13	9	4	4	0	23	0	14	0	22	5	31	0	87	90	1	10	
Grand Bois	S3GRB	0	0	100	53	31	22	22	0	17	4	19	0	0	6	14	41	1	48	90	8	3	
Hermitage	S1HER	3	1	96	20	19	2	2	0	58	0	31	0	0	2	0	9	0	77	95	5	0	
Hermitage	S2HER	4	3	94	8	6	2	2	0	61	0	6	0	0	0	0	33	0	89	85	1	14	
Hermitage	S3HER	1	3	96	23	17	6	6	0	54	0	14	0	0	1	0	31	0	76	75	4	21	
Hermitage	S4HER	2	0	98	20	15	6	6	0	54	0	15	0	0	3	0	29	0	78	84	3	13	
Hermitage	S5HER	3	2	96	20	14	6	6	0	50	0	14	0	0	4	0	32	0	78	79	6	15	
Hermitage	S6HER	3	0	98	26	22	4	4	0	35	0	37	0	0	6	6	16	0	72	93	7	1	
Hermitage	S7HER	1	1	99	40	23	13	9	9	0	40	0	16	0	0	1	0	43	1	77	64	6	31
Hermitage	S8HER	0	0	100	29	18	10	10	1	40	0	11	0	0	5	5	37	3	71	39	18	44	
La Saline	S1SAL	0	0	100	31	28	3	3	0	52	0	8	3	12	8	9	10	0	69	46	15	39	
La Saline	S2SAL	4	0	97	16	10	6	6	0	33	0	15	0	0	6	1	45	0	81	58	11	31	
La Saline	S3SAL	0	0	100	15	9	5	5	0	34	0	22	0	0	5	1	38	0	86	55	6	40	
La Saline	S4SAL	0	0	100	21	11	9	9	1	25	0	14	0	0	8	3	44	7	79	64	11	26	
La Saline	S5SAL	2	0	99	14	10	4	4	0	43	0	23	0	1	6	1	28	0	85	75	4	22	
La Saline	S6SAL	1	0	99	16	9	6	7	0	28	0	19	0	0	6	2	45	0	84	79	3	18	
La Saline	S7SAL	0	0	100	19	13	6	6	0	62	0	3	0	1	2	1	32	0	81	76	1	23	
La Saline	S8SAL	2	1	98	20	12	7	8	0	35	0	20	0	0	4	1	40	0	79	49	9	43	
Saint-Giles Nord	S1GIN	5	2	94	12	8	4	4	0	44	0	20	0	0	1	0	35	0	84	80	6	15	
Saint-Giles Nord	S2GIN	3	1	96	16	14	2	2	0	50	0	32	0	0	1	0	18	0	81	86	7	8	
Saint-Giles Nord	S3GIN	5	0	95	15	11	4	4	0	43	0	27	0	0	0	0	30	1	81	90	5	6	
Saint-Giles Nord	S4GIN	6	0	95	8	6	2	2	0	35	0	35	0	0	0	0	31	0	87	65	2	33	
Saint-Giles Nord	S5GIN	5	0	95	26	19	7	7	1	52	0	14	0	0	5	0	23	7	69	89	10	2	
Saint-Leu	S1SLE	7	0	93	49	43	9	10	0	59	2	8	0	0	7	7	18	0	44	73	23	4	
Saint-Leu	S2SLE	4	1	96	16	13	3	3	0	53	0	15	0	0	8	7	18	0	81	79	9	13	
Saint-Leu	S3SLE	1	8	92	21	18	4	4	0	69	0	8	0	0	2	3	18	0	78	84	8	8	
Saint-Leu	S4SLE	1	0	100	21	18	3	3	0	56	0	20	0	0	6	2	17	0	78	86	5	10	
Saint-Leu	S5SLE	0	3	98	45	33	12	12	0	39	1	14	1	7	8	10	20	0	55	86	12	3	
Saint-Leu	S6SLE	0	1	100	35	7	7	7	1	28	0	8	0	0	3	11	32	15	57	81	20	3	
Saint-Leu	S7SLE	2	1	97	46	39	8	8	0	54	0	8	1	0	2	15	19	1	52	83	11	6	
Saint-Leu	S8SLE	4	1	96	29	29	1	1	0	76	4	8	1	0	5	2	5	0	68	90	8	3	
Saint-Leu	S9SLE	3	0	97	19	2	2	2	1	63	1	9	0	3	6	2	13	3	78	76	7	18	
Saint-Leu	S10SLE	0	1	99	28	24	4	4	1	53	0	19	0	0	2	4	6	2	72	91	7	2	
Saint-Pierre	S1PIE	1	0	99	32	22	10	10	0	22	0	23	2	0	18	5	32	0	67	95	0	5	
Saint-Pierre	S2PIE	0	0	100	37	30	6	6	0	55	0	11	0	0	9	8	18	0	64	79	13	8	
Saint-Pierre	S3PIE	0	0	100	41	39	2	2	0	56	0	7	0	0	6	26	6	0	59	85	1	14	
Saint-Pierre	S4PIE	0	0	100	40	30	9	9	0	35	2	6	0	0	7	28	22	1	61	95	3	3	
Saint-Pierre	S5PIE	0	0	100	29	25	4	4	0	33	0	7	1	1	10	35	14	0	71	99	1	0	
Saint-Pierre	S6PIE	0	0	100	26	24	1	1	0	69	0	11	0	0	11	3	7	0	74	74	0	26	
Saint-Pierre	S7PIE	0	0	100	35	34	0	0	0	46	0	6	0	11	16	21	1	0	66	84	0	16	
Souris Chaude	S1SOC	5	0	95	19	12	7	7	0	49	0	12	0	0	2	0	38	0	77	76	5	19	
Souris Chaude	S2SOC	3	0	98	15	10	5	5	0	37	0	28	0	0	1	0	34	0	83	64	7	30	
Souris Chaude	S3SOC	7	0	93	11	7	4	4	0	63	0	3	0	0	0	0	35	0	83	45	5	50	
Souris Chaude	S4SOC	5	0	95	18	12	7	7	0	54	0	7	0	0	0	2	38	0	77	84	4	12	
Souris Chaude	S5SOC	3	1	96	6	3	3	3	0	35	0	11	0	0	0	0	55	0	91	45	4	51	
Terre Sainte	S1TSA	0	0	100	25	22	3	3	0	16	0	8	0	36	3	27	13	0	76	80	4	17	
Terre Sainte	S2TSA	0	0	100	16	11	2	2	3	25	0	9	0	2	17	22	15	12	84	86	0	15	

Moyenne de la couverture des peuplements benthiques sessiles et du substrat des stations échantillonnées

SITE	STATION	SUBSTRAT			COUVERTURE					COMPOSITION PEUPEMENT CORALLIEN AU SENS LARGE (SCLERACTINIAIRE + ALCYONAIRE + MILLEPORE) (% RELATIF)							COUVERTURE ALGAL		COMPOSITION PEUPEMENT ALGAL (% RELATIF)			
		ET Sable	ET Débris	ET Dur	ET Couverture corallienne au sens large (Scleractiniaire+alcyonaire+millepore)	ET Vitalité scleractiniaire	ET Couverture Alcyonaire	ET Vitalité alcyonaire	ET Couverture millepore	ET MEF	ET CSM	ET POC	ET ACT	ET ACB	ET ACD	ET ACS	ET CMOU	ET Millepore	ET Couverture algue	ET TU	ET CA	ET AD
Baie de Saint-Leu	S1BSL	3	0	3	7	4	4	0	4	18	0	14	0	0	0	0	19	0	6	12	5	10
Baie de Saint-Leu	S2BSL	3	2	4	2	1	2	0	2	14	0	10	0	0	0	0	22	0	3	7	2	9
Baie de Saint-Leu	S3BSL	4	3	7	4	3	3	0	3	15	0	6	0	0	2	0	14	0	6	9	3	7
Baie de Saint-Leu	S4BSL	5	3	6	8	8	1	1	1	13	0	3	0	0	0	0	10	6	7	11	3	8
Baie de Saint-Leu	S5BSL	2	2	3	5	4	4	1	4	14	0	5	0	0	2	0	16	6	5	7	5	9
Baie de Saint-Leu	S6BSL	6	0	6	21	21	5	2	5	19	0	7	0	0	5	29	15	3	23	15	17	7
Boucan Canot	S1BCA	2	0	2	8	8	1	0	1	8	0	11	0	0	0	2	4	0	7	5	5	0
Boucan Canot	S2BCA	2	0	2	8	7	2	1	2	14	0	21	0	0	1	0	11	3	7	12	5	11
Boucan Canot	S3BCA	8	0	8	8	8	1	0	1	9	0	8	0	0	1	0	5	0	11	5	3	9
Etang Salé	S1ESA	0	0	0	5	4	2	0	2	6	0	9	0	0	4	2	11	0	5	2	2	3
Etang Salé	S2ESA	0	3	3	3	2	2	0	2	7	0	7	0	0	6	0	10	0	3	5	3	4
Etang Salé	S3ESA	0	0	0	6	2	4	0	4	4	0	6	0	0	2	2	8	0	6	6	2	5
Etang Salé	S4ESA	0	4	4	4	2	3	0	3	8	0	3	0	0	7	0	7	0	4	6	0	6
Grand Anse	S1GRA	3	2	5	4	3	2	0	2	13	2	16	0	0	2	2	11	0	4	7	2	9
Grand Anse	S2GRA	0	0	0	9	9	3	0	3	6	0	8	0	0	7	12	13	2	9	7	3	7
Grand Anse	S3GRA	0	0	0	4	4	1	0	1	12	0	6	0	2	9	7	8	0	4	7	0	7
Grand Bois	S1GRB	0	0	0	3	2	2	2	2	8	0	5	8	2	3	8	10	8	3	3	4	4
Grand Bois	S2GRB	0	4	4	3	3	2	0	2	7	0	8	0	0	19	6	6	11	0	3	8	2
Grand Bois	S3GRB	0	0	0	11	6	8	1	8	6	4	4	0	0	4	9	9	2	11	10	12	3
Hermitage	S1HER	6	3	7	6	6	1	0	1	7	0	7	0	0	2	0	4	0	7	8	8	0
Hermitage	S2HER	4	7	8	5	5	1	0	1	20	0	4	0	0	0	0	19	0	8	9	1	9
Hermitage	S3HER	3	6	9	9	9	3	0	3	17	0	10	0	0	2	0	20	0	8	11	4	8
Hermitage	S4HER	3	0	3	5	4	2	0	2	12	0	6	0	0	4	0	8	0	4	9	7	9
Hermitage	S5HER	4	3	6	7	5	2	0	2	13	0	7	0	0	0	4	7	0	5	13	4	11
Hermitage	S6HER	3	0	3	7	7	2	0	2	9	0	15	0	0	6	5	9	0	8	3	3	2
Hermitage	S7HER	3	2	3	7	6	2	1	2	16	0	10	0	0	3	0	10	3	6	11	5	10
Hermitage	S8HER	0	0	0	8	8	5	2	5	21	0	6	0	0	22	7	22	5	8	14	10	17
La Saline	S1SAL	0	0	0	7	7	2	0	2	9	0	4	4	8	3	5	8	0	7	20	12	14
La Saline	S2SAL	6	0	6	11	8	4	0	4	21	0	13	0	0	4	2	19	0	11	16	5	19
La Saline	S3SAL	0	0	0	8	6	2	0	2	9	0	5	0	0	6	1	9	0	8	7	6	8
La Saline	S4SAL	0	0	0	8	6	4	2	4	10	0	7	0	0	6	2	11	14	8	6	5	9
La Saline	S5SAL	3	0	3	4	3	2	0	2	9	0	9	0	2	6	2	12	0	4	12	3	12
La Saline	S6SAL	3	0	3	5	5	2	0	2	15	0	8	0	0	7	3	19	0	5	14	4	13
La Saline	S7SAL	0	0	0	6	4	2	0	2	7	0	3	0	1	2	2	8	0	6	7	2	6
La Saline	S8SAL	3	2	4	5	5	3	0	3	14	0	9	0	0	4	3	13	0	7	18	6	16
Saint-Giles Nord	S1GIN	5	6	7	3	3	2	0	2	13	0	11	0	0	2	0	13	0	7	6	5	9
Saint-Giles Nord	S2GIN	4	3	6	6	6	1	0	1	11	0	14	0	0	2	0	12	0	6	8	2	7
Saint-Giles Nord	S3GIN	3	0	3	4	4	2	0	2	14	0	6	0	0	0	0	15	2	5	6	2	9
Saint-Giles Nord	S4GIN	4	0	4	3	3	1	0	1	17	0	14	0	0	0	0	17	0	3	15	2	19
Saint-Giles Nord	S5GIN	5	0	5	10	7	5	1	6	13	0	5	0	0	5	0	12	7	8	4	3	2
Saint-Leu	S1SLE	3	0	3	10	7	5	0	5	9	6	3	0	0	3	9	8	0	10	11	13	7
Saint-Leu	S2SLE	6	2	6	4	2	2	0	2	15	0	5	0	0	4	4	10	0	6	11	5	8
Saint-Leu	S3SLE	2	9	10	7	7	1	0	1	12	0	5	0	0	3	8	7	0	8	8	3	7
Saint-Leu	S4SLE	2	0	2	9	10	1	0	1	21	0	15	0	0	6	2	12	2	9	8	3	6
Saint-Leu	S5SLE	0	7	7	16	9	17	0	17	18	2	5	4	14	5	10	22	0	16	9	7	7
Saint-Leu	S6SLE	0	2	2	19	17	5	3	5	10	0	6	0	4	12	19	9	10	19	11	11	0
Saint-Leu	S7SLE	4	4	5	21	20	7	0	7	15	0	2	2	0	4	20	14	2	21	16	10	18
Saint-Leu	S8SLE	5	3	7	10	12	1	0	1	6	3	3	2	0	3	2	5	1	12	10	6	7
Saint-Leu	S9SLE	4	0	4	7	7	2	2	2	17	2	5	0	6	4	4	9	8	8	7	4	9
Saint-Leu	S10SLE	0	2	2	7	8	3	1	3	17	0	9	0	5	4	7	10	3	7	7	4	4
Saint-Pierre	S2PIE	0	0	0	6	6	2	0	2	8	0	2	0	0	4	8	6	0	6	5	3	6
Saint-Pierre	S3PIE	0	0	0	7	8	2	0	2	12	0	3	0	0	2	16	6	0	7	7	2	8
Saint-Pierre	S4PIE	0	0	0	16	11	9	1	9	10	0	2	5	0	5	9	14	2	16	3	3	4
Saint-Pierre	S5PIE	0	0	0	8	8	1	0	1	8	0	4	2	2	4	11	5	0	8	2	2	0
Saint-Pierre	S6PIE	0	0	0	10	10	1	0	1	15	0	6	0	0	7	3	5	0	10	8	0	8
Saint-Pierre	S7PIE	0	0	0	6	6	1	0	1	8	0	3	0	6	4	6	2	0	6	9	0	9
Souris Chaude	S1SOC	4	0	4	5	4	3	0	4	18	0	9	0	0	3	0	14	0	6	17	5	13
Souris Chaude	S2SOC	4	0	4	5	5	3	0	3	19	0	7	0	0	2	0	20	0	7	16	5	12
Souris Chaude	S3SOC	5	0	5	4	3	2	0	2	14	0	5	0	0	0	0	11	0	9	17	5	13
Souris Chaude	S4SOC	4	0	4	5	4	3	0	3	15	0	5	0	0	0	3	16	0	4	7	1	7
Souris Chaude	S5SOC	2	2	3	2	1	2	0	2	20	0	14	0	0	0	0	18	0	4	23	3	21
Terre Sainte	S1TSA	0	0	0	8	8	1	0	1	9	0	6	0	21	4	12	8	0	8	8	7	11
Terre Sainte	S2TSA	0	0	0	7	4	2	6	2	12	0	7	0	3	5	14	13	20	7	10	0	10

*Ecart type de la couverture des peuplements benthiques sessiles et du substrat des stations échantillonnées*

**ANNEXE 2 : MSA 2010 : Données brutes sur l'ensemble des secteurs**

SITE	SUBSTRAT			COUVERTURE					COMPOSITION PEUPLEMENT CORALLIEN AU SENS LARGE (SCLERACTINIAIRE + ALCYONAIRE + MILLEPORE) (% RELATIF)								COUVERTURE ALGAL	COMPOSITION PEUPLEMENT ALGAL (% RELATIF)			
	Sable	Débris	Dur	Couverture corallienne au sens large (Scleractiniaire+alcyonnaire+ millepore)	Vitalité scleractiniaire	Couverture Alcyonnaire	Vitalité Alcyonnaire	Couverture millepore	MEF (% relatif)	CSM (% relatif)	POC (% relatif)	ACT (% relatif)	ACB (% relatif)	ACD (% relatif)	ACS (% relatif)	CMOU (% relatif)	Millépore (% relatif)	Couverture algal	TU (% relatif)	CA (% relatif)	AD (% relatif)
BCA	3	0	98	21	20	2	2	0	37	0	52	0	0	0	0	10	0	76	87	6	7
BSL	3	1	96	18	13	5	6	0	48	0	10	0	0	1	4	37	1	79	83	6	11
ESA	0	1	99	14	5	9	9	0	13	0	17	0	0	6	0	63	0	86	92	5	3
GIN	5	1	95	15	12	4	4	0	45	0	25	0	0	2	0	27	1	80	82	6	13
GRA	1	1	99	17	12	5	5	0	21	1	26	0	0	7	13	32	0	82	86	2	12
GRB	0	1	99	27	16	11	11	0	22	1	17	1	8	5	8	36	1	73	91	4	6
HER	2	1	97	21	15	6	6	0	49	0	17	0	0	3	1	29	0	77	76	6	18
PIE	0	0	100	34	29	5	5	0	45	0	10	0	2	11	18	14	0	66	87	3	10
SAL	1	0	99	18	12	6	6	0	38	0	16	0	1	5	2	37	1	81	63	7	30
SLE	2	1	97	31	27	5	5	0	55	1	12	5	0	6	8	15	1	67	83	11	7
SOC	5	0	95	14	9	5	5	0	48	0	11	0	0	0	0	40	0	82	62	5	32
TSA	0	0	100	20	16	2	2	1	20	0	8	0	0	19	10	24	6	80	83	2	16

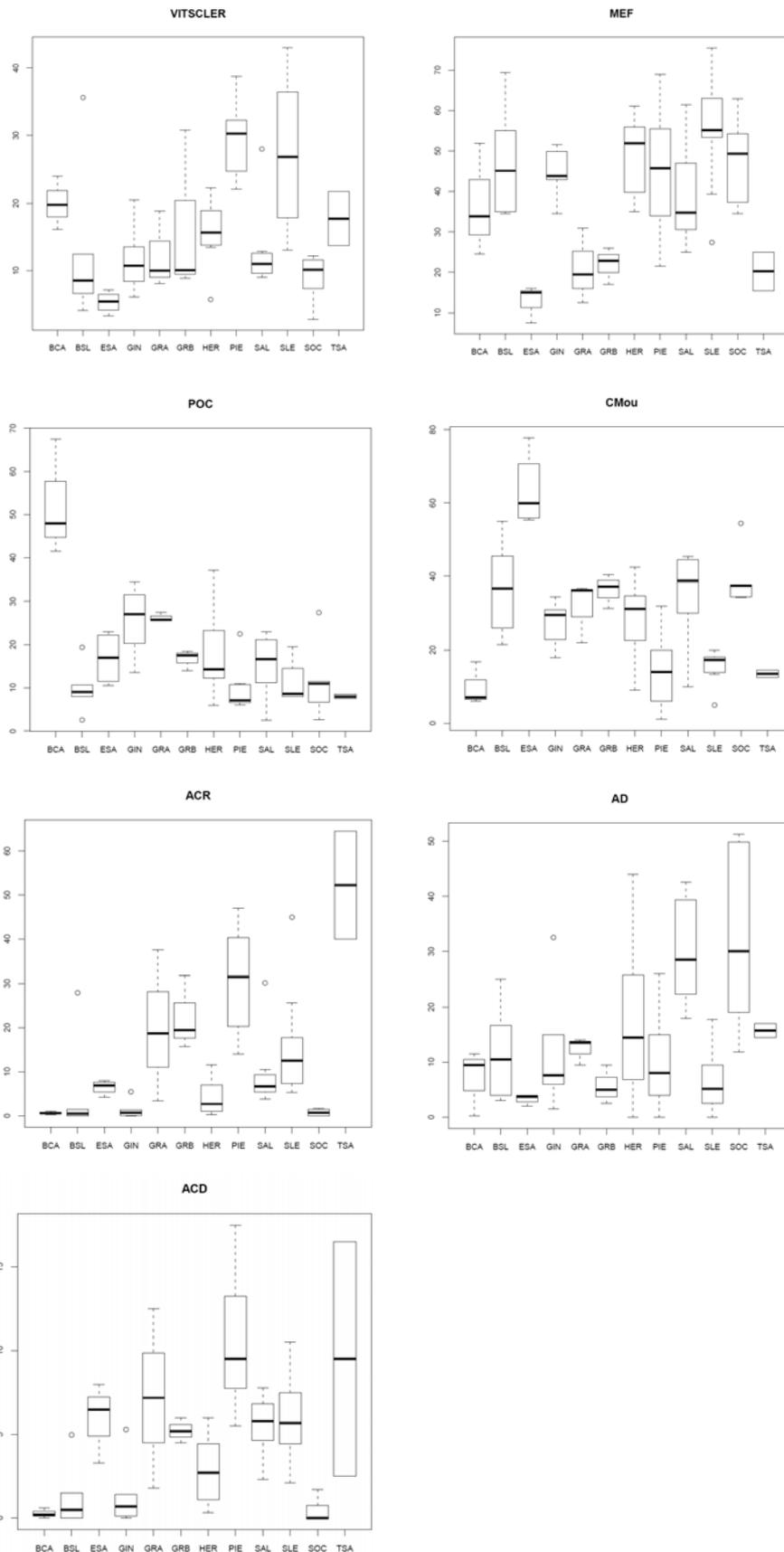
Moyenne de la couverture des peuplements benthiques sessiles et du substrat des secteurs échantillonnés

SITE	SUBSTRAT			COUVERTURE					COMPOSITION PEUPLEMENT CORALLIEN AU SENS LARGE (SCLERACTINIAIRE + ALCYONAIRE + MILLEPORE) (% RELATIF)								COUVERTURE ALGAL	COMPOSITION PEUPLEMENT ALGAL (% RELATIF)			
	ET Sable	ET Débris	ET Dur	ET Couverture corallienne au sens large (Scleractiniaire+alcyonnaire+millepore)	ET Vitalité scleractiniaire	ET Couverture Alcyonnaire	ET Vitalité alcyonnaire	ET Couverture millepore	ET MEF	ET CSM	ET POC	ET ACT	ET ACB	ET ACD	ET ACS	ET CMOU	ET Millépore	ET Couverture algue	ET TU	ET CA	ET AD
BCA	5	0	5	8	8	2	2	1	15	0	18	0	0	1	1	9	2	9	9	5	9
BSL	4	3	5	15	14	4	4	1	20	0	9	0	0	3	15	19	4	15	13	9	11
ESA	0	3	3	5	3	3	3	0	7	0	8	0	0	5	1	13	0	5	5	2	4
GIN	4	3	5	8	6	3	3	1	14	0	13	0	0	3	0	15	4	8	13	4	14
GRA	2	2	3	7	7	2	2	0	13	2	10	0	1	8	15	13	1	7	7	3	7
GRB	0	3	3	19	11	9	9	1	8	3	6	5	14	4	8	10	5	19	8	8	6
HER	4	4	6	9	8	4	4	1	17	0	12	0	0	4	4	17	2	8	20	7	17
PIE	1	0	1	10	9	5	5	0	18	1	7	1	4	6	14	12	1	10	10	5	10
SAL	3	1	3	8	7	3	3	1	17	0	10	1	4	5	3	16	5	8	17	7	15
SLE	4	4	6	17	14	7	7	1	19	3	8	1	5	6	13	11	4	17	11	9	9
SOC	4	1	4	6	5	3	3	0	20	0	12	0	0	2	2	17	0	8	23	4	21
TSA	0	0	0	9	9	2	2	4	12	0	6	0	0	23	8	13	15	9	9	5	10

Ecart type de la couverture des peuplements benthiques sessiles et du substrat des secteurs échantillonnés

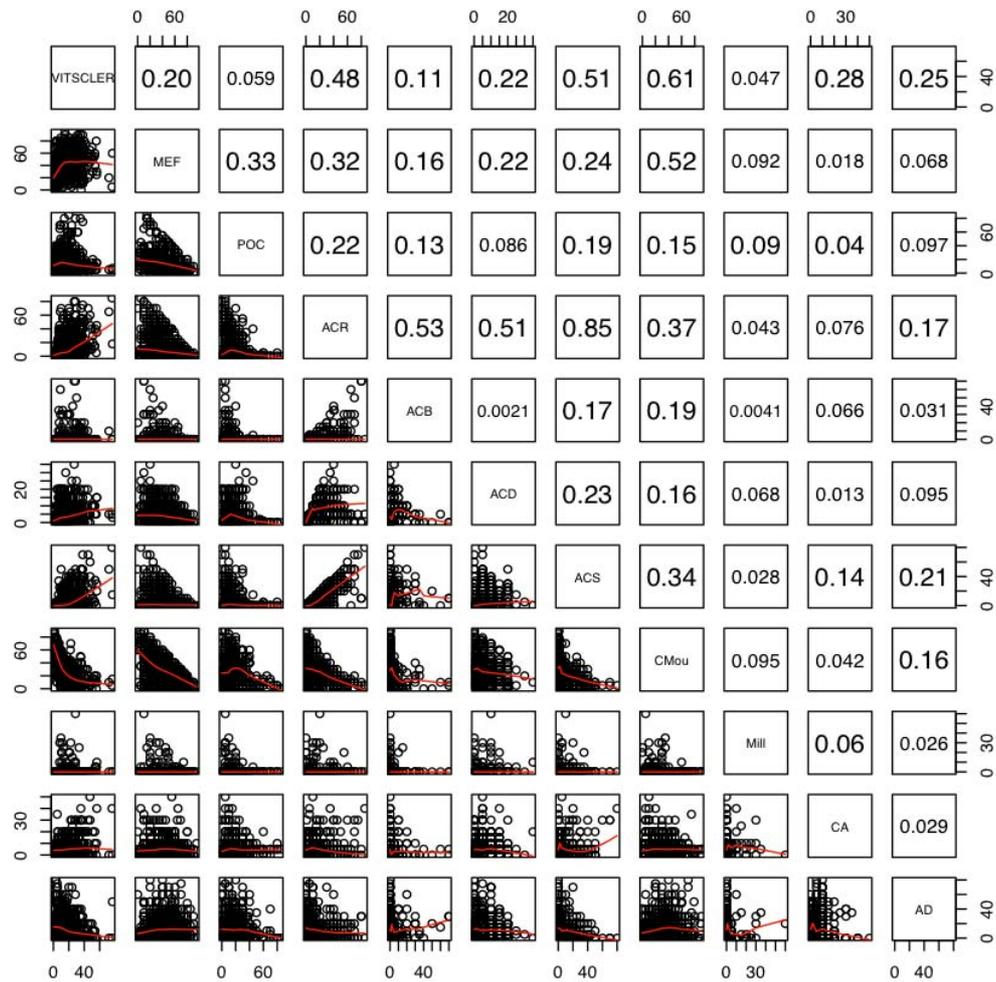


**ANNEXE 3 : MSA 2010 : Valeurs médianes et 1er et 3ème quartiles des différents paramètres utilisés dans le traitement statistiques**





**ANNEXE 4 : MSA 2010 : Corrélation (indice de Pearson) entre les différentes variables (substrat et peuplements benthiques sessiles) de la pente externe du récif frangeant de La Réunion**

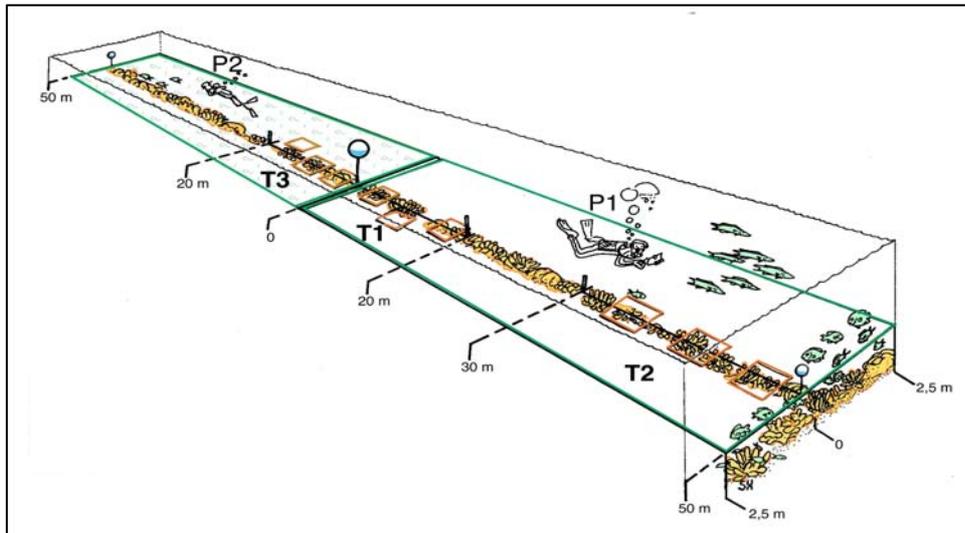




## **ANNEXE 5 : Méthode utilisée dans le cadre du suivi GCRMN**

La méthodologie de suivi de la faune benthique sessile fait appel à la méthode des transects développée dans les manuels régionaux de "suivi de l'état de santé des récifs coralliens du Sud-ouest de l'océan Indien" (Conand *et al.*, 1997). Les protocoles opératoires sont illustrés sur la figure ci-dessous et les paramètres pris en compte sont détaillés dans le tableau ci-dessous. Sur chaque station, 3 transects de 20m (soit 60m linéaires) sont alors déployés et l'observateur relève ainsi la faune et la flore benthiques qui entrecoupe le transect.

Les paramètres généraux, figurant dans tableau ci-dessous le sont renseignés. Toutefois, lors de l'expertise, les coraux ont été renseignés au niveau générique ou spécifique.



### Paramètres étudiés (code BDD CoReMo 3)

CODE	SIGNIFICATION BDD COREMO III
ACB	Acropore Branchu
ACD	Acropore Digité
ACE	Acropore Encroûtant
ACS	Acropore Submassif
ACT	Acropore Tabulaire
CB	Corail Branchu
CE	Corail Encroûtant
CF	Corail Foliacé
CM	Corail Massif
CS	Corail Submassif
CMR	Corail champignon
CHL	Heliopore
CME	Millépore
CTU	Tubipore
SC	Corail Mou
CA	Algue Calcaire
FMA	Algue dressée molle
HMA	Algue dressée dure
TA	Turf Algal
DC	Corail Mort
RCK	Dalle/Roche
R	Débris
S	Sable
SI	Vase
SP	Eponge
ZO	Zoanthaire
OT	Autre



## **ANNEXE 6 : Méthode utilisée dans le cadre du suivi Reef Check**

Reef Check est un protocole simple de suivi environnemental en milieu récifal. Il permet de détecter des changements écologiques et statistiquement fiables de l'état de santé de récifs affectés ou pas par des perturbations naturelles ou humaines. L'atout majeur de ce protocole est qu'il ne nécessite pas de connaissances scientifiques trop pointues. Il peut être réalisé par des plongeurs amateurs sous l'encadrement d'un scientifique.

Une équipe de volontaires, déroule sur le fond corallien un décamètre de 100 mètres. Le long de cet axe, quatre segments de 20 m, séparés par un segment de 5m, sont étudiés.

### Description des peuplements fixés

Un volontaire décrit la nature du substrat occupant le fond le long du transect (Figure 3). Il s'intéresse donc aux peuplements d'algues et d'invertébrés divers (coraux, éponges...) vivants sur le fond ainsi qu'à la nature du fond (sable, débris). Il collecte l'information en attribuant un code Reef Check à ce qu'il observe tous les 50 cm (PIT : Point Intercept Transect) sous le ruban gradué le long des 80 mètres de transect (cf tableau ci-dessous).

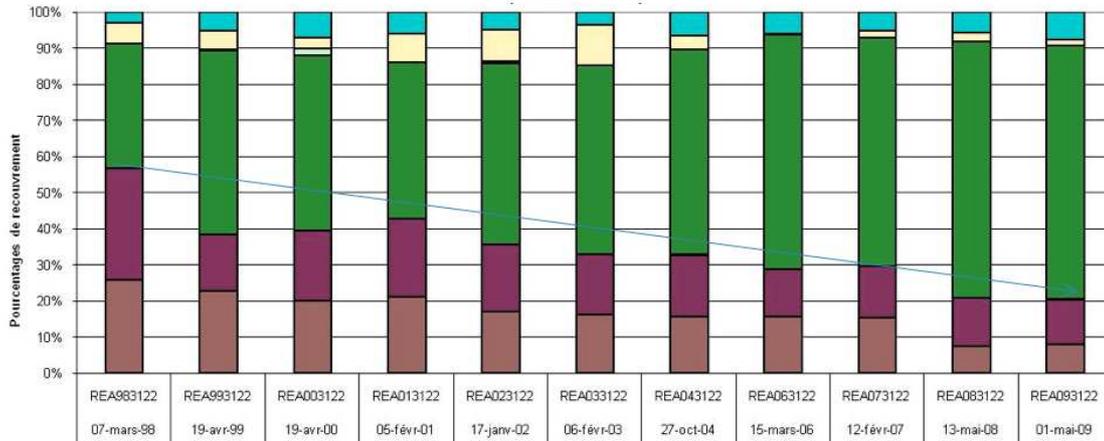
Tableau : Codes Reef Check utilisés pour décrire les fonds

<b>Codes</b>	<b>Anglais</b>	<b>Français</b>	<b>Définition</b>
<b>HC</b>	Hard coral	Corail dur	<i>Ensemble des coraux constructeurs de récifs dont les coraux de feu (Millepores), les coraux branchus (Acropores) et les coraux massifs (Porites)</i>
<b>SC</b>	Soft coral	Corail mou	<i>Ensemble des alcyonaires</i>
<b>RKC</b>	Recently Kill Coral	Corail mort	<i>Coraux morts au cours de l'année précédant le relevé</i>
<b>NIA</b>	Nutrient Input Algae	Algues	<i>Algues et macroalgues dont l'apparition est liée à un fort taux en éléments nutritifs</i>
<b>RC</b>	Rock	Roche	<i>Substrats durs (algues encroûtantes, balanes ou huîtres incrustées, corail mort recouvert de gazons algaux, ...).</i>
<b>RB</b>	Rubble	Débris	<i>Débris de roche ou débris coralliens (diamètre entre 0,5 et 15 cm)</i>
<b>SD</b>	Sand	Sable	<i>Sédiments &lt;0,5 cm et qui ne restent pas en suspension</i>
<b>OT</b>	Other	Autre	<i>Ensemble des organismes fixés en dehors des catégories précédentes (ex. anémones, les ascidies, les gorgones, ...).</i>

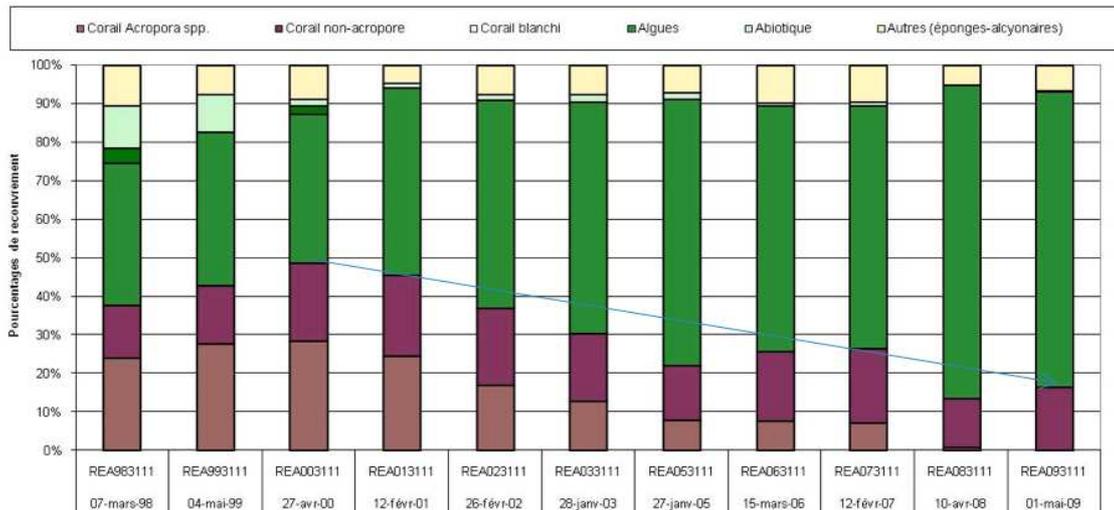


## **ANNEXE 7 : Evolution entre 1998 et 2009 des peuplements benthiques sessiles des stations de pente externe du suivi GCRMN**

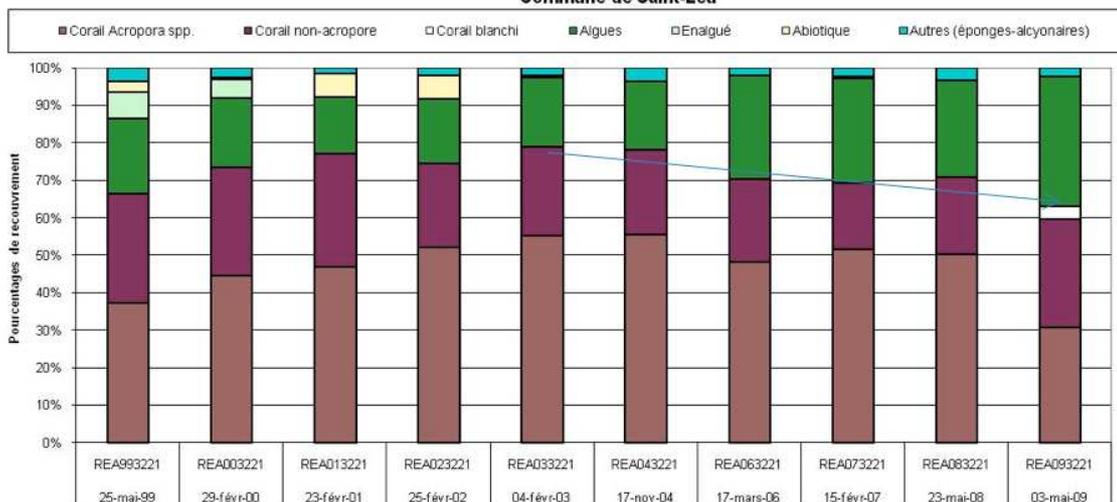
**Evolution du recouvrement benthique sur la station de pente externe de Trois-Châteaux**



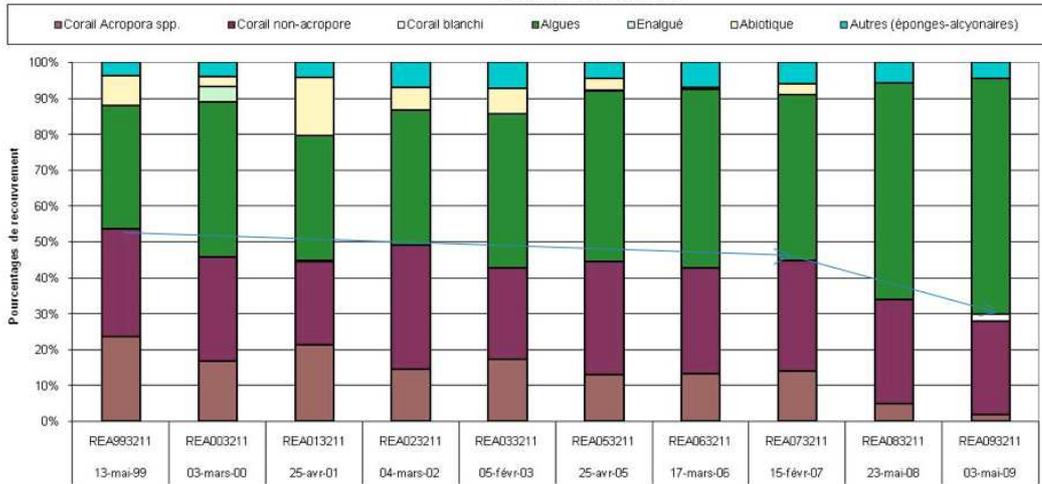
**Evolution du recouvrement benthique sur la station de pente externe de Planch'Alizés**



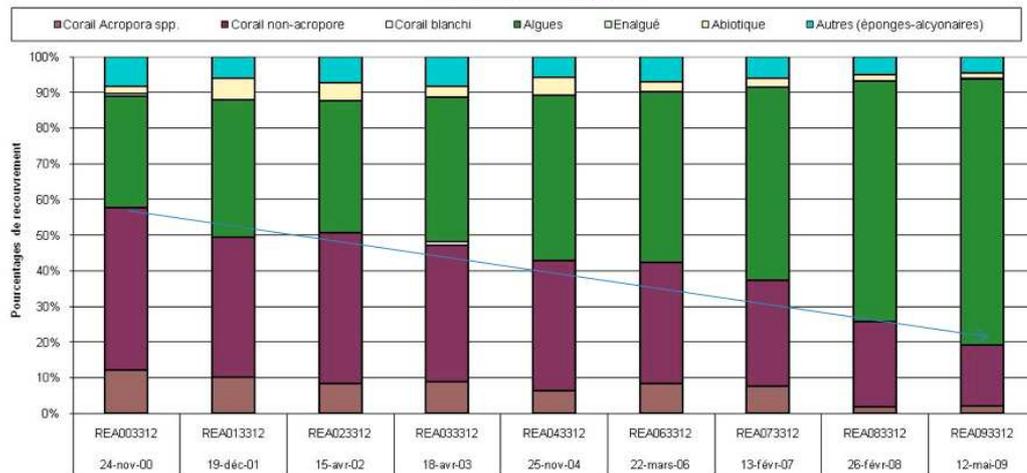
**Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe de la Corne | Commune de Saint-Leu**



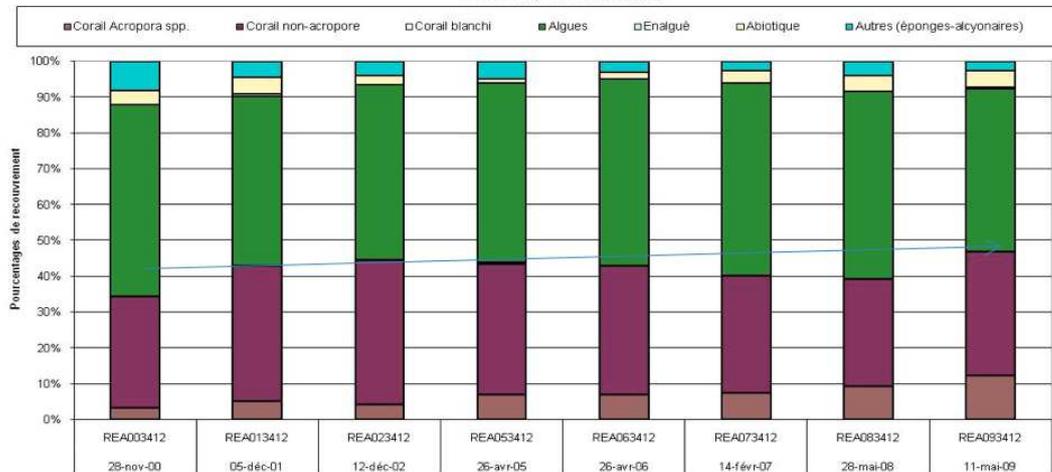
**Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe la Varangue  
Commune de Saint-Leu**



**Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe de l'Etang-Salé  
Commune de l'Etang-Salé**



**Evolution du recouvrement benthique sur la station pente externe de la Ravine Blanche  
Commune de Saint-Pierre**



## ANNEXE 8 : Exemple de fiche de métadonnées (étude CARTOMAR) renseignée en préliminaire à la bancarisation

### Fiche de saisie de métadonnées DCE Réunion Version 1.1

Classes de Paramètres DCE: Phyto Benthos/Pois on Physico-Chimie Contaminants EPA Avancement

#### Fiche Générale (1/6)

Code fiche: **ARV\_27\_ER** **Source des métadonnées (MO)** **Producteur (Mop)** Bancarisation autorisée

Acronyme: **CARTOMAR** **Nom**: Pascal TALEC **Org.**: ARVAM / ECOMAR  OUI

Date création: **15/04/10** **Organisme**: DIREN Réunion  NON

Remplie par: **MR** **Tél**: 02 62 94 18 12  en attente

**Email**: pascal.talec@developpement-durable.gouv.fr Révisé: \_\_\_\_\_

#### A. Caractéristiques du document/étude

**Titre**: Caractérisation des sédiments marin sur le poutour du littoral réunionnais. Analyse de la granulométrie, des contaminants chimiques et de la macrofaune benthique.

**Auteurs**: J. TURQUET, H. CAMBERT

**Type de programme**:  Réseau / suivi  Étude d'impact  Étude / Recherche  Thèse  
 Rapport de stage  Autres \_\_\_\_\_

**Résumé**: CARTOMAR vise à réaliser des échantillonnages sur l'ensemble des masses d'eau réunionnaises en vue d'améliorer la couverture spatiale des connaissances et de calibrer les faciès acoustiques. Les échantillons prélevés ont fait l'objet d'analyses de leurs propriétés physiques (granulométrie, carbonates, teneur en eau, carbone organique), de leurs niveaux de contamination (éléments traces métalliques, micropolluants organiques) et d'une caractérisation des communautés macrobenthiques.

**Mots clés**: Cartographie, sédiments, benthos, micropolluants, granulométrie, Réunion, DCE, macrofaune endogée (composition sp. Et biomasse), granulométrie, carbone organique, matière organique, substances prioritaires et autres sédiment

**Références documentaires**: J Turquet, H. Cambert, (25/10/07). Caractérisation des sédiments marins de La Réunion. Propriétés physiques, contamination et macrofaune benthique. Note d'expérience de la campagne de prélèvement. ARVAM A 302. 17p.

#### B. Localisation et période

**Z. géom. homogènes** 1 à 52 **Masses d'eau DCE**: FRLCO1, FRLCO2, FRLCO3, FRLCO4, FRLCO5, FRLCO7, FRLCO9, FRLCO12, FRLCO13

**Nbr lieux de surveillance**: 206 **Début**: 31/12/2002 **Fin**: 30/12/2003 **Nombre de stratégie**: 3

#### C. Informations sur les données

**Type de suivi**:  Spatio temporel  Temporel  Spatial  
 point  profil / transect (ligne)  zone / surface (polygone)

#### D. État d'avancement bancarisation

**1) Définition des métadonnées**:  Lieux de Surveillance  Param. / Supp. / Fract. / Meth.

**2) Création stratégie Q²**:  OUI  NON

**3) Saisie données Q²**:  OUI  NON

### Fiche de saisie de métadonnées DCE Réunion

**Fiche Stratégie (2/6)**

Code fiche: **ARV\_27\_ER\_CARTOMAR** Date de création: **15/04/2010**

#### A. Information Stratégie

**Nombre de stratégies**: **3**

Code stratégie (Libellé)	Date de début	Nombre de lieux de surveillance	Nbre Paramètres	Préleveur
1 CARTOMAR GRANULO	01/10/03	206	10	Arvam
2 CARTOMAR CONTAMINANTS	01/10/03	42	80	Arvam
3 CARTOMAR BENTHOS	01/10/03	30	2	Arvam
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

**Informations complémentaires**:  
ATTENTION : Nbr de lieux de surveillance Benthos :  
30 : stations avec Réplicat + stations isolées  
38 : détail du nbr de répliques

Fiche de saisie de métadonnées DCE Réunion								
Fiche Lieu de surveillance (3/6)								
Code fiche		ARV_27_ER_CARTOMAR		Date de création		15/04/2010		
A. Caractéristiques des lieux de surveillance								
Nombre de lieux de surveillance : 206								
Secteur d'étude	Lieu de surveillance		Période couverte		Coordonnées géographiques		Delta UT	
	Nom	N° Point ou code	Début	Fin	Longitude (ou X)	Latitude (ou Y)		
	B001	B001	01/10/2003	06/03	55.473533	-21.252250	23.7	++
	B004	B004	01/10/2003	06/03	55.274183	-21.170283	67.6	++
	B008	B008	01/10/2003	06/03	55.275300	-21.159697	20.7	++
	B012	B012a	01/10/2003	06/03	55.273900	-21.171133	73	++
	B012	B012b	01/10/2003	06/03	55.274200	-21.170000	73.5	++
	B013	B013	01/10/2003	06/03	55.274700	-21.214633	53.2	++
	B014	B014	01/10/2003	06/03	55.273867	-21.217500	68	++
	B015	B015	01/10/2003	06/03	55.206487	-21.240300	69	++
	B016	B016	01/10/2003	06/03	55.206400	-21.254753	62.7	++
	B017	B017	01/10/2003	06/03	55.303800	-21.271467	95	++
	B018	B018	01/10/2003	06/03	55.312700	-21.273363	90	++
	B019	B019	01/10/2003	06/03	55.471600	-21.362367	65	++
	B020	B020	03/10/2003	06/03	55.442233	-21.346867	61.8	++
	B021	B021	03/10/2003	06/03	55.441000	-21.346833	53.4	++
	B022	B022	03/10/2003	06/03	55.431550	-21.343317	61	++
	B023	B023	03/10/2003	06/03	55.414667	-21.334583	78.5	++
	B024	B024	03/10/2003	06/03	55.413333	-21.328367	47.5	++
	B025	B025a	03/10/2003	06/03	55.391983	-21.302950	55	++
	B025	B025b	03/10/2003	06/03	55.391633	-21.302950	55	++
	B025	B025c	03/10/2003	06/03	55.392333	-21.302850	53.5	++
	B026	B026a	03/10/2003	06/03	55.392217	-21.302750	54	++
	B026	B026b	03/10/2003	06/03	55.388433	-21.298667	60	++
	B027	B027	03/10/2003	06/03	55.388433	-21.298667	60	++
	B027	B027	03/10/2003	06/03	55.387987	-21.298733	47.3	++
	B028	B028	03/10/2003	06/03	55.391133	-21.295653	16.8	++
	B029	B029	03/10/2003	06/03	55.373653	-21.294667	46.2	++
	B030	B030	03/10/2003	06/03	55.373653	-21.295650	29.3	++
	B031	B031	03/10/2003	06/03	55.372733	-21.294433	38	++
	B032	B032a	03/10/2003	06/03	55.391733	-21.293917	58	++
	B032	B032b	03/10/2003	06/03	55.357967	-21.293500	50	++
	B032	B032c	03/10/2003	06/03	55.367900	-21.294000	55	++
	B033	B033a	03/10/2003	06/03	55.357967	-21.293917	53	++
	B033	B033	03/10/2003	06/03	55.298900	-21.253753	60	++
	B034	B034	03/10/2003	06/03	55.315217	-21.253233	48.8	++
	B035	B035	03/10/2003	06/03	55.312900	-21.253433	51.2	++
	B036	B036	03/10/2003	06/03	55.308283	-21.259900	51.2	++
	B037	B037a	03/10/2003	06/03	55.294617	-21.244667	72.1	++
	B037	B037b	03/10/2003	06/03	55.294117	-21.244883	70	++
	B037	B037c	03/10/2003	06/03	55.293700	-21.244467	70	++
	B038	B038	03/10/2003	06/03	55.292700	-21.242233	23.4	++
	B039	B039	03/10/2003	06/03	55.315483	-21.246533	10.9	++
	B040	B040	03/10/2003	06/03	55.314450	-21.250667	23.8	++
	B041	B041	03/10/2003	06/03	55.310883	-21.252633	28.2	++
	B042	B042	03/10/2003	06/03	55.319900	-21.270667	62	++
	B043	B043	03/10/2003	06/03	55.326233	-21.282667	68.6	++
	B044	B044	03/10/2003	06/03	55.327900	-21.283500	76.6	++
	B045	B045	03/10/2003	06/03	55.336000	-21.282117	66.8	++
	B046	B046	03/10/2003	06/03	55.363150	-21.204167	44.5	++
	B047	B047a	04/10/2003	06/03	55.536467	-21.374733	57	++
	B048	B048	04/10/2003	06/03	55.534717	-21.369750	58.2	++
	B049	B049	04/10/2003	06/03	55.517700	-21.365450	62.3	++
	B050	B050a	04/10/2003	06/03	55.498000	-21.357817	43	++
	B051	B051	04/10/2003	06/03	55.496233	-21.361017	51.8	++
	B052	B052a	04/10/2003	06/03	55.487950	-21.364550	69.9	++
	B053	B053a	04/10/2003	06/03	55.488700	-21.362233	53	++
	B054	B054	04/10/2003	06/03	55.483017	-21.364750	68.8	++
	B055	B055	04/10/2003	06/03	55.507133	-21.287433	17	++
	B056	B056	04/10/2003	06/03	55.502217	-21.283000	48.7	++
	B057	B057	04/10/2003	06/03	55.521800	-21.200183	94	++
	B058	B058	04/10/2003	06/03	55.502300	-21.283333	54	++
	B063	B063	04/10/2003	06/03	55.203950	-21.142700	48	++
	B064	B064	04/10/2003	06/03	55.265950	-21.136167	28.7	++
	B065	B065	04/10/2003	06/03	55.261567	-21.138033	44	++
	B066	B066	04/10/2003	06/03	55.255350	-21.143100	90.7	++
	B067	B067	04/10/2003	06/03	55.250217	-21.144450	59.3	++
	B068	B068	04/10/2003	06/03	55.248667	-21.143333	72	++
	B069	B069a	04/10/2003	06/03	55.239000	-21.116033	75	++
	B069	B069b	04/10/2003	06/03	55.238750	-21.116267	76.4	++
	B070	B070	04/10/2003	06/03	55.240833	-21.115600	67.1	++
	B072	B072	04/10/2003	06/03	55.229483	-21.110783	67	++
	B073	B073	04/10/2003	06/03	55.224817	-21.102417	38.9	++
	B074	B074	04/10/2003	06/03	55.215633	-21.102333	63.5	++
	B075	B075	04/10/2003	06/03	55.210883	-21.099750	51	++
	B076	B076	04/10/2003	06/03	55.196883	-21.077750	56.8	++
	B077	B077	04/10/2003	06/03	55.195100	-21.084217	82	++
	B078	B078	04/10/2003	06/03	55.188217	-21.072667	73.2	++
	B080	B080a	04/10/2003	06/03	55.185117	-21.068183	72.7	++
	B081	B081	05/10/2003	06/03	55.185917	-21.079467	60	++
	B082	B082	05/10/2003	06/03	55.203667	-21.075233	56	++
	B083	B083	05/10/2003	06/03	55.204817	-21.064233	51.6	++
	B084	B084	05/10/2003	06/03	55.185867	-21.037183	58.5	++
	B085	B085	05/10/2003	06/03	55.194717	-21.036367	62	++
	B087	B087	05/10/2003	06/03	55.197983	-21.046683	61.4	++
	B088	B088a	05/10/2003	06/03	55.196200	-21.046667	61.6	++
	B090	B090a	05/10/2003	06/03	55.207717	-21.058300	35.5	++
	B091	B091b	05/10/2003	06/03	55.187133	-21.028333	56	++
	B092	B092b	05/10/2003	06/03	55.176383	-21.028233	56	++
	B093	B093b	05/10/2003	06/03	55.185350	-21.043000	50	++
	B094	B094	05/10/2003	06/03	55.178517	-21.042500	82	++
	B095	B095	05/10/2003	06/03	55.171797	-21.032750	67	++
	B096	B096	05/10/2003	06/03	55.182483	-21.028650	61	++
	B097	B097	05/10/2003	06/03	55.171167	-21.019833	30.3	++
	B098	B098b	05/10/2003	06/03	55.179533	-21.014483	63.5	++
	B099	B099	05/10/2003	06/03	55.168867	-21.010067	70.7	++
	B100	B100	05/10/2003	06/03	55.163067	-21.002600	63.3	++
	B101	B101a	05/10/2003	06/03	55.179550	-20.993987	66.7	++
	B102	B102	05/10/2003	06/03	55.197833	-20.986663	73.7	++
	B104	B104	05/10/2003	06/03	55.182767	-21.008350	54	++
	B105	B105	05/10/2003	06/03	55.193150	-21.019000	64	++
	B106	B106	05/10/2003	06/03	55.195633	-21.021700	61.3	++
	B107	B107a	05/10/2003	06/03	55.203500	-21.015750	80	++
	B108	B108a	05/10/2003	06/03	55.212217	-21.026333	54.7	++
	B109	B109	05/10/2003	06/03	55.218283	-21.009750	63	++
	B110	B110a	05/10/2003	06/03	55.207900	-21.006383	55	++
	B111	B111	05/10/2003	06/03	55.201950	-21.002000	60	++
	B114	B114	06/10/2003	06/03	55.203583	-20.994267	62.5	++
	B115	B115	06/10/2003	06/03	55.215967	-21.002017	62	++
	B116	B116	06/10/2003	06/03	55.234667	-21.013483	21.3	++
	B118	B118a	06/10/2003	06/03	55.231367	-21.007083	67.3	++
	B119	B119	06/10/2003	06/03	55.244533	-21.008467	38	++

Code fiche		ARV_27_ER_CARTOMAR		Date de création		15/04/2010		
A. Caractéristiques des lieux de surveillance								
Nombre de lieux de surveillance : 206								
Secteur d'étude	Lieu de surveillance		Période couverte		Coordonnées géographiques		Delta UT	
	Nom	N° Point ou code	Début	Fin	Longitude (ou X)	Latitude (ou Y)		
	B120	B120	06/10/2003	06/03	55.245733	-20.996667	74	++
	B121	B121a	06/10/2003	06/03	55.256667	-20.997633	72.7	++
	B122	B122	06/10/2003	06/03	55.272383	-20.991783	32.7	++
	B123	B123	06/10/2003	06/03	55.272433	-20.989900	43.3	++
	B124	B124	06/10/2003	06/03	55.274583	-20.976000	58.4	++
	B125	B125	06/10/2003	06/03	55.274167	-20.967333	52	++
	B127	B127	06/10/2003	06/03	55.275133	-20.946617	44	++
	B128	B128	06/10/2003	06/03	55.274700	-20.948867	60	++
	B129	B129	06/10/2003	06/03	55.266117	-20.923833	25	++
	B130	B130	06/10/2003	06/03	55.219400	-20.919967	81	++
	B131	B131	06/10/2003	06/03	55.202950	-20.925983	12.7	++
	B132	B132	06/10/2003	06/03	55.225333	-20.919000	34	++
	B133	B133a	06/10/2003	06/03	55.228017	-20.915117	76	++
	B134	B134	06/10/2003	06/03	55.240417	-20.890117	86.5	++
	B135	B135	06/10/2003	06/03	55.244483	-20.883300	83	++
	B136	B136	06/10/2003	06/03	55.254283	-20.884200	70.5	++
	B137	B137						

ifremer		Fiche de saisie de métadonnées DCE Réunion			
Fiche Stratégie / Lieux de surveillance (4/6)					
Code fiche		ARV_27_ER		Date de création	
		15/04/2010			
Code stratégie					
Lieux de surveillance	CARTOMA R GRANULO	CARTOMA R CONTAMINANTS	CARTOMA R BENTHOS		
B001	X				
B004	X				
B005	X				
B009	X				
B012a	X	X	X		
B012b	X				
B013	X	X			
B014	X				
B015	X	X			
B016	X				
B017	X				
B018	X				
B019	X	X			
B020	X				
B021	X	X			
B022	X				
B023	X	X			
B024	X				
B025a	X	X	X		
B025b	X				
B025c	X	X			
B025d	X		X		
B026a	X				
B026b	X				
B027	X				
B028	X				
B029	X				
B030	X				
B031	X				
B032a	X	X	X		
B032b	X		X		
B032c	X		X		
B032d	X		X		
B033	X		X		
B034	X		X		
B035	X		X		
B036	X		X		
B037a	X	X	X		
B037b	X		X		
B037c	X		X		
B038b	X		X		
B039	X				
B040	X				
B041	X				
B042	X				
B043	X				
B044	X				
B045	X				
B046	X				
B047a	X	X	X		
B048	X				
B049	X				
B050	X				
B051	X	X			
B052b	X	X			
B052c	X				
B054	X				
B055	X				
B056	X				
B057	X				
B059	X				
B063	X				
B064	X				
B065	X				
B066	X	X			
B067	X				
B068	X				
B069a	X	X	X		
B069b	X				
B070	X				
B072	X				
B073	X				
B074	X				
B075	X				
B076	X				
B077b	X	X			
B079	X				
B080b	X				
B081	X		X		
B082c	X				
B083	X	X			
B084	X				
B085	X				
B087	X				
B088c	X				
B090a	X	X			
B091b	X	X			
B092b	X				
B093b	X				
B094	X				
B095	X				
B096	X				
B097	X				
B098b	X	X			
B099	X				
B100	X				
B101c	X				
B102	X				
B104	X	X	X		
B105	X				
B106	X				

B107b	X				
B108c	X				
B109	X				
B110a	X				
B111	X				
B114	X				
B115	X				
B116	X				
B118b	X	X	X		
B119	X		X		
B120	X				
B121b	X	X	X		
B122	X				
B123	X	X			
B124	X		X		
B125	X	X	X		
B127	X				
B128	X				
B129	X				
B130	X	X			
B131	X				
B132	X				
B133a	X	X	X		
B134	X				
B135	X				
B136	X				
B137	X				
B138	X				
B139b	X				
B140	X				
B141	X				
B142	X				
B143	X	X			
B144	X				
B145c	X				
B146	X		X		
B147	X		X		
B148	X				
B149	X				
B150	X				
B151	X				
B153	X				
B154	X		X		
B155a	X	X	X		
B156	X				
B157	X		X		
B158	X				
B159	X				
B160	X				
B161	X				
B162	X				
B163	X				
B164	X				
B165	X				
B166b	X				
B168	X				
B169	X				
B170	X				
B171	X				
B172a	X	X	X		
B173	X				
B174	X				
B175	X				
B176	X				
B177	X				
B178	X	X			
B179	X				
B180c	X				
B181	X				
B182	X				
B183	X				
B184	X				
B185	X				
B186a	X	X	X		
B187	X				
B188	X				
B189	X				
B190	X	X			
B191	X				
B192	X	X			
B193b	X				
B194	X				
B195	X				
B196a	X	X	X		
B197	X	X	X		
B198	X				
B199	X				
B200	X				
B201	X				
B202	X	X			
B203	X				
B204a	X	X	X		
B205	X				
B206b	X				
B207	X				
B208	X				
B209	X				
B210	X				
B211	X	X			
B212	X				
B213	X				
B214a	X	X	X		
B215b	X		X		
B216	X				
B218b	X				

Nombre lieux suivis 206 41 38 30

Informations complémentaires

À préciser:  
 Prise en compte des réplicats pour un même point  
 Ou distinction de chaque réplicats comme un point. (Cf prb de dérive entre les échantillons)

Fiche de saisie de métadonnées DCE Réunion												
Fiche Paramètres (5/6)												
Code fiche		ARV_27_ER_CARTOMAR		Date de création		15/04/2010						
A. Paramètre / Support / Fréquence / Méthode												
Pour Cellule Q'												
Programme Q'	GRUPE de Paramètres	Paramètres	Codes Q'	Support	Fraction	Méthode d'acquisition	Unité	Saisie sur	Engin d'analyse	Engin de prélèvement	Préleveurs	Analyses
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 2µm	FRMF02	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 10µm	FRMF10	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 63 µm	FRMF03	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 125 µm	FRMF12	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 250 µm	FRMF20	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 500 µm	FRMF30	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 1 mm	FRMF1MM	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction < 2 mm	FRMF2MM	Sédiment	Fraction <2mm	NF ISO 13320-1	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Fraction > 2 mm	FRSUMP2M	Sédiment	Fraction totale	Tarimage	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Organismes majeurs	Matère organique	MORG	Sédiment	Fraction totale	NF EN 12879	% matière sèche	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Carbonne organique	CORG	Sédiment	Fraction totale	NF ISO 14235	%Csec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Matériel particulaire	Carbonates	CACOS	Sédiment	Fraction totale	NF ISO 10683 mod.	%CO3sec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Naphtalène	NAPHTAL	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Acénaphtène	ACENAPHT	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Acénaphtène	ACENAPHT	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Fluorène	FLUOREN	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Phénanthrène	PHENATHR	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Anthracène	ANTHRAC	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Fluoranthène	FLUORANTH	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Pyène	PYRENE	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Benzo(a)anthracène	BZAANTH	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Chryène	CHRYSEN	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Benzo(b)fluoranthène	BZFBLU	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Benzo(k)fluoranthène	BKZFLU	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Benzo(a)pyrène	BZAPYR	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Dibenz(a,h)anthracène	DBZHANTH	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Benzo(g,h,i)perylene	BZGHPER	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Hydrocarbures PAH	Indol(1,2,3-cd)pyrène	IND123PY	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Cadmium	CD	Sédiment	Fraction totale	NF EN ISO 5961	mg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Chrome total	CR	Sédiment	Fraction totale	NF EN ISO 11885	mg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Cuivre	CU	Sédiment	Fraction totale	NF EN ISO 11885	mg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Nickel	NI	Sédiment	Fraction totale	NF EN ISO 11885	mg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Plomb	PB	Sédiment	Fraction totale	NF EN ISO 15586	mg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Mercuré	HG	Sédiment	Fraction totale	NF EN 13506 mod.	mg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Argent	AG	Sédiment	Fraction totale	NF EN ISO 15588	mg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Métaux	Aluminium	AL	Sédiment	Fraction totale	NF EN ISO 11885	%	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Congénère de PCB 28	CB28	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Congénère de PCB 52	CB52	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Congénère de PCB 101	CB101	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Congénère de PCB 118	CB118	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Congénère de PCB 138	CB138	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Congénère de PCB 153	CB153	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Congénère de PCB 180	CB180	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Alpha endosulfan		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Bêta endosulfan		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Sulfate endosulfan		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Chlorpyrifos éthyl		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Chlorpyrifos méthyl		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	op'DDE	DDEOP	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	pp'DDE	DDEPP	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	pp'DDD	DDOPP	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	op'DDD	DDOPD	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	op'DDT	DDTOP	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	pp'DDT	DDTPP	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Deltaméthrine		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen

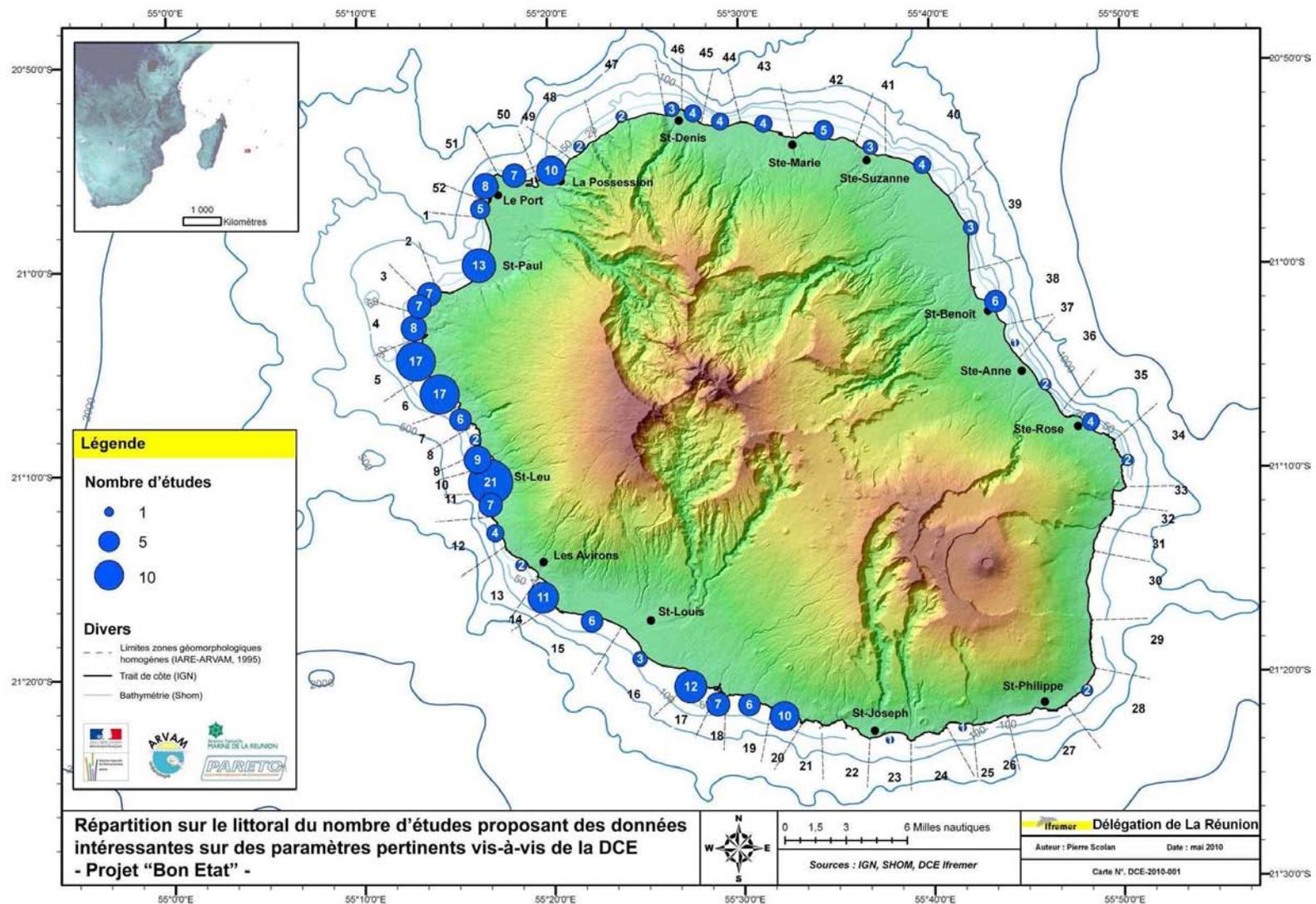
Code fiche		ARV_27_ER_CARTOMAR		Date de création		15/04/2010						
A. Paramètre / Support / Fréquence / Méthode												
Pour Cellule Q'												
Programme Q'	GRUPE de Paramètres	Paramètres	Codes Q'	Support	Fraction	Méthode d'acquisition	Unité	Saisie sur	Engin d'analyse	Engin de prélèvement	Préleveurs	Analyses
ROOCH	Organohalogénés	Ethoprophos		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Fipronil		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Fipronil sulfone		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Fipronil sulfite		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Fipronil desulfonil		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Lambda cyhalothrine		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Pendiméthaline		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Triflutazine		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	alpha HCH	HCHALPHA	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	bêta HCH	HCHBETA	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	gamma HCH	HCHGAMMA	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Oxadiazon		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Alaazine	Alaazine	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Cadusafos		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Folpet		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Alachlore	Alachlore	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Metolachlore	Metolachlo	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Metazachlore	Metazachlo	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Captaone		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Fenitrothion		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Pyrimiphos méthyl		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Chlorothalnil		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Diofot		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Benfuracole		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Cyperméthrine		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Diflénisone		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Metamitophos		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Malathion		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Diazinon		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Pyrazophos		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Buthalate		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Terbutylazine	Terbutylazin	Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Phosalone		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
ROOCH	Organohalogénés	Methidathion		Sédiment	Fraction totale	XP X 33-012	µg/kgsec	ECH	pas d'info	benne Van Veen	ARVAM	Labo de Rouen
REBENT	Zoobenthos	Nombre d'individus d'essai non prélevés	INDI/NSP	Macrofaune	sans objet	Comptage des teneurs après tarimage 1 mm (maille carée)	/	ECH	sans objet	benne Van Veen	ARVAM	ECOMAR
REBENT	Zoobenthos	Nombre d'individus morts	INDI/MORNB	Macrofaune	sans objet	Comptage des teneurs après tarimage 1 mm (maille carée)	/	ECH	sans objet	benne Van Veen	ARVAM	ECOMAR
REBENT	Zoobenthos	Biomasse spécifique	BIOMSPF	Macrofaune	sans objet	Milage fluvial 70°C 24h puis Calcination 5h -450°C	mg /0,1 m2	ECH	sans objet	benne Van Veen	ARVAM	ECOMAR

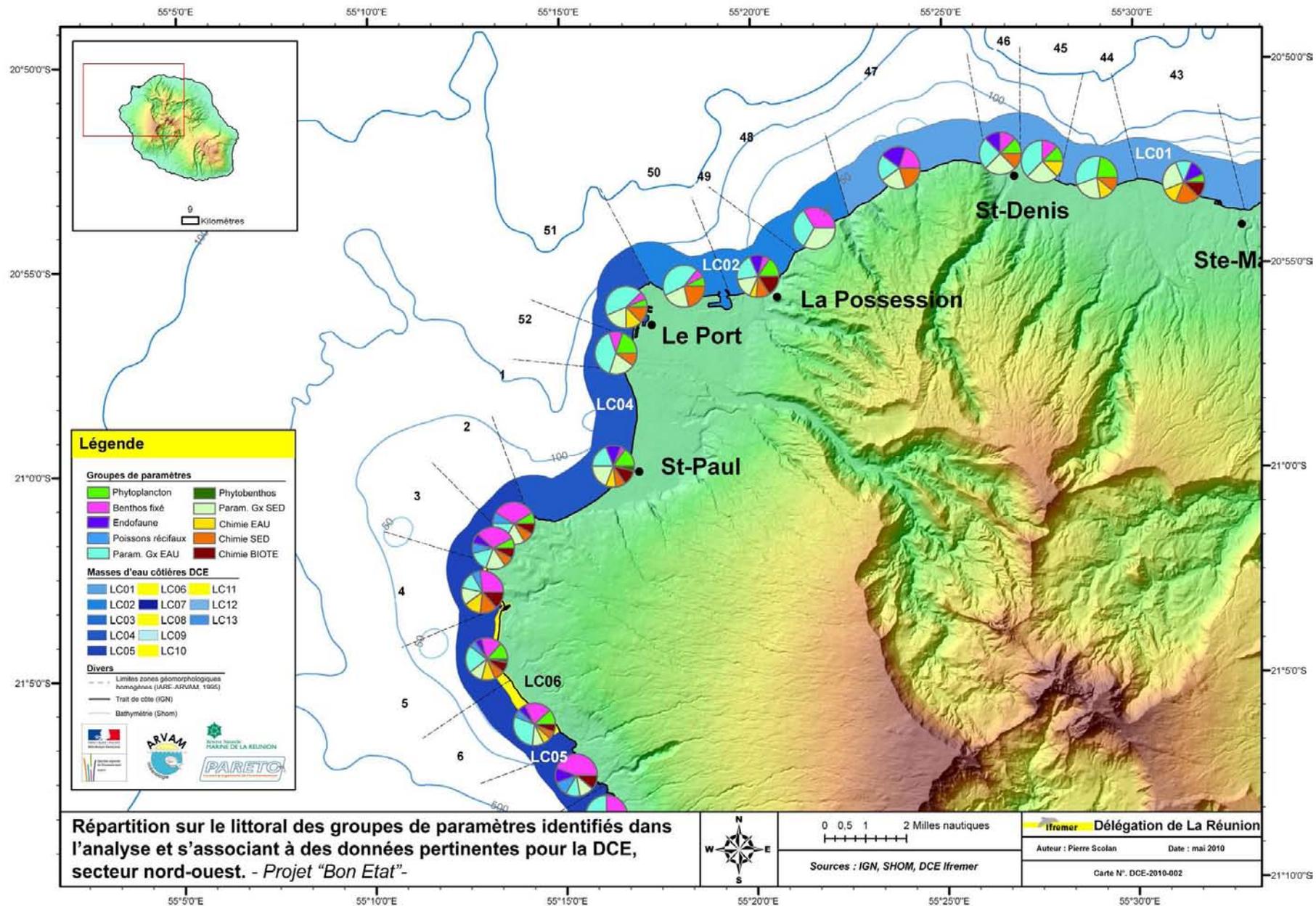
Informations complémentaires

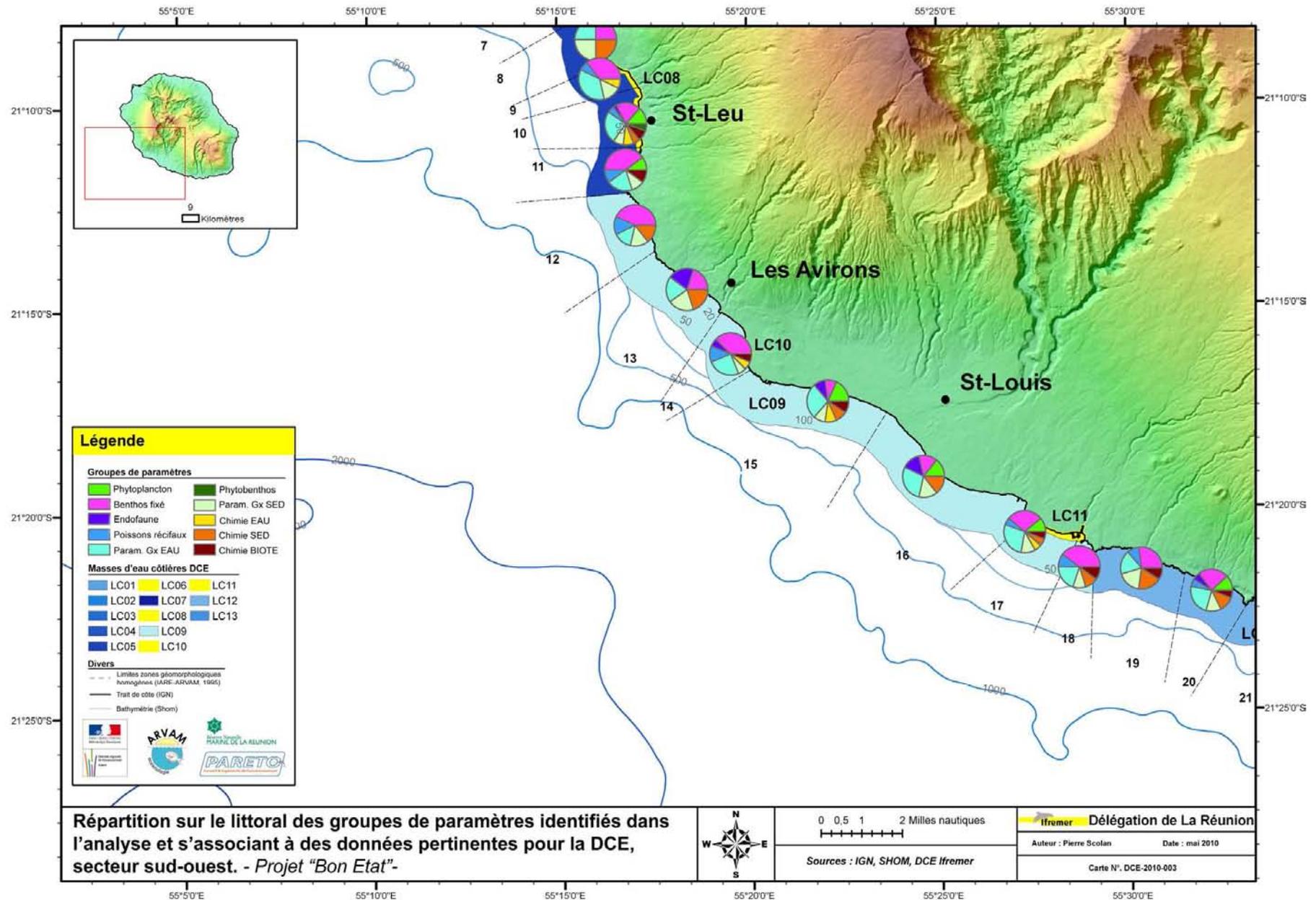
Ifremer		Fiche de saisie de métadonnées DCE Réunion	
Délégation Réunion			
Fiche Origine, Stockage et Accès aux données (6/6)			
Code fiche	ARV_27_ER_CARTOMAR	Date de création	15/04/2010
A. Origine des données			
<b>Données</b>	<b>Produites par</b>	<b>Propriété de</b>	
	ECOMAR (Univ Réunion) ; <u>ARVAM</u> ; BRGM Réunion	DIREN Réunion	
<b>Contact</b>	<b>Nom/Prénom</b>	Jean TURQUET	TALEC Pascal
	<b>Adresse</b>	CYROI, 2, Rue Maxime Rivière, 97491 Sainte Clotilde CEDEX, La Réunion	Parc de la Providence - 12, allée de la Forêt - 97400 St DENIS
	<b>Organisme</b>	ARVAM	DIREN Réunion
	<b>Tél</b>	02 62 28 39 08	02.62.94.78.12
	<b>Fax</b>	02 62 28 08 81	02.62.94.72.55
	<b>Email</b>	<a href="mailto:arvam@arvam.com">arvam@arvam.com</a>	Pascal.TALEC@developpement- durable.gouv.fr
B. Stockage des données			
<b>Mode de stockage</b>	<input type="checkbox"/> Support papier	<input checked="" type="checkbox"/> Support informatique	
<b>Type de fichier</b>	Fichier excel (données sédiments & macrofaune) ; shp / tab (couches SIG)		
<b>Contact</b>	J. TURQUET (ARVAM), L. BIGOT (ECOMAR), J-L. NEDELEC (BRGM)		
<b>Localisation</b>	<b>ARVAM</b> - CYROI, 2, Rue Maxime Rivière, 97491 Sainte Clotilde CEDEX, La Réunion <b>Laboratoire ECOMAR</b> - Faculté des Sciences et technologies, Université de La Réunion - 15 Avenue René Casin, BP 7151 - 97715 Saint Denis messag cedex 9 <b>BRGM Réunion</b> - 5, rue Sainte Anne - BP 906 - 97478 Saint-Denis cedex		
C. Accès aux données			
<b>Droits d'accès</b>	<input type="checkbox"/> Indéterminé	<input type="checkbox"/> Restreint	<input checked="" type="checkbox"/> Libre <input type="checkbox"/> Confidentiel
<b>Publication des données</b>	<input type="checkbox"/> Non publiées	<input checked="" type="checkbox"/> Littérature "grise" (rapport, thèse...)	
	<input type="checkbox"/> Publication officielle (Journaux scientifiques, périodiques...)		
<b>Références</b>	GUENNOC P., VILLAIN C., THINON I., LE ROYM., 2008 – Cartographie morphosédimentologique des fonds marins côtiers de l'île de La Réunion, Rapport BRGM/RP56-579-FR – 43 p.  TURQUET J., CAMBERT H., 2007 - Caractérisation des sédiments marins de La Réunion. Propriétés physiques, contamination et macrofaune benthique - Note d'expérience de la campagne de prélèvements, Rapport ARVAM A302 - 17 p.		

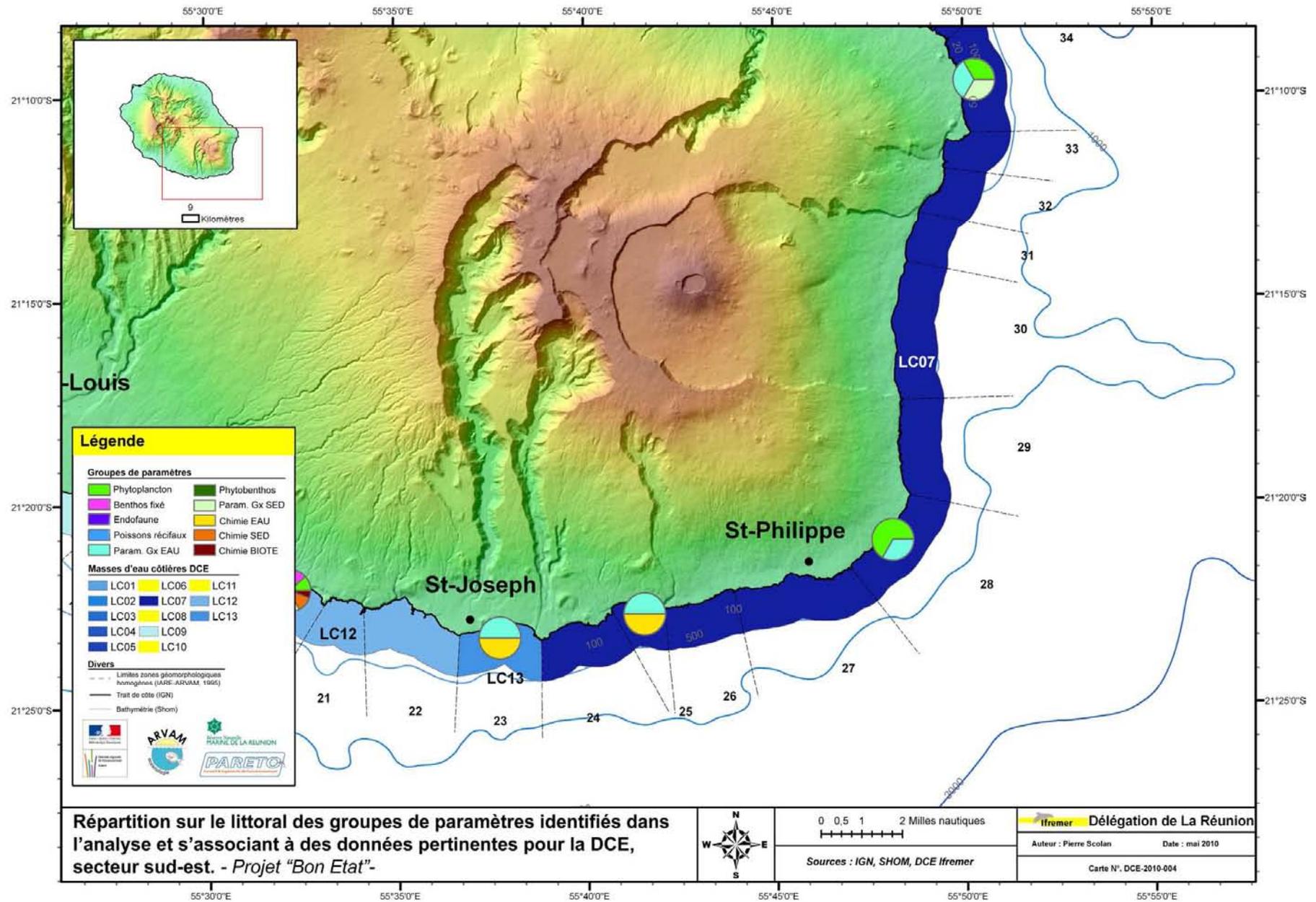


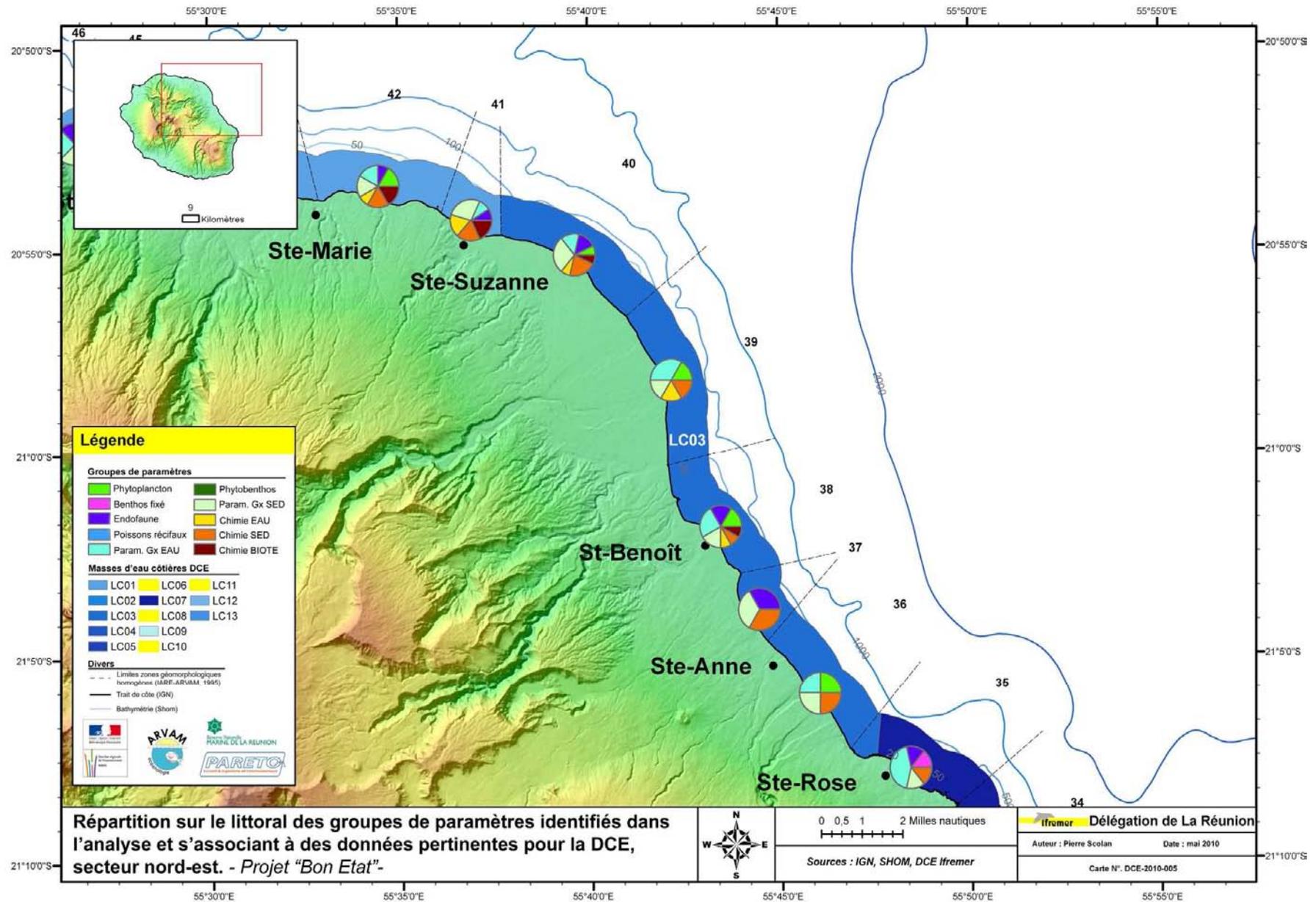
## **ANNEXE 9 : Répartition sur le littoral du nombre d'études proposant des données intéressantes sur les paramètres pertinents pour la DCE (bibliomar)**













# ANNEXE 10 : Chronogramme détaillé de l'ensemble des études identifiées dans Bibliomar comme potentiellement exploitables dans le cadre de la DCE à La Réunion

Chronogramme des études & programmes disposant de données pertinentes vis-à-vis de la DCE



Etudes spécifiques réalisées par l'ARVAM / PARETO / SOGREAH

Ref. Bibliomar	Description
ARV_01_ER : MODIOLE	13 Concentrations en contaminants métalliques dans les eaux littorales - DGT - prog. MODIOLE
ARV_02_ER : BLANCH04	14 Réponse au phénomène de blanchissement corallien observé en 2004 à La Réunion
ARV_03_ER : MORT02	17 Mortalité massive de poissons coralliens de fond de mars à mai 2002
ARV_05_ER : DINA02	25 Evaluation des impacts du cyclone "Dina" (21-22/01/02) sur le milieu marin de la Réunion
ARV_06_ER : BLANCH05	40 Réseau Récif Réunion : Le Blanchissement des coraux à La Réunion en 2005
ARV_07_ER : MORT00	67 Recherche des causes des mortalités de poissons de fond (du 05/11 au 31/12/2000)
ARV_08_ER : ATLASPHYT	110 Micro-algues marines nuisibles : atlas et suivi pilote
ARV_10_RS : LORENZO	111 ; 157 Suivi de l'impact environnemental sous-marin de l'épave Antonio Lorenzo
ARV_12_ER : MODIOLE	115 Mise au point d'un intégrateur biologique pour l'évaluation de la qualité du milieu marin tropical
ARV_13_ER : PORTSTLEU	202 Aménagement du port de Saint-Leu. Creusement du chenal de navigation. Suivi environnemental
ARV_13_ER : BPIROGUE	208 ; 226 Suivi environnemental du milieu marin dans le cadre de l'aménagement du «Bassin Proguez»
ARV_14_ER : SUUVIBF	209 ; 350 ; 352 Rejets en mer des effluents du complexe sucrier de Beaufonds (Saint-Benoit - Ile de La Réunion)
ARV_15_ER : SUUVIBRSA	210 ; 337 ; 338 ; 711 Les rejets sucriers de la Distillerie de Savanna (Site de Bois Rouge - Ile de La Réunion).
ARV_16_ER : PORTSTPHER	218 ; Travaux d'aménagements de l'avant-Port de Saint Pierre (Ile de La Réunion).
ARV_17_ER : CENTRETORTUE	249 Kéloria - «Diagnostic Environnemental du milieu marin récepteur»
ARV_18_TH : THYRQUET	261 Etude écologique et toxicologique des Dinophytes benthiques inféodées aux intoxications alimentaires
ARV_19_ER : PORTSTROSE	261 Aménagement du port de Sainte-Rose. Suivi environnemental du milieu marin (période 2000-2002). Phase
ARV_20_RS : GALETPOSSE	305 ; 306 Suivi environnemental du milieu marin de la Pointe des Galets et de la Baie de Possession.
ARV_21_ER : PORTEST	309 Projet d'extension du Port Est Réunion. Analyse de l'état initial et impacts prévisionnels
ARV_22_ER : BLANCH01	710 Réponse au phénomène de blanchissement corallien observé en mars-avril 2001 à La Réunion
ARV_24_ER : ROUSTETAM	383 Route des Tamarires - Section RD10 / Etang-Saint
ARV_24_ER : CAGESTPAUL	315 Analyse de l'impact environnemental de cages aquacoles en mer - Baie de Saint-Paul - La Réunion. Etude
ARV_28_ER : ETMPORT	/ ETM - Caractérisation de la ressource du point de vue physico-chimique (0 à -1000m) - Le Port
ARV_29_ER : ETMROSE	/ ETM - Caractérisation de la ressource du point de vue physico-chimique (0 à -1000m) - Ste-Rose
PAR_01_ER : ZALM	287 Zone d'Aménagement Lié à la Mer (ZALM) de Grande Anse. Etude d'impact
PAR_02_ER : GINOR	341 Station d'épuration intercommunale de la GINOR - Caractérisation du milieu marin. Rapport définitif
PAR_03_ER : STEPSTANDRE	340 Etude de faisabilité en mer pour le projet de la station d'épuration des eaux usées de Saint-André
PAR_04_ER : STEPSPORT	328 Projet de réalisation de l'extension de l'actuelle station d'épuration de la commune du Port.

Etudes spécifiques réalisées par l'Université

Ref. Bibliomar	Description
ECO_01_RS : IRRIGATION	61 ; 644 ; 645 ; 646 Evaluation de l'impact de l'irrigation du littoral Ouest sur la qualité des eaux continentales et marines.
ECO_05_TH : RESURGENCE	162 Influence des résurgences d'eaux douces sur les caractéristiques physico-chimiques et métaboliques de
ECO_08_ER : CARBONATE	656 Contribution à l'analyse du budget des carbonates des récifs de La Réunion à l'aide d'implants coralliens
ECO_04_ER : GIGBIERT	362 Sites de la Réunion. Etude du milieu marin en baie de la Possession et baie de Saint-Paul. Campagne 10
ECO_05_TH : THIBIGOT	761 Les communautés de macrofaune benthique des sédiments côtiers en zone tropicale non récifale : divers

Programmes de R&D réalisés et réseaux de suivis déjà en place

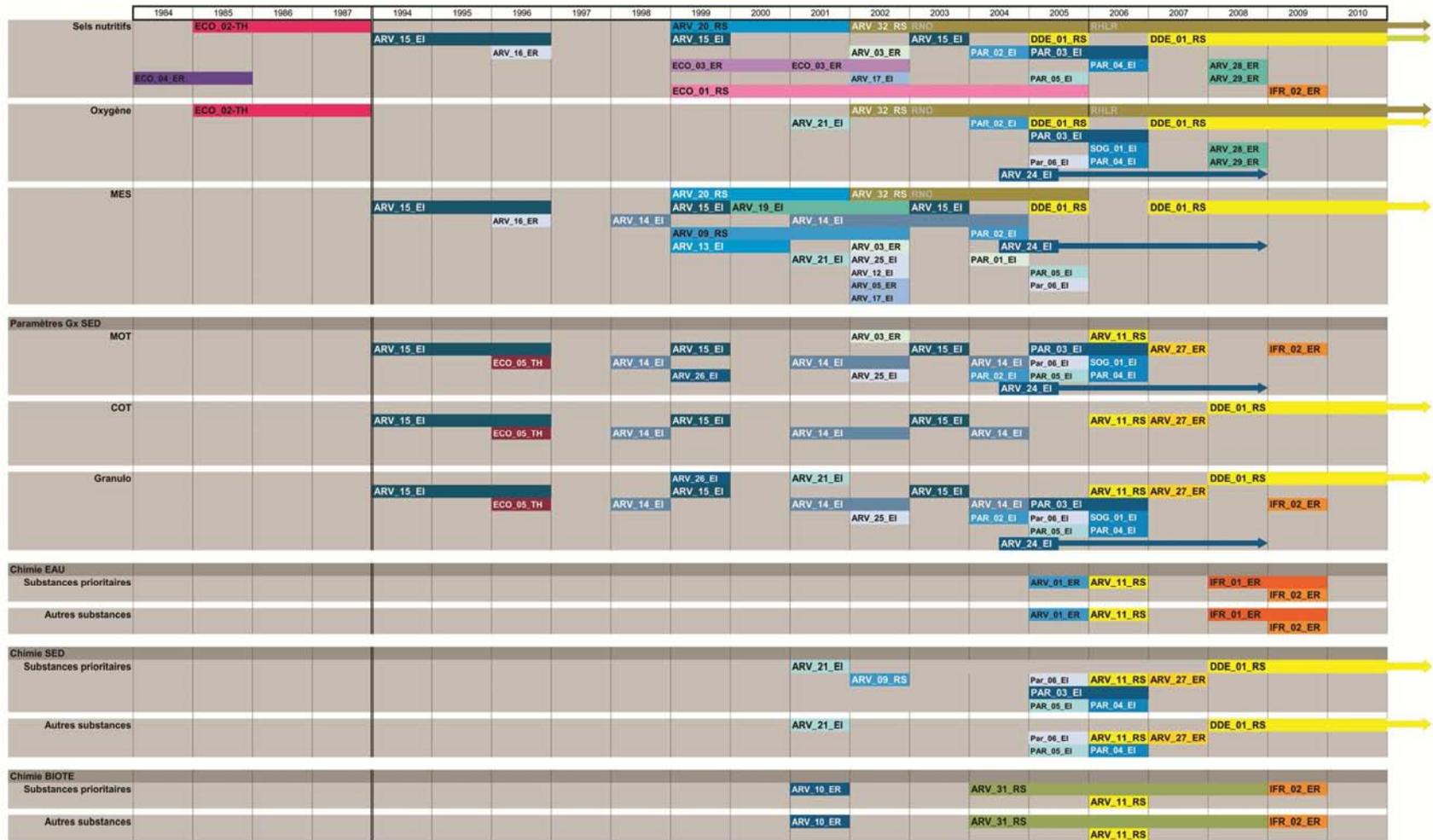
Ref. Bibliomar	Description
ARV_04_RS : GCRMN	21 ; 60 ; 61 ; 63 Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de La Réunion
ARV_11_RS : CHK	/ Impacts des traitements anti-moustiques, dans le cadre de la lutte contre le chikungunya
ARV_23_RS : REEFCHECK	702 Reef check qualitatif initiatrice - Ile de La Réunion
ARV_27_ER : CARTOMAR	/ Caractérisation des sédiments marins sur le pourtour du littoral réunionnais. 2007
ARV_30_RS : PHYTORUN	/ Programme Phytobun
ARV_31_RS : SMOGILE	/ Programme MODIOLE 2004-2008
ARV_32_RS : RNOHRLR	/ Réseau de surveillance de la qualité des eaux RNO-HRLR depuis 2002.
DDE_01_RS : REPOM	/ Réseau de surveillance des ports maritimes - Le Port

Programmes DCE

Ref. Bibliomar	Description
IFR_01_ER : ECHPASSIF	/ échantillonneurs passifs pour la caractérisation de la contamination chimique des masses d'eau côtières
IFR_02_ER : ETATREF	/ CARACTERISATION DE L'ETAT DE REFERENCE BIOLOGIQUE DES MASSES D'EAU CÔTIÈRES
IFR_03_ER : BONETAT	/ Définition du bon état écologique et chimique des eaux au regard de la DCE

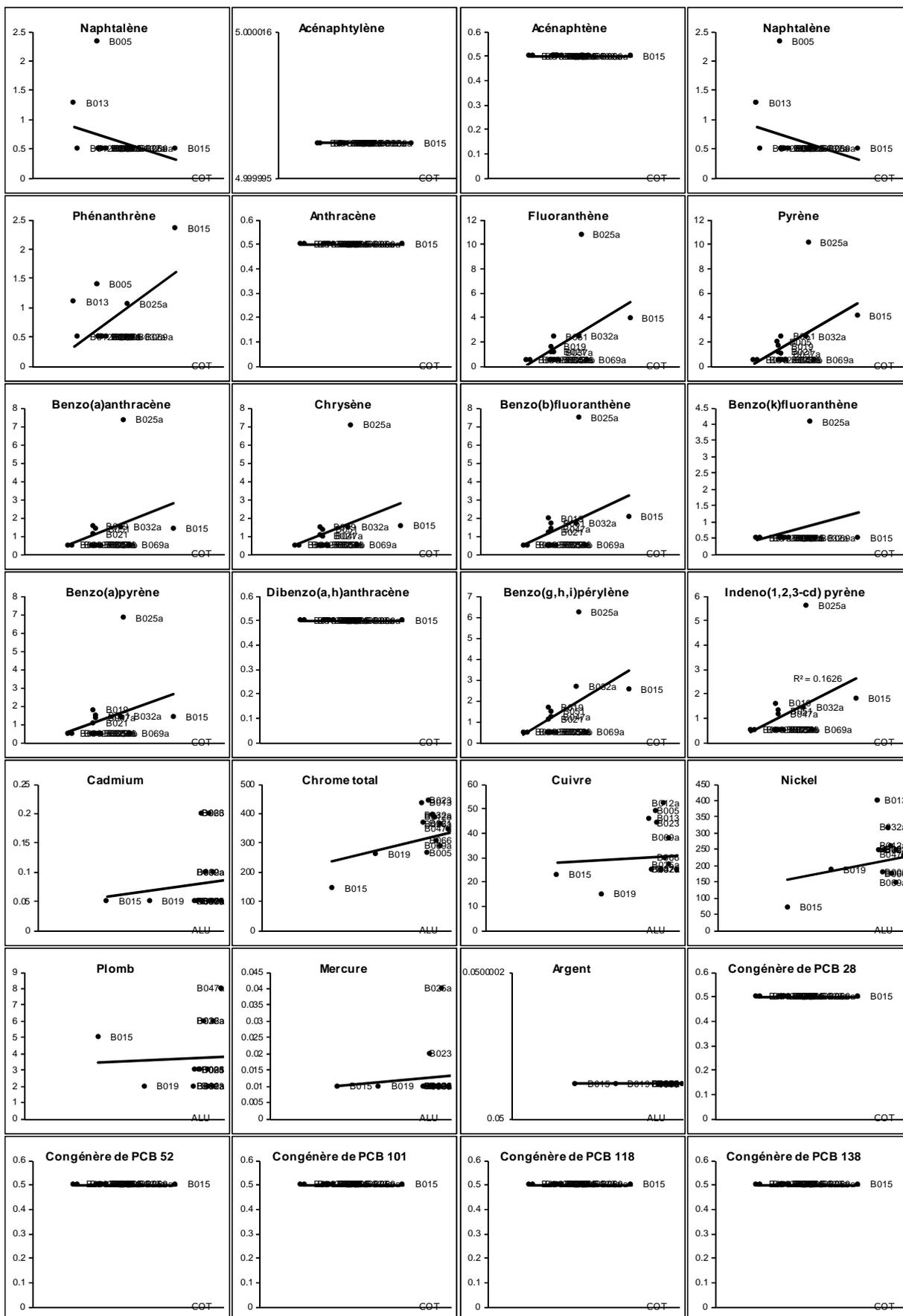
Détail par paramètres pour chacun des éléments de qualité

	1984	1985	1986	1987	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Phytoplancton</b>																					
chl.a	ECO_04_ER									ARV_08_ER			ARV_32_RS	RHO			RHLR				
compo. Spé PicoPK											ARV_07_ER		ARV_03_ER		PAR_02_EI		PAR_03_EI		ARV_30_RS		
compo. Spé MacroPK										ARV_08_ER	ARV_07_ER		ARV_03_ER						ARV_30_RS		
Nuisibles										ARV_08_ER	ARV_07_ER		ARV_03_ER						ARV_30_RS		
<b>Phytobenthos</b>																					
Composition / biodiversité								ARV_18_TH		ARV_08_ER											
Abondance / biomasse								ARV_18_TH		ARV_08_ER											
Prolifération / blooms								ARV_18_TH		ARV_08_ER											
<b>Benthos fixé</b>																					
Couv. corall/algues									ARV_04_RS												substrats basaltiques
Formes									ARV_04_RS				ARV_22_RS	ARV_17_EI		ARV_23_RS	ARV_02_ER	ARV_06_ER			IFR_02_ER
Compo. Spé. Corail																					IFR_03_ER
Compo. Spé. M-algues																					IFR_03_ER
Compo. Spé. Autres																					IFR_03_ER
<b>Poissons récifaux</b>																					
Abondance									ARV_04_RS							ARV_23_RS					substrats basaltiques
Biomasse																					
Compo. Spé.									ARV_04_RS							ARV_23_RS					substrats basaltiques
<b>Macrofaune endogée</b>																					
Compo. Spé.					Suivi BR-SA	ECO_05_TH			ARV_14_EI	Suivi BR-SA		ARV_14_EI		Suivi BR-SA	ARV_14_EI				ARV_27_ER		IFR_02_ER
Biomasse					Suivi BR-SA	ECO_05_TH			ARV_14_EI	Suivi BR-SA		ARV_14_EI		Suivi BR-SA	ARV_14_EI				ARV_27_ER		IFR_02_ER
<b>Paramètres Gx EAU</b>																					
<b>Transparence / Turbidité</b>																					
					ARV_15_EI					ARV_14_EI			ARV_20_RS	ARV_15_EI	ARV_19_EI		ARV_32_RS	RHO		RHLR	
					ARV_16_ER					ARV_14_EI			ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		DDE_01_RS		DDE_01_RS
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_03_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		
										ARV_14_EI		ARV_14_EI	ARV_09_RS	ARV_13_EI			ARV_15_EI		PAR_02_EI		





**ANNEXE 11 : absence de corrélation entre les teneurs en contaminants et les teneurs en COT ou ALU dans les sédiments de La Réunion (données CARTOMAR)**





## **ANNEXE 12 : Présentation des différents types d'échantillonneurs passifs (in Gonzalez et al., 2009 ; Gonzalez et al. 2010)<sup>13</sup>**

### **Les contaminants hydrophobes – SBSE (Stir Bar Sorptive Extraction)**

La technique **SBSE** permet d'extraire et concentrer des **composés organiques hydrophobes**. Cette technique est basée sur l'extraction par sorption des molécules hydrophobes dissoutes sur un polymère, le polydiméthylsiloxane (PDMS). Ce polymère d'une épaisseur de 0,5 à 1 mm (en fonction des applications) recouvre un barreau d'agitation aimanté ("twister") de 20 mm de long plongé dans l'échantillon d'eau à analyser. Après la phase d'extraction (en batch) qui dure quelques heures dans un volume d'échantillon de l'ordre de 100 ml, l'analyse des composés est faite "en direct" à partir du barreau, par thermo-désorption et analyse par GC-MS. Les composés ciblés sont les polluants organiques persistants (HAP, substances prioritaires de la DCE ainsi que les PCB) et les dix pesticides de l'Annexe X de la DCE. En ce qui concerne son application pour les eaux marines, cette approche a déjà été validée et publiée par l'Ifremer et le CEDRE.



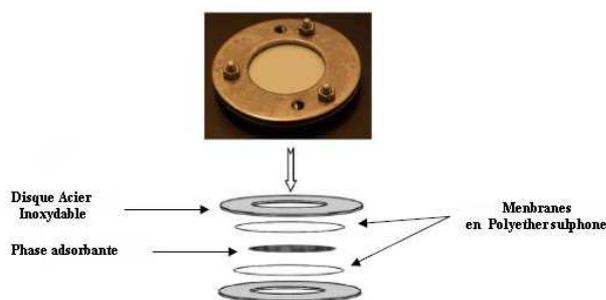
**Barreau SBSE**

*Barreau SBSE dans un échantillon d'eau*

La technique SBSE se caractérise par une Limite de Quantification (LOQ) de 0,5 ng.l<sup>-1</sup>, soit **0,0005 µg.l<sup>-1</sup>**.

### **Les contaminants hydrophiles – POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler)**

Les **POCIS** été conçus pour l'échantillonnage intégratif des **composés organiques hydrophiles**. Ils permettent de détecter leur présence (analyse qualitative) et permettent, après "calibration" en laboratoire, et quand les quantités détectées le permettent, d'évaluer une concentration moyenne "intégrée" sur le temps d'exposition de 3 à 5 semaines (analyse quantitative).



*Vue éclatée d'un POCIS  
(Polar Organic Chemical Integrative Sampler).*

Chaque POCIS contient 200 mg de phase solide adsorbante (phase Oasis HLB : copolymère de divinylbenzène et n-pyrrolidone) emprisonnée entre deux membranes microporeuses semi perméables en polyéthersulfone (PES). Les membranes sont maintenues par deux disques en acier inoxydable serrés en trois points par des vis. La surface totale d'échange avec le milieu est d'environ 41 cm<sup>2</sup>. Le rapport entre la surface d'échange et la masse de phase adsorbante est de l'ordre de 200 cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>.

S'ils peuvent être utilisés tels quels en analyse qualitative (présence/absence), le taux d'échantillonnage de ces dispositifs (Rs) est l'un des paramètres requis pour passer à l'analyse quantitative et évaluer la concentration "moyenne" dans l'eau au cours de la période d'exposition. Ce paramètre est contrôlé par les conditions hydrodynamiques, biologiques (par ex : fouling) et physico-chimiques lors de l'exposition (température et salinité), ainsi que par les propriétés intrinsèques des composés dont on veut connaître la concentration. L'évaluation de ce paramètre est nécessaire pour pouvoir évaluer la concentration moyenne d'un composé donné sous forme dissoute. Ces systèmes nécessitent donc d'être "calibrés" expérimentalement en conditions de

<sup>13</sup> Un "Guide de mise en place et d'utilisation des techniques d'échantillonnage passif" est actuellement en cours de préparation (Gonzalez, Comm pers) et devrait être disponible courant 2011.

laboratoire "contrôlées". Au cours de l'immersion, la **température** et la **salinité** de l'eau doivent être connues car ces paramètres peuvent influencer le  $R_s$  de certaines molécules.

Les différents protocoles d'extraction et d'analyse permettent d'obtenir les concentrations des contaminants organiques recherchés **dans la phase adsorbante des POCIS**. Les résultats obtenus à ce stade seront exprimés en  $\text{ng.g}^{-1}$  de phase adsorbante et rendront compte pour tous les contaminants recherchés de leur présence ou non dans les POCIS (information qualitative).

A partir de ces résultats, **pour calculer la concentration moyenne dans l'eau** durant le temps d'exposition, il faut connaître le taux d'échantillonnage ( $R_s$ ) de chaque molécule ciblée, ainsi que les conditions d'exposition. Le  $R_s$  doit être déterminé précisément en laboratoire. Il lie la concentration dans le POCIS à la concentration dans l'eau selon l'équation suivante :

$$[C_{\text{pocis}}] = [C_{\text{eau}}] \times R_s \times t \quad \text{avec}$$

$[C_{\text{pocis}}]$  : Concentration dans le POCIS ( $\text{ng.g}^{-1}$ )  
 $[C_{\text{eau}}]$  : Concentration moyenne dans l'eau pendant la période d'exposition ( $\text{ng.l}^{-1}$ )  
 $R_s$  : Taux d'échantillonnage en  $\text{L.j}^{-1}.\text{g}^{-1}$   
 $t$  : Temps en jours

Les limites de détection (LOD) et de quantification (LOQ) de l'ensemble des molécules adsorbables par les POCIS sont données dans le tableau suivant pour une durée d'exposition de 20 jours.

Familles	Composé échantillonné par POCIS	Durée d'exposition de référence (t) : 20 j	Vol. d'eau théorique épuré par POCIS durant t (L)	LOD : Limite de détection sur les résines POCIS		LOQ : Limite de quantification (3 x LOD)		
				Taux Echantill. Rs (L.J <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup> )	ng.g <sup>-1</sup> de résine (Ms)	ng.L <sup>-1</sup> dans l'eau [Cw] = Ms / Rs t	ng.g <sup>-1</sup> de résine (Ms)	ng.L <sup>-1</sup> dans l'eau [Cw] = Ms / Rs t
AKP	4-Nonylphénol diéthoxylé	0.40	1.6	5.00	0.63	15.00	1.88	0.00188
AKP	4-Nonylphénol monoéthoxylé	0.55	2.2	5.00	0.45	15.00	1.36	0.00136
AKP	4-tert-octylphénol	0.45	1.8	5.00	0.56	15.00	1.67	0.00167
AKP	Nonylphénol (4-nonylphénol)	0.10	0.4	5.00	2.50	15.00	7.50	0.00750
AKP	Bisphénol A	0.09	0.3	5.00	2.89	15.00	8.67	0.00867
AKP	NP1EC	1.40	5.6	5.00	0.18	15.00	0.54	0.00054
Pesticides	Dichlorvos	0.95	3.8	5.00	0.26	15.00	0.79	0.00079
Pesticides	Trichlorfon	1.92	7.7	15.00	0.39	45.00	1.17	0.00117
Pesticides	Chlormephos	2.29	9.1	5.00	0.11	15.00	0.33	0.00033
Pesticides	Propachlore	1.55	6.2	5.00	0.16	15.00	0.48	0.00048
Pesticides	Ethropophos	2.51	10.0	5.00	0.10	15.00	0.30	0.00030
Pesticides	Deisopropyl-atrazine	1.25	5.0	5.00	0.20	15.00	0.60	0.00060
Pesticides	Desethyl-atrazine	0.80	3.2	5.00	0.31	15.00	0.94	0.00094
Pesticides	Dimethoate	0.70	2.8	5.00	0.36	15.00	1.07	0.00107
Pesticides	Simazine	1.30	5.2	5.00	0.19	15.00	0.58	0.00058
Pesticides	Atrazine	1.55	6.2	5.00	0.16	15.00	0.48	0.00048
Pesticides	Propazine	2.15	8.6	5.00	0.12	15.00	0.35	0.00035
Pesticides	Terbutylazine	2.30	9.2	5.00	0.11	15.00	0.33	0.00033
Pesticides	Diazinon	3.35	13.4	5.00	0.07	15.00	0.22	0.00022
Pesticides	Dimetachlore	2.10	8.4	5.00	0.12	15.00	0.36	0.00036
Pesticides	Acetochlore	2.30	9.2	5.00	0.11	15.00	0.33	0.00033
Pesticides	Chlorpyrifos-methyl	1.27	5.1	5.00	0.20	15.00	0.59	0.00059
Pesticides	Tolclophos-methyl	1.57	6.3	5.00	0.16	15.00	0.48	0.00048
Pesticides	Alachlore	2.25	9.0	5.00	0.11	15.00	0.33	0.00033
Pesticides	Promethrine	2.60	10.4	5.00	0.10	15.00	0.29	0.00029
Pesticides	Terbutryn	2.90	11.6	5.00	0.09	15.00	0.26	0.00026
Pesticides	Fenithrothion	0.60	2.4	5.00	0.42	15.00	1.25	0.00125
Pesticides	Metolachlore	2.35	9.4	5.00	0.11	15.00	0.32	0.00032
Pesticides	Malathion	2.25	9.0	5.00	0.11	15.00	0.33	0.00033
Pesticides	Ethyl chlorpyrifos	0.31	1.2	5.00	0.82	15.00	2.45	0.00245
Pesticides	Métazachlore	1.75	7.0	5.00	0.14	15.00	0.43	0.00043
Pesticides	Irgarol	2.95	11.8	5.00	0.08	15.00	0.25	0.00025
Pesticides	Chlorfenvinphos	1.90	7.6	5.00	0.13	15.00	0.39	0.00039
Pesticides	Phosmet	0.05	0.2	5.00	5.00	15.00	15.00	0.01500
Pesticides	Phosalone	0.41	1.7	5.00	0.60	15.00	1.81	0.00181
Pesticides	nicosulfuron	0.25	1.0	5.00	1.00	15.00	3.00	0.00300
Pesticides	124 dichlorodiphenylurée	2.19	8.7	5.00	0.11	15.00	0.34	0.00034
Pesticides	134 dichlorodiphenylurée	2.67	10.7	5.00	0.09	15.00	0.28	0.00028
Pesticides	Chlorsulfuron	0.55	2.2	5.00	0.45	15.00	1.36	0.00136
Pesticides	Linuron	1.00	4.0	5.00	0.25	15.00	0.75	0.00075
Pesticides	Diuron	1.85	7.4	5.00	0.13	15.00	0.40	0.00040
Pesticides	Metoxuron	1.34	5.3	5.00	0.19	15.00	0.56	0.00056
Pesticides	1343 dichlorodiphenylurée	1.80	7.2	5.00	0.14	15.00	0.42	0.00042
Pesticides	Chlorotoluron	1.68	6.7	5.00	0.15	15.00	0.45	0.00045
Pesticides	Isoproturon	1.63	6.5	5.00	0.15	15.00	0.46	0.00046
médicament	Bromazepam	2.00	8.0	5.00	0.13	15.00	0.38	0.00038
médicament	Clenbuterol	1.26	5.0	5.00	0.20	15.00	0.60	0.00060
médicament	Nordiazepam	1.86	7.5	5.00	0.13	15.00	0.40	0.00040
médicament	Salbutamol	0.10	0.4	5.00	2.50	15.00	7.50	0.00750
médicament	Carbamazépine	1.23	4.9	5.00	0.20	15.00	0.61	0.00061
médicament	Terbutaline	0.12	0.5	5.00	2.12	15.00	6.37	0.00637
médicament	Cafeine	0.25	1.0	10.00	2.00	30.00	6.00	0.00600
médicament	Théophylline	0.25	1.0	10.00	2.00	30.00	6.00	0.00600
médicament	Fluoxetine	0.95	3.8	5.00	0.26	15.00	0.79	0.00079
médicament	Paracetamol	0.05	0.2	5.00	5.00	15.00	15.00	0.01500
médicament	Alprazolam	2.50	10.0	5.00	0.10	15.00	0.30	0.00030
médicament	Diazepam	1.89	7.5	5.00	0.13	15.00	0.40	0.00040
médicament	Imipramine	1.70	6.8	5.00	0.15	15.00	0.44	0.00044
médicament	Doxepine	1.45	5.8	5.00	0.17	15.00	0.52	0.00052
médicament	Amitriptiline	1.70	6.8	5.00	0.15	15.00	0.44	0.00044
médicament	Ibuprofene	0.95	3.8	5.00	0.26	15.00	0.79	0.00079
médicament	Naproxene	0.90	3.6	5.00	0.28	15.00	0.83	0.00083
médicament	Gemfibrozil	1.16	4.6	5.00	0.22	15.00	0.65	0.00065
médicament	Ketoprofene	0.80	3.2	5.00	0.31	15.00	0.93	0.00093
médicament	Diclofenac	0.31	1.2	5.00	0.81	15.00	2.43	0.00243

Détail des Limites de détection (LOD) et des limites de quantification (LOQ) pour l'ensemble des molécules actuellement échantillonnées au moyen de POCIS et analysées par le LPTC (J.L. Gonzalez, comm pers, d'après données sources du LPTC)

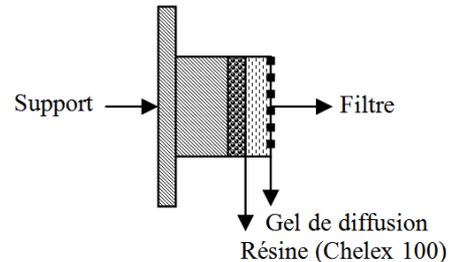
### Les métaux – DGT (Diffusive Gradient in Thin film)

Les **DGT** sont des dispositifs simples à mettre en œuvre. Ils accumulent (sur une résine Chelex100) les **cations métalliques dissous les plus "labiles"** (ions hydratés, complexes minéraux, "petits" complexes organiques) en fonction de leur concentration dans le milieu et du temps d'immersion. Leur utilisation a montré que cette approche est applicable pour de nombreux éléments métalliques (Ag, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn).

Ces dispositifs peuvent permettre une mesure des espèces métalliques dissoutes les plus "labiles" avec des temps de réponse, en fonction de la concentration dans le milieu, qui peuvent être très courts (quelques heures à quelques jours).

Le dispositif est composé d'un support plastique, sur lequel sont disposés successivement une phase pour laquelle les cations métalliques ont une très forte affinité (résine Chelex 100), un hydrogel de diffusion d'épaisseur connue et un filtre de protection en polycarbonate. Les cations métalliques migrent à travers le gel de diffusion et se fixent de façon irréversible sur la résine. C'est la diffusion, contrôlée par les propriétés physiques du gel, la température et la concentration en métal dans le milieu à échantillonner, qui déterminent la cinétique d'accumulation sur la résine.

Au cours de l'immersion, la **température** de l'eau doit être connue car les coefficients de diffusion varient sensiblement avec la température et la valeur mesurée à 25°C doit être ajustée. Au minimum, elle doit être mesurée lors de la mise en place et lors de la récupération des dispositifs, notamment dans les milieux où l'on sait que les variations de température sont relativement faibles.



Vue en coupe d'un dispositif DGT (les proportions ne sont pas respectées)

La concentration en métal "labile" dans milieu (CDGT) est calculée par l'équation:

$$CDGT = M\Delta g / t.A.Dm$$

avec

**M**: masse du cation métallique analysée après élution de la résine;  
 **$\Delta g$** : du gel de diffusion;  
**t** le temps d'immersion du DGT;  
**A** : surface du gel exposée;  
**Dm**: coefficient de diffusion du métal dans le gel (prédéterminé par Lancaster Research Ltd et à corriger en fonction de la température mesurée dans le milieu d'exposition).

Les limites de quantifications (**LOQ**) des DGT, pour une durée d'exposition de 20 jours, sont de **0.002  $\mu\text{g.l}^{-1}$** .

**Références bibliographiques ayant pour objet l'utilisation d'échantillonneurs passifs (J.L. Gonzalez, comm pers) :**

- Alvarez D.A., Huckins J.N., Petty J.D., Jones Lepp Tammy, Stuer Lauridsen F. Getting T. Goddard J.P., Gravell A.** (2007) *Comprehensive Analytical Chemistry* 48. Editor : Greenwood R., Mills G., Vrana B. Passive sampling in environmental monitoring. Chapt 8.
- Arditsoglou A., Voutsas D.** (2008), Passive sampling of selected endocrine disrupting compounds using polar organic chemical integrative samplers. *Environmental Pollution*, 156, 316-324.
- Belzunce M.J., Montero N., Gonzalez J-L., Larreta J., Franco J.** (2010). Application of passive samplers for labile metal fraction evaluation in estuarine waters: an example at the bay of Biscay (North-eastern Spain). 15th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 19-23 September 2010, Gdańsk, Poland.
- Blatarić A-M., Garnier C., Omanović D., Lenoble V., Cukrov N., Mounier S., Gonzalez J-L. and Pižeta I.** (2009) A preliminary study of a DGT-labile trace metals distribution in the stratified Krka River estuary (Croatia). TRACESPEC 2009 Workshop, September 15-18, 2009, Mainz, Germany
- Blatarić A-M., Omanović D., Garnier C., Lenoble V., Cukrov N., Mounier S., Gonzalez J-L. and Pižeta I.** (2010) Vertical distribution of trace metals in the Krka river estuary (Croatia) accessed by DGT and voltammetry. 11th European Meeting on Environmental Chemistry, Portorož, 8-11 december 2010
- Budzinski H. Soulier C. Lardy S. Capdeville M.J. Tapie N. Vrana B. Miege C. Ait Aissa.** (2009) Passive samplers for chemical substance monitoring and associated toxicity assessment in water. Proceeding of the International Conference on Xenobiotics in the Urban Water Cycle (Xénowac) 11th – 13th March 2009, Cyprus.
- Budzinski H., Soulier C., Tapie N., Vrana B., Gonzalez J-L., Munaron D.** (2009) Calibration and field evaluation of POCIS and Chemcatcher passive samplers for the monitoring of polar organic compounds in water. IPSW 2009, 3rd International Passive Sampling Workshop, 27-30 mai 2009, Prague
- Casas S., Cossa D., Gonzalez J.L., Bacher C. and Andral B.** (2004) In situ kinetics of mercury bioaccumulation in *Mytilus galloprovincialis* estimated by transplantation experiments. 7th International Conference on mercury as a global pollutant, Ljubljana, Slovenia, June 27-July 2 2004.
- Davison, W. and Zhang, H.** (1994). In situ speciation measurements of trace components in natural waters using thin-film gels. *Nature*, 367, 546-548.
- Davison, W, Zhang, H,** (2001). In situ speciation measurements using diffusive gradients in thin films (DGT) to determine inorganically and organically complexed metals. *Pure and Applied Chemistry*, 73, 9-15.
- Divis P., Leermakers M., Dočekalová H. and Gao Y.** (2005) Mercury depth profiles in river and marine sediments measured by the diffusive gradients in thin films technique with two different specific resins. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, Vol 382, 7, 1715-1719.
- Dočekalová H. and Divis P.** (2005) Application of diffusive gradient in thin films technique (DGT) to measurement of mercury in aquatic systems. *Talanta*, Vol. 65, Issue 5, 1174-1178.
- Dunn R.J.K., Teasdale P.R., Warnken J. and R.R. Schleich** (2003). Evaluation of the diffusive gradient in a thin film technique for monitoring trace metal concentrations in estuarine waters. *Environ. Sci. Technol.*, 37, 2794-2800.
- Dunn R.J.K., Teasdale P.R., Warnken J., Jordan M.A. and Arthur J.M.** (2007). Evaluation of the in situ, time integrated DGT technique by monitoring changes in heavy metal concentrations in estuarine waters. *Environmental Pollution*, 148, 213-220.
- Gonzalez J.L., Boutier B. and Griscom S.** (2005a) Evaluation of the role of natural organic matter (NOM) on the speciation of metal contaminants: use of passive samplers (DGT). 1st International Workshop on Organic Matter Modeling, WOMM05, Toulon, 16-18 Novembre 2005.
- Gonzalez J.L. Kantin R., Casas S., Boutier B. et C. Podeur** (2005b) Contaminants métalliques en Méditerranée : mesures à l'aide de capteurs passifs (DGT). Séminaire du programme "MEDICIS", Projet intégré sur la contamination du milieu marin en Méditerranée occidentale, Toulon, 12-13 Octobre 2005.
- Gonzalez J.L., Turquet J. et H. Cambert** (2005c) Evaluation des concentrations en contaminants métalliques dans les eaux littorales de La Réunion par la technique DGT (gel à gradient de diffusion): résultat des premiers essais (mission d'avril 2005). 22 p.
- Gonzalez J.L** (2006a). Evaluation de la contamination chimique des eaux marines: utilisation d'échantillonneurs passifs. Séminaire SWIFT "Méthodes alternatives de mesures de la qualité chimique de l'eau". 22 novembre 2006, Paris.
- Gonzalez J.L., Boutier B. et Auger D.** (2006b). Exemple d'utilisation d'échantillonneurs passifs (DGT) pour l'évaluation de la spéciation des contaminants: Etang de Thau. Séminaire SWIFT "Méthodes alternatives de mesures de la qualité chimique de l'eau". 22 novembre 2006, Paris.

- Gonzalez J.L., Boutier B. et Auger D.** (2006c). Evaluation de la spéciation des contaminants métalliques dans l'étang de Thau. Colloque du PNEC "Développements récents de la recherche en environnement côtier", 26-28 juin 2006, Nantes.
- Gonzalez (2007) in Sauzade D. Andral B., Gonzalez J-L., Galgani F., Grenz C., Budzinski H., Togola A. et Lardy S.,** 2007. Synthèse de l'état de la contamination du golfe de Marseille. Rapport de synthèse. Programme MEDICIS/METROC, 99 p.
- Gonzalez J-L.** (à paraître) Evaluation des concentrations en métaux traces dans l'eau par la technique des échantillonneurs passifs (DGT). Chapt. 4 In Etude de la contamination par les éléments-traces en Méditerranée à l'aide d'organismes biointégrateurs. Kantin et al., Oceanis.
- Gonzalez J-L., Tapie N., Munaron D., Budzinski H.** (2009). PROJET PEPS Méditerranée (Pré étude: Echantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique). Rapport Convention Cadre Ifremer / AERM&C Utilisation échantillonneurs passifs – Méditerranée - Contrat n° 08/3211080/F. Juin 2009, 90p.
- Gourlay-Francé C. et Gonzalez J-L.** (2010) Utilisation des échantillonneurs passifs pour l'évaluation de la contamination chimique des masses d'eau. *Techniques Sciences et Méthodes*, n°3, 24-35.
- Lafabrie C., Pergent G., Kantin R., Pergent-Martini C. and Gonzalez J-L.** (2007) Trace metals assessment in water, sediment, mussel and seagrass species - Validation of the use of *Posidonia oceanica* as a metal biomonitor. *Chemosphere*, 68, 2033-2039.
- Larner B.L., Seen A.J. and Snape I.** (2006). Evaluation of diffusive gradients in thin film (DGT) samplers for measuring contaminants in the Antarctic marine environment. *Chemosphere*, 65, 811-820.
- Li W., Zhao H., Teasdale P.R., John R. and Wang F.** (2005). Metal speciation measured by diffusive gradients in thin films technique with different binding phases. *Analytica Chimica Acta*, 533, 193-202.
- Mazzella N., Dubernet J-F. and Delmas F.** (2007) Determination of kinetic and equilibrium regimes in the operation of polar organic chemical integrative samplers: application to the passive sampling of the polar herbicides in aquatic environments, *Journal of Chromatography A*, 1154, 42-51.
- Munksgaard N. C. and D.L. Parry** (2003) Monitoring of labile metals in turbid coastal seawater using diffusive gradients in thin-films. *Journal of Environmental Monitoring*, 5, 145-149.
- Odzak N., Kistler D., Xue H. B., Sigg L.** (2002) In situ trace metal speciation in a eutrophic lake using the technique of diffusive gradients in thin films (DGT). *Aquatic. Sci.* 64, 292-299.
- Schintu M., Durante L., Maccioni A., Meloni P. Degetto S. and Contu A.** (2008) Measurement of environmental trace-metal levels in Mediterranean coastal areas with transplanted mussels and DGT techniques. *Marine Pollution Bulletin*, 57, 832-837.
- Stark J.S., Johnstone G.J., Palmer A.S., Snape I., Larner B.L and Riddle M.J.** (2006) Monitoring the remediation of a near shore waste disposal site in Antarctica using the amphipod *Parameoera walkeri* and diffusive gradients in thin films (DGTs). *Marine Pollution Bulletin*, 52.16, 1595-1610.
- Togola A., Budzinski H.** (2007) Development of Polar Organic Integrative Samplers for Analysis of Pharmaceuticals in Aquatic Systems. *Analytical Chemistry*, 79, 6734-6741.
- Twiss M.R. and J.W. Moffet** (2002). Comparison of copper speciation in coastal marine waters measured using analytical voltammetry and diffusion gradient thin film techniques. *Environ. Sci. Technol*, 36, 1061-1068.
- Warnken, K. W., Zhang, H., Davison, W.** (2006) Accuracy of the diffusive gradients in thin-films technique: Diffusive boundary layer and effective sampling area considerations. *Analytical Chemistry*, 78, (11), 3780-3787.
- Webb A.J. and M. J. Keough** (2002). Measurement of environmental trace-metal levels with transplanted mussels and diffusive gradients in thin films (DGT): a comparison of techniques. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 222-229.
- Zhang H. and Davison W.** (1995). Performance characteristics of diffusion gradients in thin films for the in situ measurement of trace metals in aqueous solution. *Analytical Chemistry*, 67, 19, 3391-3400.
- Zhang, H., Davison, W. and Statham, P.** (1996). In situ measurements of trace metals in seawater using diffusive gradients in thin-films (DGT). In *International Symposium on the Geochemistry of the Earth's surface 1996* (Ed. S.H. Bottrell, University of Leeds, 138-142).
- Zhang H., Davison W.** (2000) Direct In Situ Measurements of Labile Inorganic and Organically Bound Metal Species in Synthetic Solutions and Natural Waters Using DGT. *Anal. Chem.* 72, 4447-4457.
- Zhang H., Davison W.** (2001) In situ speciation measurements. Using diffusive gradients in thin films (DGT) to determine inorganically and organically complexed metals. *Pure Appl. Chem.* 73, 9-15.

**ANNEXE 13 : Chiffrage détaillé du cout des différentes méthodes de suivi des contaminants chimiques (Echantil. passifs, Eau, Biote)**

<b>ECHANTILL. PASSIFS</b>	Prix unité	Qt	Jour	Total
<b>13 ME + 1 Réf échantillonnées 2 à 6 x an</b>				
<b>Matériel</b>				
<b>SBSE (6 xan)</b>				
SBSE (1 unité = 3 SBSE / point : ~40€/unité) <sup>(*)</sup>	40.00 €	14	6	3 360.00 €
Solution de calibration SBSE (~50€/unité) <sup>(*)</sup>	50.00 €	14	6	4 200.00 €
Consommables SBSE (flaconnage,...)	1 000.00 €			1 000.00 €
<b>DGT &amp; POCIS (2 xan)</b>				
DGT (1 unité = 3 DGT / point)	45.00 €	14	2	1 260.00 €
POCIS+Cage (1 unité = 3 POCIS / point)	500.00 €	14	2	14 000.00 €
Consommables DGT (~50 €/unité)	50.00 €	14	2	1 400.00 €
Consommables POCIS (compris dans le prix unitaire)				
<b>Location bateau</b>				
	800 €	8	2	12 800.00 €
<i>6 camp SBSE (dont 2 relevages DGT POCIS) + 2 camp pose DGT POCI</i>				
<b>Temps agent</b>				
Echantillonnage SBSE DGT POCIS (par camp. : 6j lagon (2 agt pdt 3j) et 14j de mer (Mouillage : 2agt pdt 3js, POCIS : 2agts pdt 3j, DGT (1 Agt pdt 2j))	500 €	2	20	20 000 €
Traitement préparation SBSE (1j prépa + 1j conditionnement SBSE / campagne)	500 €	6	2	6 000 €
Traitement préparation DGT/POCIS (1j DGT + 1j POCIS pour chaque campagne)	500 €	2	2	2 000 €
Conditionnement avant expédition	500 €	1	2	1 000 €
<b>Expédition</b>				
DGT & SBSE	50 €	6		300 €
POCIS (Envoi congelé) 2 colis de 20kg pour les POCIS. Cout carboglace 7,17 TTC par kg.	360 €	4		1 440 €
<b>Analyses</b>				
<b>SBSE (6xan)</b>				
analyse (liste 1) <sup>(*)</sup>	410 €	14	6	34 440 €
analyse (liste 2 : option 1200€x14MEx6Camp = 100 800 €)				
<b>DGT (2xan)</b>				
Analyse Hg en triplicat (surcout : 300€x14MEx2camp = 8 400€)	360 €	14	2	10 080 €
<b>POCIS (2xan)</b>				
analyse AKP	300 €	14	2	8 400 €
analyse pesticides+autres	500 €	14	2	14 000 €
HAP	100 €	14	2	2 800 €
analyse pharmaceutiques	300 €	14	2	8 400 €
frais gestion POCIS (15% du cout total mat + analyses)	255 €	1		255 €
<b>TOTAL</b>				<b>147 135 €</b>

<b>EAU (Méth Classique)</b>				
	Prix unité	Qt	Jour	Total
<i>13 ME échantillonnées 6xan</i>				
<b>Matériel</b>				
Prélèvement (Kit doublé par sécu)	4 000 €	2		8 000 €
Flacons, bidons	100 €	14	6	8 400 €
<i>[6 flacons 1l en verre, 1 flacon 1l en PE, 2 flacons 500ml en PE, 4 flacons 40 ml en verre fumé (réf Métropole, à augmenter pour Réunion : ~20 l au total (JL Gonzalez)]</i>				
<b>Location bateau</b>				
6 campagnes de 2 js	800 €	6	2	9 600 €
<b>Temps agent</b>				
Prélèvement (2 agts, 6camp. de 3 js (récup comprise) )	500 €	2	18	18 000 €
Traitement préparation (avant chaque camp.)	500 €	1	6	3 000 €
Conditionnement (après chaque camp)	500 €	1	6	3 000 €
Conditionnement pour expédition	500 €	1	1	500 €
<b>Expédition</b>				
Chronopost (10 kg = 186 € + 5€/500g - 30kg max) <i>pour 1 échantillon : 20 l d'eau + 20kg Carboglace(7,17euros TTC /kg) = 2 colis ~30kg max(10l eau + 10 l carboglace + paquet)/station à l'envoi</i>	915 €	14	6	76 894 €
<b>Analyses</b>				
Sur la base d'un devis établi le 25/05/2010 par un laboratoire accrédité de métropole pour la liste complète des molécules DCE (Annexes IX et X DCE, Subst. Complémentaires et spécifiques Réunion).	1 800 €	14	6	151 200 €
<b>TOTAL</b>				<b>278 594 €</b>
<b>BIOTE</b>				
	Prix unité	Qt	Jour	Total
<i>13 ME + 1 Réf échantillonnées 1 x an</i>				
<b>Matériel</b>				
Mouillage	200 €	14		2 800 €
Poches	50 €	13		650 €
<i>pas de poches pour éch. réf conditionné et traité premier jour</i>				
Location bateau (2 js pose + 2js relevage)	800 €		4	3 200 €
<b>Temps agent</b>				
Coordination (1 agts/j pour chaque campagne)	500 €	1	2	1 000 €
fabrication des Poches	500 €	1	2	1 000 €
Pêche Modioles (4 agts pdt 2js)	500 €	4	2	4 000 €
Mouillage (2 agts pdt 2js (15h) + 1 j récup)	500 €	2	3	3 000 €
Récupération (modioles + huitres St Paul) (2 agts pdt 2js (15h) + 1 j récup)	500 €	2	3	3 000 €
Trsp Echantillons (A/R St Denis - St Pierre et St Denis Ste Rose)	500 €	1	1	500 €
Pré-traitement (Huitres : 1 agt pdt 1/2 j ; Modioles : 1/2 j / prtvt pour 1 agt, soit 7 js au total)	500 €	8	2	7 500 €
<b>Expédition</b>				
Transporteur (Forfait)	150 €	1		150 €
<b>Analyses</b>				
Sur la base d'un devis établi le 25/05/2010 par un laboratoire accrédité de métropole pour 14 points Modioles + 1 pnt huitres.	2 600 €	15		39 000 €
<b>TOTAL</b>				<b>65 800 €</b>

## **ANNEXE 14 : Recommandations pour les protocoles d'échantillonnage et de traitements de macrofaune endogée et du sédiment associé**

Contrôle de Surveillance

EAUX COTIERES

V9 – 05/10

### **INVERTEBRES Substrats Meubles**

Fiche  
n°10

VALIDEE

#### **Objectifs**

Les peuplements des sédiments meubles, allant des vases et vases sableuses (zones abritées des baies et des golfes) aux sables moyens (secteurs ouverts), **sont largement représentés dans la frange côtière** [1]. Ils appartiennent aux habitats EUNIS [2] "Littoral sediments" (Code EUNIS A2) et "Sublittoral sediments" (Code EUNIS A5).

Leur suivi s'impose du fait de leur représentativité, mais également pour d'autres raisons [1] :

- biocénoses soumises à diverses pressions anthropiques (aménagement littoraux, eutrophisation, contamination des sédiments, pêche, etc.),
- **sensibilité** à la contamination des sédiments ou à l'excès de matière organique (indicateurs de la qualité du sédiment).

Ces biocénoses sont étudiées quantitativement depuis plusieurs décennies, ce qui présente trois intérêts supplémentaires [3] :

- les **protocoles** de surveillance sont bien établis et relativement **standardisés** à l'échelle internationale [4],
- des **données historiques** sont disponibles pour certains sites, permettant de connaître les réactions de ces biocénoses aux perturbations (notamment l'eutrophisation), et d'établir plus facilement un état de référence. Des points de mesure sont actuellement suivis dans le cadre de réseaux (RNO [5], REBENT [1], IGA [6]),
- plusieurs **indices**, basés sur les caractéristiques de ces communautés, ont été proposés pour évaluer la qualité du milieu [7], et font l'objet d'intercomparaisons dans le cadre de l'intercalibration DCE.

Compte tenu de l'avancement des connaissances (bilan des groupes d'intercalibration [8]) et en l'absence de contraintes techniques ou environnementales majeures, **le suivi des invertébrés de substrats meubles doit être systématiquement mis en œuvre pour le contrôle de surveillance.**



Photos REBENT

#### **Domaine géographique**

Toutes les Masses d'Eau de surveillance de tous les districts hydrographiques des façades **Manche/Atlantique** et **Méditerranée** doivent être suivies. La zone subtidale étant généralement plus stable que l'intertidale [3], la surveillance concernera **de préférence la zone subtidale**, à moins que le suivi de la zone intertidale ne se justifie par sa superficie, par sa représentativité au sein de la Masse d'Eau ou par la pertinence des indicateurs recensés [3].

#### **Principe de la surveillance**

Toutes les Masses d'Eau de surveillance



Tous les ans

- Liste des espèces présentes
- Abondance de chaque espèce
- Biomasse spécifique par station\*
- + Granulométrie et taux de matière organique des sédiments associés

\* Au moins une fois au cours des 3 premières années.

1/6

## Stratégie générale

### Stratégie spatiale

#### Choix des points de suivi

Les points de suivis sont positionnés **dans les sédiments fins** (vases, sables vaseux, sables fins et le cas échéant sables moyens), et éventuellement dans les sédiments hétérogènes à condition que les engins listés dans cette fiche y soient efficaces [3]. Les gammes sédimentaires les plus représentatives de la Masse d'Eau seront privilégiées.

**Le milieu subtidal** sera systématiquement suivi, sauf difficultés techniques ou environnementales particulières. Les zones instables soumises à de forts courants ou au déferlement de la houle doivent être évitées [3]. En cas de fort gradient bathymétrique, il peut s'avérer nécessaire de répartir les points en tenant compte de ce gradient [3].

**La zone intertidale** sera suivie lorsqu'elle est bien représentée dans la Masse d'Eau ou lorsque l'échantillonnage du milieu subtidal est difficile (limitations accès, houle, type de substrat...). En milieu intertidal, c'est le **bas du médiolittoral** qui doit être suivi. Dans le cas des grands estrans à pente faible (bassin d'Arcachon, baie du Mont Saint-Michel...), les points pourront toutefois être répartis jusqu'au niveau de mi-marée.

Dans le cas des fonds meubles dominés par les **angiospermes**, un suivi de la végétation sera systématiquement effectué (voir fiches techniques n° 6 [9], 7 [10] et 8 [11]). Dans le cadre du contrôle de surveillance, le suivi des invertébrés benthiques associés aux herbiers de zostères sera effectué uniquement dans le cas des grands herbiers pérennes occupant une surface importante de la Masse d'Eau. Ce cas concerne principalement les **herbiers à *Zostera noltii*** (habitats EUNIS A2.61, A5.533 et A5.545 [2]), pour lesquels les particularités du suivi sont précisées plus loin. En cas de contrôle opérationnel ou additionnel concernant le suivi des invertébrés benthiques associés aux **herbiers à *Zostera marina*** (habitats EUNIS A2.615, A5.533 et A5.545 [2]), on se référera à la stratégie appliquée dans le cadre du suivi stationnel REBENT [12]. Compte-tenu des contraintes techniques, il n'est à l'heure actuelle pas envisagé de suivi des invertébrés benthiques associés aux **herbiers de posidonies** (habitats EUNIS A5.535 [2]). Dans le cadre de contrôles opérationnels ou additionnels, le suivi de l'épifaune (et de l'ichthyofaune, bien que non mentionnée dans la DCE [13]), pourrait constituer un élément pertinent d'évaluation de la qualité écologique.

Dans le cas particulier des **bancs de maërl** (habitats EUNIS A5.51), outre le suivi de l'extension et de la qualité de la végétation [13], le suivi des invertébrés benthiques associés sera envisagé pour les grands bancs représentant une surface importante de la Masse d'Eau. Les particularités de ce suivi sont précisées plus loin. Le cas du **détritique côtier** en Méditerranée (habitats EUNIS A5.46 [2]) est à considérer comme les autres substrats meubles, la flore faisant l'objet de mesures particulières détaillées dans la fiche technique correspondante [14].

#### Nombre de points [3]

Pour chaque Masse d'Eau retenue pour le contrôle de surveillance, l'échantillonnage quantitatif des macroinvertébrés s'effectue sur **au moins 1 à 3 points**. Le nombre de points retenu doit être défini en tenant compte de l'hétérogénéité de la Masse d'Eau considérée, notamment du point de vue de la bathymétrie, des caractéristiques morphosédimentaires et du gradient de pression anthropique.

### Stratégie temporelle

#### Périodes d'échantillonnage

Le suivi doit s'effectuer au moins **une fois en fin d'hiver** (mars – avril : abondances minimales). **Une deuxième campagne en fin d'été** permet d'estimer l'intensité du recrutement des différentes espèces et de déceler une dégradation du milieu par l'arrivée d'opportunistes, premier signe de perturbation [3], [4]. Cette double période d'échantillonnage est particulièrement intéressante lorsqu'on souhaite disposer d'une capacité d'interprétation plus rapide, et notamment pour le contrôle opérationnel.

#### Périodicité

**Tous les ans**, selon les recommandations du Guidance on Monitoring [15] et du groupe d'experts benthologues [3].

## Dénombrements et biomasse

### Paramètres mesurés

- **dénombrement** de chaque taxon (abondance) par prélèvement
- **biomasse** spécifique par station ([3], [4])

Les mesures concernent principalement l'**endofaune**, mais il serait souhaitable à terme, ainsi que dans le cas de contrôles opérationnels, de mieux évaluer la **faune vagile, dont la mégafaune**, en utilisant des moyens d'échantillonnage complémentaires plus appropriés (chalut à perche, SQUAREVE [16], etc...) [3].

### Protocole d'échantillonnage

Les points sont positionnés avec une précision d'autant plus importante que le milieu est hétérogène (minimum 10m), si possible avec un DGPS. Les coordonnées géographiques doivent être exprimées en Latitude – Longitude [4], et le référentiel utilisé (de préférence WGS84) doit être précisé.

#### Nombre de prélèvements

**Au moins 5 prélèvements** de 0,1m<sup>2</sup> par point [3]. La stratégie de répartition des prélèvements peut être adaptée en fonction des suivis déjà mis en place dans certaines Masses d'Eau.

#### Subtidal

Compte-tenu des méthodes employées depuis longtemps sur les côtes françaises, et des possibilités d'intercalibration des résultats, deux types de benne peuvent être utilisés pour les prélèvements [8] :

- **Benne Van Veen** [16]: 0,1m<sup>2</sup>. Cette benne pourra être utilisée en eaux côtières, uniquement pour les sédiments vaseux peu profonds et sous réserve d'utilisation d'un modèle pesant au moins 40 kg à vide. Cette benne peut être manipulée à partir d'embarcations modestes (6-10m), équipées d'un dispositif de mise à l'eau, et est plus facile et moins dangereuse à manipuler que la benne Smith. Pour les sables plus grossiers, plus profonds et en présence de courant, on préférera la benne Smith McIntyre.
- **Benne Smith McIntyre** (encore appelée benne type Aberdeen) [16] : 0,1m<sup>2</sup>, 100kg à vide. Efficace dans les sédiments vaseux jusqu'aux sédiments grossiers, elle fonctionne mieux que la Van Veen en présence de courants. Sa mise à l'eau nécessite impérativement un treuil associé à un bras de levage ou à un portique débordant, généralement disponible à bord de navires de 15m et plus.

L'échantillonnage est correct si la benne prélève au moins 5L de sédiment dans les sables, et au moins 10L dans les vases [4]. Il est impératif de **conserver le même type de benne** pour un même point au cours du temps. La benne utilisée peut être lestée pour optimiser son pouvoir de pénétration dans le sédiment (le poids total doit être de 40kg dans les vases et sables vaseux, à 70 à 100kg dans les sédiments plus grossiers [4]). La norme ISO 16665 [4] décrit avec précision les moyens nautiques nécessaires (installations nécessaires à bord des bateaux), ainsi que les conditions de manipulation des engins de prélèvement.

#### Intertidal

Utilisation d'un **carottier à main** (tube en PVC) [17]. La profondeur de prélèvement doit être d'**au moins 15 cm** sauf contrainte technique justifiée. La surface totale échantillonnée doit être d'au moins 0,25m<sup>2</sup>. Cette surface doit être atteinte avec **au minimum 5 répliqués**. Le carottier utilisé doit avoir une **section d'au moins 0,01m<sup>2</sup>**.

#### Tamisage

Les prélèvements doivent être tamisés sur **maille de 1mm** [4], de préférence ronde [3]. La norme ISO 16665 [4] donne des recommandations quant à la manipulation des prélèvements lors du tamisage. La forme de maille du tamis (ronde ou carrée) doit être conservée tout au long du suivi, et consignée dans les métadonnées [3].

### Analyse et traitement des échantillons

Une fois tamisés, les prélèvements doivent être :

- 1) **fixés** dans une solution formolée neutralisée et **conservés** en attendant leur analyse en laboratoire [4],
- 2) **triés** en laboratoire, afin de séparer la faune des débris et des particules sédimentaires [4].
- 3) **La faune doit être identifiée impérativement jusqu'à l'espèce** [3], excepté pour certains taxons pour lesquels ce niveau de précision nécessite des compétences taxonomiques spécifiques : Oligochètes, Nématodes... (liste complète dans la norme ISO 16665 [4]). Le référentiel taxonomique sur lequel se base la détermination est celui de QUADRIGE<sup>2</sup>, qui s'appuiera autant que possible sur le « **European Register of Marine Species (ERMS [18])** [3].
- 4) **Les individus de chaque espèce ou taxon sont dénombrés**, exceptés pour certains taxons dont le comptage est difficile et dont la présence sera simplement mentionnée : Foraminifères, Nématodes, organismes coloniaux (liste complète dans la norme ISO 16665 [4]).

- 5) La **biomasse spécifique par station** peut être mesurée [3], [4]. La méthodologie retenue est le **pois sec libre de cendres** : pesée après 4h à 450°C (après séchage préalable 24 à 48h à 60°C). Il est recommandé de mesurer la biomasse au moins 1 fois au cours des 3 premières années pour établir un état de référence.

A l'issue des premières campagnes, une **collection de spécimens** de chaque espèce doit être conservée, à la fois comme référence pour la détermination, et comme outil d'assurance qualité et d'intercalibration [4], [19]. Il est indispensable de mettre en place une **procédure d'assurance qualité** pour toutes les analyses, et principalement pour la taxonomie [4].

## Sédiments associés

### Paramètres mesurés

- **distribution granulométrique** du sédiment
- **taux de matière organique** dans le sédiment

Dans le cas de zones dynamiques, un suivi hydromorphologique plus complet pourra être mis en œuvre.

### Protocole d'échantillonnage

Le prélèvement des sédiments associés à la faune peut s'effectuer avec la **même benne** que celle utilisée pour le prélèvement de l'endofaune [4]. Un **prélèvement spécifique** doit être effectué pour l'analyse sédimentaire pour chaque point suivi, en plus des prélèvements de macrofaune [4].

### Analyse / Traitement des échantillons

Les prélèvements doivent être congelés en attendant leur analyse [4].

- **Analyse granulométrique** : les méthodes de détermination de la répartition granulométrique des sédiments marins couramment utilisées sont décrites dans le "Review of standards and protocols" établi dans le cadre du programme MESH [20]. Les classes de taille particulaire intéressantes pour l'analyse des communautés benthiques des fonds meubles sont indiquées dans la norme ISO 16665 [4].
- **Mesure du taux de matière organique** : pesée après 4h à 450°C (après séchage préalable 24 à 48h à 60°C). Dans le cas de vases argileuses (c'est notamment le cas pour Marennes-Oléron, Le pertuis Breton, la baie de Bourgneuf et l'estuaire de la Loire), la méthode de perte au feu entraîne la perte de l'eau de constitution des argiles, pouvant entraîner une surestimation du taux de matière organique qui peut aller jusqu'à 600% selon la composition de ces argiles. Un coefficient de correction calculé pour chaque site doit donc être appliqué aux taux de matière organique mesurés [21].

## Traitement des données

Les données et métadonnées issues du contrôle de surveillance DCE ayant vocation à intégrer la base de données **QUADRIGE 2**, elles devront être conformes aux procédures de saisie de cette base.

Les données à fournir sont au minimum [4] :

- l'identité suivant le référentiel Quadrige 2 et le nombre d'individus des différents taxons dans chaque prélèvement
- si elle est mesurée, la biomasse spécifique par station
- la référence à la classification EUNIS des habitats par station

Les indices/calculs les plus pertinents pour la surveillance DCE restent à identifier. Le cas échéant, ils pourront être adaptés aux particularités de chaque habitat. De manière générale, l'élaboration de ces indices se base sur les analyses suivantes [3], [4], [22] :

- regroupement des données par station (abondance moyenne de chaque taxon)
- classement des taxons de chaque station par ordre d'abondance décroissante, en mettant en évidence **les 10 à 20 plus abondants**.
- la détection d'espèces invasives ou allochtones
- l'abondance des différents **groupes de polluo-sensibilité**. Un référentiel des espèces appartenant à chaque groupe doit préalablement être défini et validé par les experts.
- statistiques basées sur la diversité de la faune : **différents indices et combinaisons de métriques** peuvent être calculés [7].

Pour interpréter les résultats, il est nécessaire de recouper les données avec l'analyse des sédiments associés et avec la caractérisation de la masse d'eau, notamment de la **turbidité** [15]. D'autres analyses statistiques peuvent être effectuées, notamment des analyses multivariées permettant de recouper les résultats faunistiques avec les paramètres environnementaux.

### Cas particulier des herbiers à *Zostera noltii*

La macrofaune endogée associée aux herbiers à *Zostera noltii* est suivie dans le cas des grands herbiers pérennes occupant une surface importante de la Masse d'Eau. **Les points de prélèvements doivent être identique à ceux retenus pour la caractérisation de la végétation** (voir la fiche DCE correspondante [10]).

**5 prélèvements de 0,04m<sup>2</sup>** sont effectués par point avec un carottier. Le reste de la procédure (paramètres mesurés et chaînes de traitement des échantillons et des données) est celui énoncé dans la présente fiche.

### Cas particulier des bancs de maërl

La macrofaune associée au maërl est suivie dans le cas des grands bancs de maërl représentant une surface conséquente au sein de la Masse d'Eau. Les prélèvements de macrofaune sont effectués sur des points également suivis pour l'estimation de l'état du banc (prélèvement des algues composant le maërl). Les points sont positionnés dans des **zones suffisamment stables et homogènes** pour dégager des tendances temporelles (il faut s'assurer que les variations observées sont dues à des changements réels de la structure du banc et non à son déplacement naturel en fonction des conditions hydrodynamiques).

Sur chaque point, les prélèvements sont effectués **obligatoirement avec une benne Smith McIntyre** [23]. Les prélèvements sont effectués tous les ans, comme pour les autres substrats meubles. Les paramètres mesurés et les chaînes de traitement des échantillons et des données sont ceux énoncés dans les paragraphes précédents de la présente fiche.

### Sites de référence [3]

Des sites de référence (pour lesquels il existe des séries historiques\* ou non impactés par les activités anthropogéniques\*\*) ont été identifiés :

	Subtidal		Intertidal	
	Sédiments fins ou hétérogènes	Maërl	Sables fins ou hétérogènes	Herbiers de zostères
<b>Atlantique</b>	Gravelines* (sables fins) Baie de Morlaix* (sables fins)	Molène** Belle-Ile-en-Mer** Rade de Brest*	Baie des Veys*	Arcachon* ( <i>Zostera noltii</i> )
<b>Méditerranée</b>	Banyuls* (sables fins) Corse** (détritique côtier)		Non concernée	

D'autres sites devront être désignés et validés par les experts, notamment pour tenir compte des particularités de chaque habitat.

### Références bibliographiques

- [1] IFREMER, 2001. Réseau Benthique (REBENT). Développement d'un pilote breton. Elaboration de l'Avant Projet Sommaire (APS). Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, 111 p. <http://www.ifremer.fr/rebent/>
- [2] EUNIS (European Nature Information System), Version 2004 : <http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>
- [3] Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 février 2005, Paris.
- [4] Pr NF EN ISO 16665 : Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- [5] <http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance/rno.htm>
- [6] <http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance/iga.htm>

- [7] Grall J., Coic N. 2005. Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du macrobenthos en milieu côtier. *A paraître*.
- [8] Minutes of Northeast Atlantic Geographical Intercalibration Group (NEA GIG) - Benthic Expert Meeting. Kristineberg Marine Station, Sweden, 22-24 September 2004. (<http://www.waddensea-secretariat.org/workshops/wfd-tmap.html#wfd-2>)
- [9] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°6 : Angiospermes – Herbiers à *Zostera marina*.
- [10] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°7 : Angiospermes – Herbiers à *Zostera noltii*.
- [11] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°8 : Angiospermes – Herbiers à *Posidonia oceanica*.
- [12] Fiche Technique REBENT n°4 (V2) : Suivi des Herbiers de Zostères (C. Hily, Décembre 2004). <http://www.ifremer.fr/rebent/>
- [13] Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.
- [14] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°2 : Macroalgues subtidales – Algues calcifiées libres.
- [15] Water Framework Directive – Common Implementation Strategy – Working Group 2.7 – Monitoring. *Guidance on monitoring for the Water Framework Directive*. Final version – 23 January 2003. 164 pp.
- [16] Fiche technique REBENT n°1 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles. C. HILY et J. GRALL, 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [17] Fiche technique REBENT n°3 - Suivi stationnel des biocénoses des sables fins et hétérogènes envasés intertidaux. C. HILY et J. GRALL, 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [18] ERMS (European Register of Marine Species) : <http://erms.biol.soton.ac.uk/>
- [19] BEQUALM (Biological Effects Quality Assurance in Marine Monitoring) <http://www.ifm.uni-kiel.de/fb/fb3/ex/sbb/heve/bequalm/framesets/Bequalm.htm>
- [20] Mapping European Seabed Habitats (MESH) : Review of standards and protocols <http://www.searchmesh.net/Default.aspx?page=1442>
- [21] Anne-Laure Barille-Boyer, Laurent Barille, Henri Masse, Daniel Razet, Maurice Heral, 2003. Correction for particulate organic matter as estimated by loss on ignition in estuarine ecosystems, *Estuarine Coastal and Shelf Science* 58 : 147-153.
- [22] Fiche technique REBENT n°10 - Traitement des données stationnelles (faune). C. HILY et J. GRALL, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [23] Fiche technique REBENT n°2 - Suivi stationnel des bancs de maërl. C. HILY et J. GRALL, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)

# **Protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre DCE**

**Laurent Guérin & Nicolas Desroy IFREMER - LER Saint-Malo**

**Mars 2008**

## **Introduction**

La mise en place de la DCE a imposé une harmonisation du protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers ainsi que l'élaboration d'une proposition d'indice, et de grille de qualité associée, compatibles avec les exigences d'intercalibration européenne. Ces protocoles sont décrits ci-dessous.

Le protocole d'observation défini pour la DCE correspond à une version adaptée du protocole mis en œuvre dans le cadre de la surveillance Rebent Bretagne 2005-2007. Pour des détails techniques de mise en œuvre des mesures, on peut se référer aux fiches techniques Rebent FT01-2003-01, FT03-2004-01 et DCE\_fiche10 disponibles sur le site <http://www.rebent.org> ainsi qu'à la norme ISO FDIS 16665 (2005).

Le calcul de l'indice de qualité pour le suivi de la macrofaune benthique nécessitera la prise en compte de toutes les données nationales (le résultat du classement par analyse multivariée est dépendant du nombre et de la qualité des données utilisées). Ce calcul est donc conditionné par la disponibilité de toutes ces données standardisées. Un exercice pourrait cependant être effectué par l'organisme coordinateur au niveau de chaque grande façade maritime, en lien avec les partenaires locaux ayant acquis des données, sans préjuger du résultat national du classement.

## **1. Protocole d'observation**

### **Echantillonnage :**

Des fiches-stations vierges seront fournies (fichier Excel) et celles des campagnes 2008 devront être établies selon ces modèles. Les fiches-stations seront complétées sur le terrain, au moment du prélèvement, conformément aux métadonnées suivantes (les paramètres entre parenthèses sont optionnels). Il conviendra, lors de l'échantillonnage, de vérifier que le type biosédimentaire correspond bien à celui décrit lors des campagnes précédentes. Pour les prélèvements intertidaux, il sera possible de vérifier visuellement que la station se situe bien dans un secteur homogène et représentatif du niveau de l'estran considéré. Pour chaque station, le même type de benne (Van-Veen ou Smith MacIntyre) que celle utilisée lors de la campagne précédente doit être privilégiée. Il conviendra de vérifier visuellement chaque prélèvement effectué par l'engin pour le valider (profondeur, volume, surface horizontale et non perturbée, pas de lessivage ou de remaniement importants, etc.). Le rinçage et le tamisage devront être réalisés de façon à préserver au maximum l'intégrité de l'échantillon biologique (espèces fragiles). Les échantillons de sédiments seront prélevés par sous-échantillonnage vertical (au centre de la benne pour le subtidal), à l'aide d'un carottier à main (5 cm de profondeur), après avoir vérifié la validité du prélèvement. Deux répliqués par station seront réalisés pour la sédimentologie. Les échantillons seront conservés dans des bidons étanches

1/3

avec étiquetage indélébile intérieur et extérieur. Les échantillons biologiques seront formolés le jour même (formol dilué à environ 10% à l'eau de mer, tamponné et homogénéisé). Les échantillons sédimentologiques seront congelés à bord et/ou au retour au laboratoire.

<b>métadonnées Station</b>	<b>métadonnées Prélèvement (réplicat)</b>
Code masse d'eau DCE	Code station
Code station (Code photo numérique associée)	Code prélèvement : station-paramètre-réplicat (Code photo numérique associée)
Latitude et longitude, datum, système, de la station (Typologie habitat : EUNIS, Corine Biotope, ZNIEFF-Mer...)	Paramètre : invertébrés/sédimento ; intertidal/subtidal Date du prélèvement : jour/mois/année
Observations : conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité, ...	Heure/Minute du prélèvement
	Subtidal : profondeur observée au sondeur
	Noms/coordonnées des personnes et du navire effectuant le prélèvement
	Matériel : type de benne ou de carottier <sup>1</sup> ; maille 1 mm, forme : carrée ou ronde / Méthode
	Surface/profondeur ou volume prélevés : 5 à 10 litres pour bennes ; 15 cm pour la faune, 5 cm pour le sédiment
	Numéro/Nombre total du réplikat par station
	Observations : grain du sédiment, odeur, débris, espèces remarquables, ...

### **Analyse et traitement des échantillons :**

Un premier tri sera réalisé sur l'échantillon biologique qui aura été rincé à l'eau douce. Il peut alors être utile de fractionner l'échantillon en plusieurs gammes (1, 2 et 3 mm) sur les sédiments présentant un refus important et polymodal. Un deuxième tri sera effectué après 24 heures de coloration (type rose Bengal) sur le même échantillon pour vérification. Les individus non colorés seront privilégiés pour la mise en collection. Tous les individus collectés seront déterminés impérativement à l'espèce. Certains groupes peuvent faire exception (*hydrozoa* [d58], *ctenophora* [e1], platyhelminthes [f1], *nemertea* [g1], *nematoda* [hd1], *priapulida* [j1], *chaetognatha* [i1], *pogonophora* [m1], *echiura* [o1], *olygochaeta* [p1402], *copepoda* [r142], *ostracoda* [r2412], *bryozoa* [y1], *phoronida* [za2], *hemichordata* [zc1]). Les autres cas qui n'ont pas pu être déterminés à l'espèce (individu en mauvais état, incomplet, juvénile, documentation insuffisante, etc.) devront impérativement être justifiés dans la liste faunistique. La liste bibliographique de tous les ouvrages et documents utilisés pour la détermination devra être citée dans le rapport final. Tous les échantillons biologiques récoltés seront impérativement conservés (formol ou éthanol; photos archivées), sans limites de temps. Chaque espèce (représentée par un ou plusieurs individus) d'une même station sera conservée dans un récipient étanche étiqueté avec un code (date, station, classification ERMS) permettant un lien direct avec la base de données. Ceci dans le but de constituer une collection de référence, utile aux déterminations ultérieures et comme outil d'assurance qualité et d'intercalibration. La méthode de calcul des biomasses (e.g. coefficient de poids moyen spécifique ou mesure par perte au feu pour les gros individus) sera précisée ultérieurement par l'organisme coordinateur en fonction des listes faunistiques obtenues. L'analyse granulométrique sera réalisée sur la gamme complète AFNOR de 0,063 à 20 mm (26 tamis) après désalinisation de l'échantillon (trempage à l'eau distillée, puis siphonage très délicat de

<sup>1</sup> la surface minimale de 0,25 m<sup>2</sup> pour la surface totale prélevée en intertidal correspond à 10 carottes rondes de 18 cm de diamètre (classiquement utilisées), ce qui donne, dans ce cas, le minimum de réplikat nécessaires : 10.

l'eau après décantation complète, soit 36 à 48 heures. Cette opération doit être renouvelée au moins deux fois pour une désalinisation satisfaisante) puis séchage (48H à 60°C). Les taux de matière organique seront obtenus selon deux méthodes (une par réplikat de sédiment) :

- par la méthode de perte au feu (1heure à 550°C) sur la fraction fine (< 0,063 mm) issue de la granulométrie (premier réplikat).
- par la méthode de perte au feu (4heure à 450°C) sur le sédiment brut et sec (deuxième réplikat).

Des fiches-analyses seront complétées au laboratoire, au moment de l'analyse, comportant au minimum les métadonnées suivantes (les paramètres entre parenthèses sont optionnels) :

<b>métadonnées Biologiques</b>	<b>métadonnées sédiment</b>
Code station	Code station
Code prélèvement	Code prélèvement
Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse	Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse
Faunes utilisées : annexe bibliographique	Matériel (tamis AFNOR) / Méthode (tamisage à sec après désalinisation) granulométrique
Genres et espèces recensées : faune et flore	Fractions granulométriques (mailles)
Abondances par réplikat	Poids sec total avant tamisage
Classification utilisée = <u>E.R.M.S.</u>	Poids sec/fraction
	Observations (fractions calcaires, débris biogènes, odeur, ...)
	Matériel / Méthodes (sédiment brut <u>et</u> pélites) taux de matière organique
(Code photo numérique/pilu collection associé)	Poids sec sédiment analyse m.o. (avant crémation) par méthode
Observations	Poids sec sédiment analyse m.o. (après crémation) par méthode

## **Protocole d'analyse sédimentologique dans le cadre des suivis du Rebent Manche orientale (complément au protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre DCE)**

**Laurent Guérin IFREMER - CRESCO Dinard,  
d'après Jérôme Fournier CNRS CRESCO Dinard  
Juillet 2008**

### **Introduction**

La mise en place de la DCE a imposé une harmonisation du protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers ainsi que l'élaboration d'une proposition d'indice, et de grille de qualité associée, compatibles avec les exigences d'intercalibration européenne. Dans le cadre du Rebent Manche orientale, le protocole d'analyse du sédiment (granulométrie et taux de matière organique, décrit ci-dessous) a également été standardisé et deux méthodes d'analyse du taux de matière organique sont testées.

### **Protocole d'analyse**

#### **Echantillonnage :**

Des fiches-stations vierges seront fournies (fichier Excel) et celles des campagnes 2008 devront être établies selon ces modèles. Les fiches-stations seront complétées sur le terrain, au moment du prélèvement, conformément aux métadonnées suivantes (les paramètres entre parenthèses sont optionnels). Il conviendra, lors de l'échantillonnage, de vérifier que le type biosédimentaire correspond bien à celui décrit lors des campagnes précédentes. Pour les prélèvements intertidaux, il sera possible de vérifier visuellement que la station se situe bien dans un secteur homogène et représentatif du niveau de l'estran considéré. Pour chaque station, le même type de benne (Van-Veen ou Smith MacIntyre) que celle utilisée lors de la campagne précédente doit être privilégié. Il conviendra de vérifier visuellement chaque prélèvement effectué par l'engin pour le valider (profondeur, volume, surface horizontale et non perturbée, pas de lessivage ou de remaniements importants, etc.). Les échantillons de sédiments seront prélevés par sous-échantillonnage vertical (au centre de la benne pour le subtidal), à l'aide d'un carottier à main (3 à 5 cm de diamètre, sur 5 cm de profondeur), après avoir vérifié la validité du prélèvement. Deux répliqués par station seront réalisés pour la sédimentologie. Les échantillons sédimentologiques seront conservés dans des piluliers étanches (*c.a.* 200 ml) avec étiquetage indélébile intérieur et extérieur. Ils seront congelés à bord et/ou au retour au laboratoire en attendant l'analyse.

<b>métadonnées Station</b>	<b>métadonnées Prélèvement (réplicat)</b>
Code masse d'eau DCE	Code station
Code station	Code prélèvement : station-paramètre-réplicat
(Code photo numérique associée)	(Code photo numérique associée)
Latitude et longitude, datum, système, de la station	Paramètre : invertébrés/sédimento ; intertidal/subtidal
(Typologie habitat : EUNIS, Corine Biotope, ZNIEFF-Mer...)	Date du prélèvement : jour/mois/année
Observations : conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité, ...	Heure/Minute du prélèvement
	Subtidal : profondeur observée au sondeur
	Noms/coordonnées des personnes et du navire effectuant le prélèvement
	Matériel : type de benne ou de carottier <sup>1</sup> ; maille 1 mm, forme : carrée ou ronde / Méthode
	Surface/profondeur ou volume prélevés : 5 à 10 litres pour bennes ; 15 cm pour la faune, 5 cm pour le sédiment
	Numéro/Nombre total du réplikat par station
	Observations : grain du sédiment, odeur, débris, espèces remarquables, ...

### **Analyse et traitement des échantillons :**

La granulométrie laser est à proscrire désormais. Cette technique dérivée de l'industrie est correcte pour des grains parfaitement sphériques, incorrecte pour des grains "naturels" (cf. références bibliographiques récentes 2005-2006). L'analyse granulométrique sera réalisée sur le premier réplikat de sédiment par tamisage sur colonne, avec la gamme complète AFNOR de 0,063 à 20 mm (26 tamis), après désalinisation de l'échantillon. Des fiches-analyses vierges standardisées seront fournies (fichier Excel) et les données issues des campagnes 2008 devront être stockées selon ces modèles.

#### **Désalinisation :**

Après décongélation, l'échantillon est transféré dans un bol (préalablement pesé, sec et à vide, pour connaître la tare). Bien rincer le pilulier avec une pissette d'eau distillée pour tout récupérer. Compléter à l'eau distillée si nécessaire et mélanger délicatement le sédiment (en douceur, pour ne pas briser les grains, les bioclastes en particulier) et l'eau avec un agitateur en verre pour séparer les grains. Laisser décanter jusqu'à ce que l'eau soit parfaitement claire (24 à 48 heures), puis siphonner très délicatement l'eau (avec un tuyau en plastique souple, une bassine et en amorçant par aspiration à la bouche) pour ne laisser qu'un sédiment couvert par une fine pellicule d'eau (phase la plus délicate car il ne faut pas évacuer les fines).

Cette opération doit être renouvelée au moins deux fois pour une désalinisation satisfaisante)

#### **Séchage du sédiment :**

Placer les bols avec le sédiment humide dans une étuve à 60°C pendant 48h (plus chaud, les fines se transforment en ciment). A l'aide d'une brosse et d'un agitateur, décoller les fines qui restent souvent sur le bord des bols et brasser délicatement le sédiment de manière à ce que tous les grains soient bien homogénéisés.

<sup>1</sup> la surface minimale de 0,25 m<sup>2</sup> pour la surface totale prélevée en intertidal correspond à 10 carottes rondes de 18 cm de diamètre (classiquement utilisées), ce qui donne, dans ce cas, le minimum de réplikats nécessaires : 10.

### Tamisage :

Peser le bol et le sédiment à la sortie de l'étuve (poids sec de sédiment = poids total moins poids du bol sec, à vide), sur une balance précise au centième de gramme. Mettre en place la colonne de tamis entière sur le vibreur (tamis à plus grande maille en haut, puis de maille décroissante vers le bas ; ne pas oublier de mettre le fond, ni le chapeau). Le vibreur ne pouvant souvent accueillir qu'un nombre restreint de tamis, il sera alors nécessaire de placer le récipient de fond après une première série de tamis (grandes mailles), tamiser l'ensemble (10 à 15 minutes de vibreur suffisent), puis transférer le reste de sédiment recueilli au fond, sur l'autre partie de la colonne (petites mailles ; un deuxième récipient de fond est alors nécessaire) et tamiser à nouveau. Après chaque tamisage, enlever l'ensemble de la "sous-colonne" (chapeau, tamis et fond) et la déposer près de la balance. Peser chaque fraction en veillant à récupérer tout le sédiment sur chaque tamis, à l'aide d'une brosse souple ou d'un pinceau fin (pour les fractions inférieures à 125 µm, utiliser des gants en latex et un masque). La pesée doit être effectuée sur la même balance (au centième de gramme, et bien horizontale) dans une pièce sans courants d'airs, sur une paillasse stable. Reporter les résultats, en gramme, sur la feuille de paillasse (cf. fichier .xls). Conserver la fraction inférieure à 63 µm : Pré-peser un petit récipient en aluminium (moulé autour d'un fond de pilulier par exemple). Tarer à nouveau la balance avec ce récipient en place et y transférer les pérites en veillant à bien tout récupérer au pinceau fin dans le récipient de fond de colonne (masque nécessaire pour éviter tout courant d'air). Peser les pérites. Refermer le récipient en aluminium (pincer doucement le col) et le replacer à l'étuve en attendant l'analyse du taux de matière organique.

### Cas des échantillons ayant une fraction péritique importante

Pour les échantillons présentant une fraction fine (< 63 µm) importante (sables vaseux et vases), un premier lavage du sédiment, après désalinisation pourra être effectué avant le séchage puis le tamisage. Le sédiment sera alors rincé sur un tamis AFNOR 63 µm, en utilisant une pissette d'eau douce et un pinceau (fin, qui sera rincé avant et après tamisage). L'ensemble des fines et de l'eau utilisée sera récupéré dans un bol, puis mis à sécher pour obtenir le poids sec de fines. Le refus de sédiment (> 63 µm) sera récupéré puis mis à sécher dans un autre bol pour être séché et tamisé sur la gamme complète de tamis.

### Taux de matière organique :

Les taux de matière organique seront obtenus selon deux méthodes (une par réplicat de sédiment) :

- par la méthode de perte au feu (1 heure à 550°C) sur la fraction fine (< 63 µm) issue de la granulométrie (premier réplicat).
- par la méthode de perte au feu (4 heures à 450°C) sur le sédiment brut et sec (deuxième réplicat, décongelé, débarrassé à la pince fine des macrodébris, séché 48 heures à 60°C).

Pour les deux méthodes, le récipient vide doit avoir été pesé, puis le sédiment sec (poids total moins poids du récipient). Après crémation, l'échantillon est pesé à nouveau pour en déduire le poids de sédiment incinéré (poids total après crémation moins poids du récipient) et donc le taux de matière organique (poids de sédiment sec avant crémation divisé par le poids de sédiment sec après crémation, multiplié par 100 pour l'exprimer en pourcentage). Attention, lors de la crémation, toute inscription au marqueur s'efface et il est donc nécessaire de graver les récipients ou de dessiner un plan de l'ordre des échantillons dans le four. La pesée doit être effectuée rapidement après la crémation, pour éviter toute reprise en eau.

Des fiches-analyses seront complétées au laboratoire, au moment de l'analyse, comportant au minimum les métadonnées suivantes :

<b>métadonnées sédiment</b>
Code station
Code prélèvement
Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse
Matériel (tamis AFNOR) / Méthode granulométrique (tamisage à sec après désalinisation)
Fractions granulométriques (mailles)
Poids sec total <u>avant</u> tamisage
Poids sec/fraction
Observations (fractions calcaires, débris biogènes, odeur, ...)
Matériel / Méthodes (sédiment brut <u>et</u> pélites) taux de matière organique
Poids sec sédiment analyse m.o. (avant crémation) par méthode
Poids sec sédiment analyse m.o. (après crémation) par méthode



**ANNEXE 15 : Liste des abréviations**

<b>AA</b> ..... Assemblage algal ou gazon algal (turf algal).	<b>GCRMN</b> ..... Global Coral Reef Monitoring Network.
<b>AC</b> ..... Algue calcaire.	<b>GT</b> ..... Groupe de Travail.
<b>ACB</b> ..... Acropore Branchu.	<b>IFRECOR</b> .. Initiative Française pour les Récifs Coralliens.
<b>ACD</b> ..... Acropore Digité.	<b>IFREMER</b> .. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.
<b>ACS</b> ..... Acropore Sub Massif.	<b>INERIS</b> ..... Institut National de l'Environnement et des risques.
<b>ACP</b> ..... Analyse en Composante Principale.	<b>LD (LOD)</b> .. Limite de Détection.
<b>ACT</b> ..... Acropore Tabulaire.	<b>LIT</b> ..... Line Intercept Transect.
<b>AD</b> ..... Algue Dressée.	<b>LPTC</b> ..... Laboratoire de "Physico- et Toxicochimie de l'Environnement" de l'Université de Bordeaux.
<b>ANOVA</b> ..... Analyse de la Variance.	<b>LQ (LOQ)</b> .. Limite de Quantification.
<b>ARC</b> ..... cellule d'Analyse du Risque Chimique.	<b>MEF</b> ..... Corail massif ou encroûtant ou foliacé.
<b>ARVAM</b> ..... Agence pour la Recherche et la Valorisation Marines.	<b>MSA</b> ..... Medium Scale Approach.
<b>CAC</b> ..... Coraux du genre "Acropore".	<b>NAC</b> ..... Coraux des genres "Non-acropores".
<b>CEDRE</b> ..... Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux	<b>NQE</b> ..... Norme de Qualité Environnementale.
<b>CMO</b> ..... Corail Mou ou alcyonaire.	<b>NQE-MA</b> .... Norme de Qualité Environnementale Moyenne Annuelle.
<b>COH</b> ..... Chef d'Opération Hyperbare.	<b>PIT</b> ..... Point Intercept Transect.
<b>DCE</b> ..... Directive Cadre sur l'Eau.	<b>POC</b> ..... Corail Pocillopore.
<b>DAR</b> ..... Dépression d'Arrière Récif.	<b>SA</b> ..... Sable.
<b>DEB</b> ..... Débris.	
<b>DOM</b> ..... Département d'Outre-Mer.	