
Directive Cadre sur l'Eau :

Etat des lieux des travaux DCE relatifs aux masses d'eau littorales dans les Départements d'Outre Mer

Typologie, suivi et mode d'évaluation de l'état des Masses d'Eau
Côtières (MEC) et des Masses d'Eau de Transition (MET)

Mission de 2 mois réalisée de novembre à décembre 2009 au centre de
Nantes (DYNECO/VIGIES)

Etat des lieux des travaux DCE relatifs aux masses d'eau littorales dans les DOM

Sommaire

Sigles et abréviations	5
Objectif et contexte de la mission	7
1. L'échéance de rapportage de mars 2010	8
1.1. Rappel : éléments de qualité retenus par la DCE pour la classification de l'état des masses d'eau	9
1.2. Informations à fournir pour le rapportage concernant l'état des masses d'eau	9
1.3. Informations à fournir pour le rapportage concernant les méthodologies d'évaluation de l'état des masses d'eau	11
2. Situation en Martinique	12
2.1. Spécificité du milieu littoral Martiniquais	12
2.2. Typologie des masses d'eau	13
2.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE	15
2.3.1. Cadre réglementaire : circulaire ministérielle 2007/20 du 5 mars 2007	15
2.3.2. Sites du « réseau de surveillance DCE »	16
2.3.3. Eléments de qualité biologiques retenus comme « pertinents »	17
2.3.4. Paramètres et méthodologies de suivi	19
2.4. Evaluation de l'état des masses d'eau : modalités d'interprétation des résultats de la surveillance	26
2.4.1. Réseau de référence	26
2.4.2. Analyse par élément de qualité actuellement suivi	27
2.5. Programmation 2010 et discussion	32
2.5.1. Eléments de qualité biologiques	32
2.5.2. Surveillance chimique	34
2.5.3. Hydromorphologie	34
2.5.4. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010	34
3. Situation en Guadeloupe	35
3.1. Spécificité du milieu littoral Guadeloupéen	35
3.2. Typologie des masses d'eau	36
3.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE	37
3.3.1. Sites du réseau de surveillance DCE	38
3.3.2. Eléments de qualité biologiques retenus comme « pertinents »	39
3.3.3. Paramètres et méthodologies de suivi	39
3.4. Evaluation de l'état des masses d'eau : modalités d'interprétation des résultats de la surveillance	40
3.4.1. Réseau de référence	40
3.4.2. Programmation 2010 et discussion	41
3.4.3. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010	42
4. Situation en Guyane	43
4.1. Spécificité du milieu littoral Guyanais	43
4.2. Typologie des masses d'eau	44
4.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE	46
4.3.1. Pertinence des éléments de qualité biologiques	46
4.3.2. Travaux DCE réalisés en 2009	47
4.3.3. Programmation DCE 2010	50
4.3.4. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010	51



5. Situation à la Réunion	52
5.1. Spécificités du milieu littoral Réunionnais.....	52
5.2. Typologie des masses d'eau	52
5.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE	55
5.3.1. Cadre réglementaire : circulaire ministérielle 2007/20 du 5 mars 2007	55
5.3.2. Sites du « réseau de surveillance DCE »	57
5.3.3. Pertinence des éléments de qualité biologiques	57
5.3.4. Suivi DCE actuel et méthodologies	63
5.4. Travaux DCE en cours et échéances	63
5.4.1. Projet capteurs passifs	65
5.4.2. Projet état de référence	65
5.4.3. Projet bon état.....	68
5.4.4. Projet bio-indication	68
5.4.5. Autres projets contribuant à la mise en œuvre de la DCE	69
5.5. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010.....	69
6. Situation à Mayotte	71
6.1. Spécificité du milieu littoral Mahorais.....	71
6.2. Typologie des masses d'eau	72
6.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE	73
6.3.1. Synthèse bibliographique réalisée en 2008.....	74
6.3.2. Pertinence des éléments de qualité biologiques	75
6.3.3. Suivi des paramètres physico-chimiques généraux et de la biomasse chlorophyllienne dans l'eau	75
6.3.4. Campagne échantillonneurs passifs d'avril 2009	76
6.3.5. Etude des fonds sédimentaires	77
6.3.6. Chimie dans le biote (bioaccumulation par le bivalve <i>Saccostrea cucullata</i> , 2008).....	78
6.3.7. Suivis de la faune benthique invertébrée : communautés coralliennes	79
6.4. Travaux en cours et échéances.....	82
6.4.1. Bio-indication	82
6.4.2. Invertébrés de substrat meuble (cf. point 6.3.5).....	82
6.4.3. Angiospermes.....	82
6.4.4. Etat des récifs frangeants et barrière à t + 6 ans	82
7. Discussion.....	83
7.1. Typologie.....	83
7.2. Pertinence des éléments de qualité.....	83
7.3. Conditions de référence	83
7.4. Analyse par élément de qualité.....	84
7.4.1. Coraux	84
7.4.2. Phytoplancton	84
7.4.3. Invertébrés de substrat meuble	85
7.4.4. Angiospermes.....	85
7.4.5. Surveillance chimique.....	86
7.4.6. Hydromorphologie	86
7.5. Conclusion	86
Références.....	87
Annexe 1 – Exemples d'études DOM	92
Annexe 2 – Contacts DOM	99

Sigles et abréviations

AMBI : AZTI Marine Biotic Index

ARVAM : Agence pour la Recherche et la VALorisation Marine

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CAS : Chemical Abstracts Service

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

CEDRE : CEntre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

CoReMo : Coral Reef Monitoring

CQEL : Cellule Qualité des Eaux Littorales

DAF : Direction de l'Agriculture et de la Forêt

DCE : Directive Cadre européenne sur l'Eau

DCP : Dispositif de Concentration des Poissons

DDE : Direction Départementale de l'Equipement

DEB : Direction de l'Eau et de la Biodiversité

DGT : Diffusive Gradients in Thin Films

DIREN : DIrection Régionale de l'ENvironnement

DOM : Départements d'Outre-Mer

ECOMAR : laboratoire d'ECOlogie MARine de l'université de la Réunion

EQR : Ecological Quality Ratio

GCRMN : Global Coral Reef Monitoring Network

GCSM : Grand Cul de Sac Marin (Guadeloupe)

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

IFRECOR : Initiative Française pour les REcifs CORalliens

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER



IRD : Institut de Recherche pour le Développement

MEC : Masse d'Eau Côtière

MEEDDM : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer

MES : Matières en Suspension

MET : Masse d'Eau de Transition

NQE : Norme de Qualité Environnementale

ODE : Office De l'Eau

OMMM : Observatoire du Milieu Marin Martiniquais

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

POCIS : Polar Organic Chemical Integrative Sampler

RNABE : Risque de Non Atteinte du Bon Etat

RNO : Réseau National d'Observation

SBSE : Stir Bar Sorptive Extraction

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

STEP : STation d'EPuration de l'eau

UAG : Université Antilles-Guyane



Objectif et contexte de la mission

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000/60/CE) du 23 octobre 2000 définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Elle fixe notamment un objectif de bon état écologique et chimique pour les masses d'eau superficielles.

Afin d'établir l'état global de ces masses d'eau, la DCE s'appuie sur l'évaluation d'un certain nombre d'éléments de qualité, qui peuvent différer selon la catégorie de masse d'eau superficielle considérée : rivières, lacs, eaux de transition ou eaux côtières.

Au niveau national, la circulaire 2007/20¹ constitue le cadre réglementaire de la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance, pour les bassins hydrographiques métropolitains ainsi que ceux de la Martinique et de la Réunion. Toutefois, dans le cas des départements d'outre mer (DOM), des questions spécifiques se posent quant à la mise en œuvre de la DCE en raison de leur morphologie, de leur climat, de leurs écosystèmes mais aussi de leur histoire et des usages et pratiques développés sur ces territoires loin de la métropole.

Pour tenter d'apporter des réponses à certaines de ces questions, un séminaire s'est tenu les 9 et 10 juin 2009 au centre Ifremer de Nantes, afin de faire le bilan de l'existant dans les DOM (Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion, Mayotte) sur la mise en œuvre de la DCE.

Ce séminaire, organisé conjointement par IFREMER/ONEMA/MEEDDM a rassemblé 38 participants, représentant les organismes institutionnels nationaux (MEEDDM, ONEMA) et des départements d'outre-mer de La Réunion, Mayotte, Martinique, Guadeloupe et Guyane (DIREN, DAF, ODE), les acteurs opérationnels publics (IFREMER, CEMAGREF, IRD, BRGM), les institutions de recherche (CNRS, Universités) et plusieurs partenaires privés (bureaux d'études).

L'objectif fixé à cette rencontre était de faire le point sur la situation présente, d'identifier les manques, les points de blocage ainsi que les mutualisations possibles, d'élaborer un plan de travail pluriannuel ainsi que les moyens à mettre en place pour une mise en œuvre concrète de la DCE à partir de 2010. Si la rencontre a été principalement axée sur l'état écologique des masses d'eau côtières et de transition, des informations ont également été fournies sur l'avancement des travaux concernant l'état chimique et la bancarisation des données.

A l'issue de ce séminaire un compte rendu a été rédigé, faisant ressortir plusieurs éléments : (i) la nécessité de faire un point d'étape plus complet en septembre 2009, (ii) le besoin de mettre en place des groupes de travail spécifiques, par éléments de qualité impliqués dans l'évaluation de l'état écologique.

Un bilan de situation plus exhaustif a ensuite eu lieu en septembre 2009, sous la forme de trois visioconférences avec la Guyane (8 septembre), la Réunion et Mayotte (14 septembre) et la Martinique et la Guadeloupe (15 septembre).

A l'issue de ces réunions, chaque département d'outre-mer s'est engagé à envoyer un état de la situation à partir d'un même tableau pour chaque DOM, servant à fournir les éléments d'informations pour le rapportage à l'Europe en mars 2010, et à esquisser un plan de travail pluriannuel à partir de 2010.

Plusieurs groupes de travail ont été également constitués pour créer une dynamique de travail inter-DOM :

¹ Circulaire DCE 2007/20 du 5 mars 2007 relative à la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance pour les eaux littorales en application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

- Phytoplancton : réflexion sur cet élément de qualité afin de mettre en place un programme de travail pluriannuel
- Soutien physico-chimie : soutien en métrologie pour les paramètres physico-chimiques et utilisation des échantillonneurs passifs pour la surveillance des contaminants chimiques
- Coraux : réflexion sur cet élément de qualité afin de mettre en place un programme de travail pluriannuel
- Invertébrés benthiques : adaptation des indicateurs invertébrés benthiques au contexte des DOM
- Angiospermes : définition d'une stratégie pour le suivi des angiospermes dans les DOM
- Poissons : adaptation de l'indicateur poisson dans les eaux douces aux estuaires guyanais
- Hydromorphologie : soutien du BRGM pour bâtir une approche méthodologique pour les DOM
- Bancarisation des données : mise en place d'une stratégie adaptée aux DOM

La démarche initialement adoptée était de demander à chaque responsable de ces huit groupes de travail d'élaborer pour la fin de l'année 2009 un programme de travail spécifique, et d'identifier les besoins correspondants afin de les soumettre à l'ONEMA pour financement lors de son premier Conseil d'administration de mars 2010. Cette démarche n'a pas été suivie par l'ONEMA et les groupes doivent être considérés à présent comme des acteurs potentiels pour les objectifs qu'ils s'étaient fixés au moment de la tenue du séminaire de juin 2009.

Le présent rapport réalise une synthèse et actualise les éléments présentés lors du séminaire de juin, des visio-conférences de septembre 2009, ainsi que ceux transmis par la suite par les DIREN sous la forme d'un tableau récapitulatif de format commun à tous les DOM. Il constitue en cela un support pour la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM), dans l'optique du rapportage à la Commission Européenne en 2010 (NB : Mayotte rapportera à la DEB ses données mais celles-ci ne seront pas transmises à la Commission Européenne car la DCE n'est pas encore applicable à Mayotte).

1. L'échéance de rapportage de mars 2010

Le courrier du 6 avril 2009 de la Direction de l'eau et de la biodiversité du MEEDDM², adressé à l'attention des DIREN et des Offices de l'Eau des départements d'Outre-Mer, rappelait l'obligation de rapporter à la Commission européenne, d'ici mars 2010, les plans de gestion liés à l'application de l'article 13 de la DCE.

Sont résumées ci-après, sur la base du « Guide pour le rapportage DCE³ » co-élaboré par le MEEDDM et l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), les **principales informations relatives à l'évaluation de l'état des masses d'eau** qui doivent être transmises dans le cadre de ce rapportage.

² Lettre de la directrice de l'eau et de la biodiversité de convocation au séminaire DOM des 9 et 10 juin 2009

³ ONEMA, MEEDDM, SIE, Agences de l'Eau, 2009. Guide pour le rapportage DCE V 1.2



1.1. Rappel : éléments de qualité retenus par la DCE pour la classification de l'état des masses d'eau

Dans le but de caractériser l'état des masses d'eau de transition et des masses d'eau côtières, les éléments de qualité figurant dans le tableau ci-dessous doivent être évalués, conformément à l'annexe V de la DCE (points 1.1.3. et 1.1.4.).

Eaux de transition	Paramètres biologiques		Composition, abondance et biomasse du phytoplancton
			Composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton)
			Composition et abondance de la faune benthique invertébrée
			Composition, abondance et structure de l'âge de l'ichtyofaune
	Paramètres hydromorphologiques soutenant les paramètres biologiques	Conditions morphologiques	Variation de la profondeur
			Quantité, structure et substrat du lit
		Régime des marées	Structure de la zone intertidale
	Paramètres chimiques et physico-chimiques soutenant les paramètres biologiques	Paramètres généraux	Débit d'eau douce
			Exposition aux vagues
			Transparence
Température			
Polluants spécifiques		Bilan d'oxygène	
		Salinité	
		Concentration en nutriments	
Eaux côtières	Paramètres biologiques		Pollution par toutes substances prioritaires recensées comme étant déversées dans la masse d'eau
			Pollution par d'autres substances recensées comme étant déversées en quantités significatives dans la masse d'eau
			Composition, abondance et biomasse du phytoplancton
			Composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton)
	Paramètres hydromorphologiques soutenant les paramètres biologiques	Conditions morphologiques	Composition et abondance de la faune benthique invertébrée
			Variation de la profondeur
		Régime des marées	Structure et substrat de la côte
	Paramètres chimiques et physico-chimiques soutenant les paramètres biologiques	Paramètres généraux	Structure de la zone intertidale
			Direction des courants dominants
			Exposition aux vagues
Transparence			
Polluants spécifiques		Température	
		Bilan d'oxygène	
		Salinité	
		Concentration en nutriments	
		Pollution par toutes substances prioritaires recensées comme étant déversées dans la masse d'eau	
		Pollution par d'autres substances recensées comme étant déversées en quantités significatives dans la masse d'eau	

1.2. Informations à fournir pour le rapportage concernant l'état des masses d'eau

Les informations suivantes doivent être fournies, conformément aux points 4.3. et 4.4. du « Guide pour le rapportage DCE ». D'autres informations doivent être fournies à l'échelle des



masses d'eau (données descriptives, pressions et impacts, état des zones protégées...), l'attention est portée ici essentiellement sur **les données relatives à l'évaluation de l'état des masses d'eau.**

Etat écologique	état (S) ou potentiel écologique (P) ?	
	valeur de l'état ou du potentiel de la masse d'eau : 1=très bon état (pour l'état seulement), 2=bon, 3=moyen, 4=médiocre, 5=mauvais, U=non classé	
	niveau de confiance : 0=inconnu/pas d'information, 1=faible, 2=moyen, 3=haut	
	commentaire éventuel sur le niveau de confiance (1000 caractères)	
	valeur de chacun des éléments de qualité écologique requis ⁴	
	si l'état ou le potentiel n'est pas bon : liste des polluants spécifiques non prioritaires en excès	numéro CAS (Chemical Abstract Service) ou nom du polluant
		type de matrice utilisée (eau, sédiment déposé, sédiment en suspension, biote)
Etat chimique	en cas d'exemption d'atteinte du bon état écologique en 2015, fournir un commentaire global et préciser pour chaque exemption :	type d'exemption (à priori facultatif)
		le ou les éléments de qualité auquel s'applique l'exemption (élément de qualité de deuxième niveau)
	Etat chimique (2=bon, 3=non-atteinte du bon état, U=inconnu/pas d'information)	
	Liste des substances en excès (dépassant la NOE) pour les différentes catégories suivantes : métaux lourds, pesticides, autres substances industrielles, autres polluants	
Exemption éventuelle		
Commentaire sur l'exemption (en ajoutant les dates d'objectif) - à priori facultatif		

NB : des cartes figurant l'état écologique et l'état chimique (global et par grandes familles de polluants) de l'état des masses d'eau sont également à produire en vue du rapportage de mars 2010.

⁴ cf. point 1.1.



1.3. Informations à fournir pour le rapportage concernant les méthodologies d'évaluation de l'état des masses d'eau

Les informations suivantes doivent être fournies, par type de masse d'eau, conformément au point 9.3. du « Guide pour le rapportage DCE ».

Etat écologique

Typologies des masses d'eau auxquelles l'élément de qualité s'applique	
Type(s) de référence qui correspond(ent) à ces types	
Méthode de mesure de l'élément de qualité :	biologie : valeur fixe "EQR"
	hydromorphologie : le paramètre mesuré
	physico-chimie : le paramètre mesuré et l'unité
	polluants spécifiques non prioritaires : liste des CAS des polluants
Valeur de référence	
Limite bon état - très bon état	
Cette limite est-elle le résultat de l'inter-étalonnage ? ⁵	
Limite état moyen-bon état	
Cette limite est-elle le résultat de l'inter-étalonnage ? ²	
Ce système de classification peut-il être mis en place au stade actuel ?	

Etat chimique

Pour l'élément de qualité substances prioritaires, indiquer si les standards européens sont appliqués ⁶ .	Dans le cas contraire, fournir les renseignements sur les standards : substances prioritaires, catégorie d'eau de surface, méthodologie employée, matrice chimique, expression statistique, unité de mesure, concentration de la substance permettant d'atteindre le bon état, description générale.
--	--

Descriptions méthodologiques

Méthode pour déterminer les éléments de qualité et les valeurs seuils, pour les masses d'eau naturelles et les masses d'eau modifiées
Méthode de combinaison des éléments de qualité pour arriver à l'état final
Méthode permettant d'assurer la non-détérioration du bon état

⁵ Cet inter-étalonnage ne concerne pas les DOM

⁶ Directive 2008/105/CE du Parlement et du Conseil du 16 décembre 2008, établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, et modifiant la directive 2000/60/CE

2. Situation en Martinique

2.1. Spécificité du milieu littoral Martiniquais

La Martinique est une île située dans la Caraïbe. Elle présente des particularités liées à son milieu tropical et insulaire dont il faut tenir compte (Impact Mer, 2009) :

- Il s'agit d'une île volcanique dont les sols sont facilement érodables.
- Elle est soumise à un climat tropical humide.
- Deux saisons peuvent être distinguées en Martinique : une saison sèche, « le carême » (février-avril), et « l'hivernage » (juillet-octobre) caractérisé par des pluies fréquentes et intenses. Ces deux saisons sont séparées par deux intersaisons plus ou moins marquées.
- Le relief (point culminant : la montagne Pelée à 1 397 m) favorise l'érosion des sols, les pentes accentuent les débits de crue des rivières et les transports solides.
- La population est de forte densité. Elle est concentrée entre Fort-de-France / Lamentin / Saint Joseph (50 % de la population). La répartition sur le reste du territoire est très inégale (Bourgs et « quartiers » denses ou hameaux, habitat diffus).
- L'industrie polluante, relativement peu développée, est composée de plusieurs distilleries réparties sur l'île, d'une raffinerie de pétrole au Lamentin, de carrières situées dans le nord et de deux centrales thermiques EDF.
- La mise en place de STEP est récente et l'évacuation des eaux usées se fait en de nombreux endroits sans traitement préalable suffisant.
- L'agriculture est essentiellement tournée vers les cultures de bananes et de canne à sucre. Ces cultures utilisent de nombreux intrants et phytosanitaires ; le maraîchage (en faible proportion) favorise l'érosion et également les pollutions par les phytosanitaires, il n'est donc pas négligeable.
- La pêche est de type artisanal (petite pêche côtière) et se déploie vers le large grâce aux DCP (Dispositif de Concentration des Poissons) ; les fonds côtiers sont surexploités.
- Le plateau insulaire est peu étendu. Il est composé de nombreuses entités, ce qui lui confère un caractère très hétérogène. Il est cantonné à la côte Atlantique.
- Les côtes s'étendent sur 350 km, les constructions récifales sur environ 70 km pour une surface de moins de 200 km². D'après Bouchon & Bouchon-Navarro (1998), 80 % de ces récifs sont dégradés ou en voie de dégradation, à cause des activités anthropiques.
- Les récifs bioconstruits (coralliens ou algo-coralliens) sont quasi absents de la côte ouest (excepté la baie de Fort-de-France), bien que des peuplements coralliens y soient bien développés en dessous d'une dizaine de mètres de profondeur, et à Ste Luce. Les herbiers et mangroves sont peu développés sur la côte Caraïbe.
- Le récif frangeant bioconstruit de la côte méridionale présente une grande richesse spécifique.

- La côte sud-est est dotée d'une barrière récifale d'origine algo-corallienne qui s'étend sur près de 25 km, coupée par de nombreuses passes. À l'abri de cette barrière, des herbiers à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* occupent les fonds de baie, mangroves et lagons.
- Les mangroves sont des forêts littorales de grand intérêt qui ont été en grande partie détruites. Actuellement, on en trouve essentiellement dans les principales baies (Fort-de-France, Marin, Robert, Galion), sur les côtes méridionales et sur la moitié sud-est de l'île.
- Enfin, la recherche scientifique sur le milieu aquatique martiniquais est en développement, mais ceci est assez récent et peu d'études environnementales ont été menées jusqu'à présent, particulièrement dans le milieu marin. Aussi, les connaissances fondamentales sur le fonctionnement des écosystèmes sont limitées et très hétérogènes.

2.2. Typologie des masses d'eau

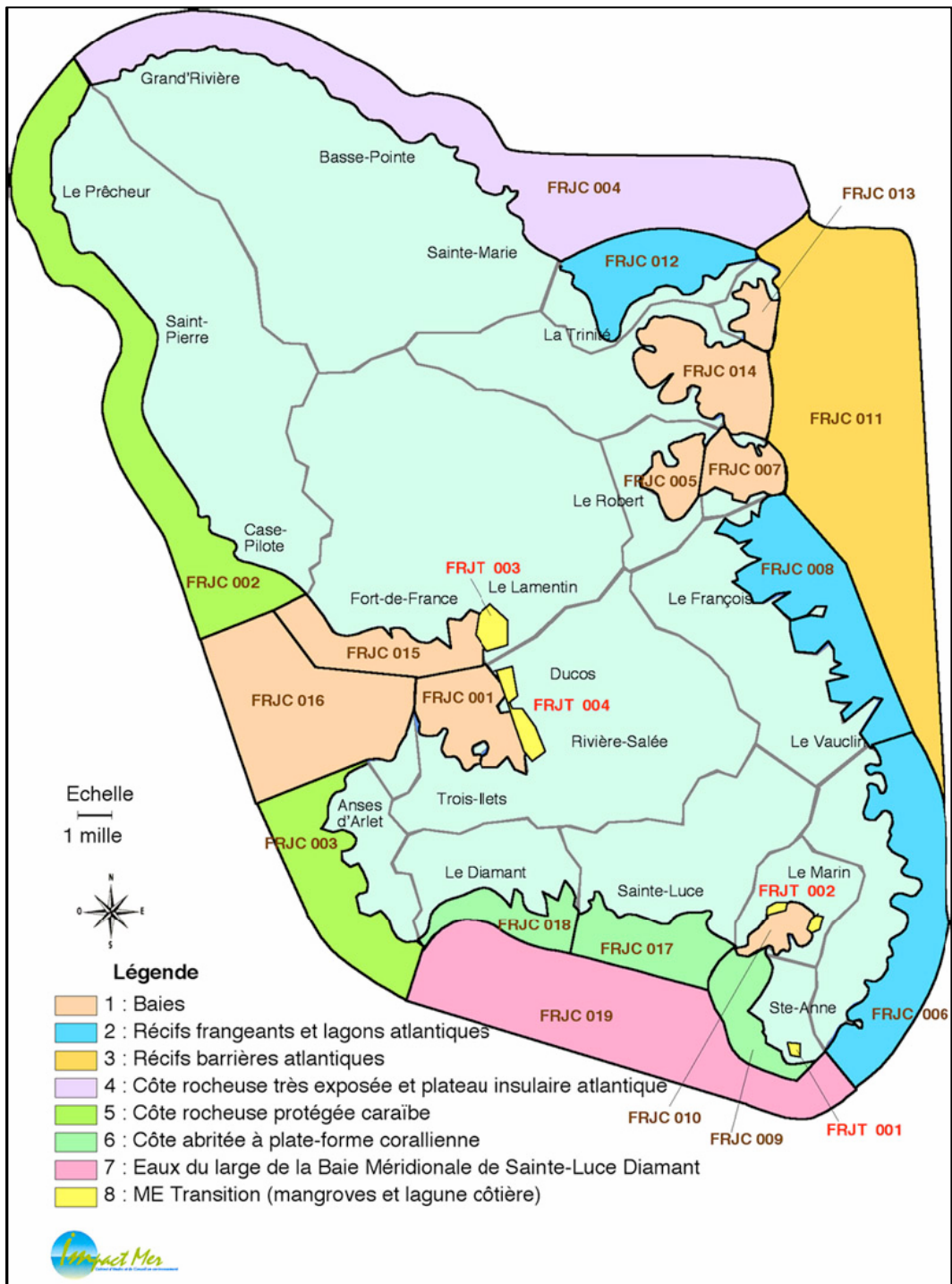
L'état des lieux du district hydrographique de la Martinique (Asconit Consultants & Impact Mer 2005a, b) a permis de délimiter 23 masses d'eaux (19 ME côtières et 4 ME de transition) littorales réparties en 8 types (7 côtiers et 1 transition).

Cette délimitation a été réalisée selon les critères suivants : trait de côte, bathymétrie, variations de l'exposition aux vents, houle atlantique et courants, pressions littorales et diversité et sensibilité des biocénoses littorales (type eutrophisation, hypersédimentation et écotoxicité).

Les 8 types de masses d'eau identifiés sont :

- **C27** : Fond de baie et sortie de baie (type commun avec la Guadeloupe, type n°1 sur la carte de la page suivante)
- **C29** : récif barrière (commun avec la Guadeloupe, type n°3 sur la carte de la page suivante)
- **C30** : côte rocheuse très exposée (commun avec la Guadeloupe, type n°4 sur la carte de la page suivante)
- **C31** : côte rocheuse protégée caraïbe (commun avec la Guadeloupe, type n°5 sur la carte de la page suivante)
- **C32** : côte exposée à récifs frangeants (commun avec la Guadeloupe, type n°2 sur la carte de la page suivante)
- **C33** : côte abritée à plate-forme corallienne (type n°6 sur la carte de la page suivante)
- **C34** : Eaux du large de la baie méridionale de Sainte-Luce Diamant (type n°7 sur la carte de la page suivante)
- **T13** : masse d'eau de transition (mangroves et lagune côtière, type n°8 sur la carte de la page suivante)

La révision de cette typologie pourra être envisagée pour le prochain plan de gestion, si les valeurs de référence arrêtées sont communes à 2 voire à plusieurs types.



2.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE

2.3.1. Cadre réglementaire : circulaire ministérielle 2007/20 du 5 mars 2007

La surveillance DCE qui s'exerce actuellement (ou devrait théoriquement s'exercer⁷) sur les masses d'eau de la Martinique est cadrée par la circulaire DCE 2007/20 du 5 mars 2007. Le suivi au titre de la DCE est partagé entre l'Office de l'eau (OdE) pour la physico-chimie et les contaminants chimiques, et la DIREN pour le suivi écologique.

a) Eaux de transition

Eléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan)	Fréquence du suivi par année	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phytoplancton				Non pertinent
Macro-Algues et Angiospermes				Non pertinent
Invertébrés (faune endogée du sédiment)	2	1	Démarrage en 2007	Tous
Poissons ³	1	1	Démarrage en 2010	30 à 50% des sites
Physico-chimie				
Physico-chimie (paramètres généraux)	6	4 (tous les trimestres)	Démarrage en 2007	Tous
Les 41 substances (annexes IX et X) de la DCE ³	1	Pour toutes les substances : 12 (tous les mois) dans l'eau	Démarrage en 2008	Tous
		Pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote	Démarrage en 2008	25% des sites
Les substances « pertinentes » ³	1	- 4 (tous les trimestres dans l'eau pour les substances hydrophiles) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles)	Démarrage en 2008 (idem eaux douces)	25% des sites
Les pesticides ³	1	- 4 (tous les trimestres dans l'eau pour les substances hydrophiles) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles)	Démarrage en 2008 (idem eaux douces)	25% des sites
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion	Tous

⁷ NB : le suivi physico-chimique est limité peu ou prou aux paramètres généraux (1 campagne réalisée par la DIREN en 2006 sur les polluants spécifiques), et le suivi de l'ichtyofaune dans les eaux de transition n'est pas réalisé



b) Eaux côtières

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan)	Fréquence du suivi par année	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phytoplancton	6	4 (tous les trimestres)	Démarrage en 2007	Tous
Macro-Algues et Angiospermes	2	1	Démarrage en 2007	Tous
Faune invertébrée benthique (coraux)	2	1	Démarrage en 2007	Tous
Physico-chimie				
Physico-chimie (paramètres généraux)	6	4 (tous les trimestres)	Démarrage en 2007	Tous
Les 41 substances (annexes IX et X) de la DCE	1	Pour toutes les substances : 12 (tous les mois) dans l'eau	Démarrage en 2008	Tous
		Pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote	Démarrage en 2008	25% des sites
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trimestres dans l'eau pour les substances hydrophiles) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles)	Démarrage en 2008 (idem eaux douces)	25% des sites
Les pesticides	1	- 4 (tous les trimestres dans l'eau pour les substances hydrophiles) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles)	Démarrage en 2008 (idem eaux douces)	25% des sites
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion	Tous

2.3.2. Sites du « réseau de surveillance DCE »

Le réseau de surveillance DCE comporte 15 sites de surveillance, présents dans quinze masses d'eau différentes appartenant aux 8 types de masses d'eau identifiés.

La définition de ce réseau de surveillance a été réalisée en 2006 par le bureau d'études Impact Mer, basé en Martinique.

Le choix des sites a été réalisé selon plusieurs critères, et est basé sur les connaissances et les suivis existants en Martinique. Il s'agit essentiellement d'études anciennes réalisées par l'UAG (Université Antilles Guyane), des études réalisées par le bureau d'études Impact-Mer depuis 1993 (études de rejet, d'impact, cartographies des biocénoses, des pressions littorales...), des suivis biologiques IFRECOR réalisés par l'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais



(OMMM) et enfin des suivis physicochimiques du Réseau National d'Observation (RNO) réalisés par la Cellule Qualité de l'Environnement Littoral (CQEL).



2.3.3. *Éléments de qualité biologiques retenus comme « pertinents »*

La Martinique a été le premier département d'Outre-Mer à appliquer la DCE sur son territoire et aucun élément de cadrage n'a été élaboré pour permettre l'application de la législation en milieu tropical. Pour cette raison, il a été **nécessaire d'adapter les paramètres et les protocoles concernant les paramètres biologiques**. Ce travail a été établi à partir (i) de données bibliographiques et (ii) de concertations avec différents acteurs du milieu marin antillais (DIREN, UAG, OMMM, bureaux d'études).

La synthèse de ces éléments a été réalisée par Impact mer dans la « Définition du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Martinique » (rapport Impact Mer 2006).

Pour le cas des masses d'eau de transition (mangroves), le calcul de la biomasse par dosage de la chlorophylle A a été jugé « non pertinent » car le milieu est déjà très végétal, reçoit des apports extérieurs et il existe en outre des difficultés d'identification liées à la turbidité.

De même, l'élément de qualité « ichtyofaune » a finalement été jugé non pertinent⁸ en raison de difficultés d'interprétation liée à la pêche dans les mangroves, de problèmes d'identification et plus généralement de carences méthodologiques non résolues.

Enfin, les macro-algues sont à étudier dans le cadre de la DCE. En milieu tropical les algues constituent plus souvent un indice d'eutrophisation qu'un alguier ayant un intérêt écologique propre, ce qui, au regard de la DCE ne présente pas un intérêt majeur. Leur présence permet l'interprétation de l'état de santé de l'environnement marin, en terme d'eutrophisation. Cependant la littérature concernant ce sujet aux Antilles est pauvre. Pour pallier ce manque d'étude et de publication, la détermination de l'état « eutrophisé » par les macro-algues est réalisée sur expertise. Celle-ci est basée sur la répartition et le recouvrement des espèces indicatrices et selon le type de substrat colonisé.

	Types côtier	Type mangrove
Phytoplancton QE 1-1	Pertinent : biomasse [chl a]	Non pertinent
Faune invertébrée benthique QE 1-3	Pertinent : communautés coralliennes	Non pertinent
Invertébrés de substrat meuble QE 1-3	Non pertinent	Pertinent : macrofaune endogée du sédiment
Angiospermes QE 1-2-2	Pertinent : herbiers de phanérogames	Non pertinent
Macro-Algues QE 1-2-1	Intégré aux éléments « communautés corallienne » et « herbiers de phanérogames »	Non pertinent
Epibionte de palétuvier QE1-3	Non pertinent	Spongiaires, ou autre ?
Ichtyofaune QE 1-4	Non pertinent	Non pertinent

Les algues les plus communes des littoraux Antillais qu'il est possible d'identifier sont mentionnées, à titre indicatif (liste non exhaustive) dans le tableau suivant :

Types de macro-algues	Genre ou espèce
Algues vertes	<i>Codium sp.</i> <i>Caulerpa racemosa</i> ⁹ <i>Rhipilia tomentosa</i> <i>Avrainvillea sp.</i> <i>Halimeda opuntia, H. discoidea, H. incrassata</i> <i>Enteromorpha sp.</i> ⁹ <i>Ulvales (Ulva et Ulvaria)</i>
Algues rouges	<i>Amphiora fragilissima</i> <i>Peyssonnelia sp.</i> <i>Acantophora sp.</i>
Algues brunes	<i>Sargasses</i> ⁹ <i>Dictyotales</i> ⁹ <i>Padina sp.</i> <i>Turbinaria sp.</i> ⁹

Les cyanobactéries qui sont caractéristiques d'un enrichissement en matière organique sont prises en compte lors des suivis biologiques d'herbiers ou de communautés coralliennes. Dans

⁸ bien que le suivi de l'ichtyofaune dans les eaux de transition figure dans la circulaire 2007/20

⁹ espèces algales pouvant être proliférantes

les herbiers, l'analyse se limite à noter leur présence, le cas échéant. Pour les communautés coralliennes, leur couverture est estimée.

2.3.4. Paramètres et méthodologies de suivi

a) Eaux de transition

ϕ Invertébrés (faune endogée du sédiment)

Paramètres et fréquence

Biomasse, diversité spécifique et abondance ; 1 campagne /an depuis 2007

Méthode ou principes d'échantillonnage

5 réplicats par site de contrôle sont réalisés, chaque réplicat étant formé de plusieurs « coups de benne ». Les réplicats sont effectués afin d'avoir une bonne représentativité de la station, dans un rayon raisonnable d'une cinquantaine de mètres (selon le contexte).

Le prélèvement est effectué en sub-surface du sédiment (<10cm) à l'aide d'une benne à prélèvement de type « Eckman-Birge », de préférence dans la matinée et à heure fixe, et en absence de vent supérieur à 10 m/s les jours précédents.

Le prélèvement est constitué d'un échantillon de sédiment brut et d'un échantillon correspondant au refus d'un tamisage sur une maille de 1mm stockés dans un flaconnage adapté. L'échantillon de sédiment brut est congelé et le refus de tamis est fixé au formol boraté, permettant une conservation pendant 3 mois, puis envoyé vers le laboratoire d'analyse dans un délai maximum d'une semaine (envoi express par avion à l'ARVAM ou L. Bigot - DYNECAR, La Réunion, ou J.M. Amouroux - CNRS Banyuls).

La surface échantillonnée à chaque réplicat est, au minimum, de 0,1m². L'abondance des individus est donnée par unité de surface. Application de la norme NF EN ISO 16665.

Méthode ou principes de traitement et d'analyse des échantillons

- Biomasse

La biomasse est mesurée par combustion de l'échantillon brut dans un four à 450°, en application de la norme NF EN ISO 16665 et de la fiche technique n°10 du document IFREMER « Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE ». La biomasse correspond à la différence de poids entre l'échantillon sec et l'échantillon après combustion.

- Abondance et diversité

Après une phase de tri de la macrofaune superficielle, les principaux organismes sont répertoriés et classés. La détermination taxonomique et le comptage des espèces benthiques endogées sont effectués sous loupe binoculaire.

Des échantillons peuvent être conservés localement pour une éventuelle détermination ultérieurement, si un (des) organismes est (sont) considéré (s) comme « déterminant » ou indicateur.

Les analyses de la faune se décomposent en 4 étapes :

- Etude de la répartition taxonomique (Annélides, Crustacés, Mollusques,...),
- Etude de la diversité spécifique,

- Etude de l'abondance relative (genre, familles, taxons),
- Etude de la répartition des principaux régimes alimentaires.

Les données obtenues sont traitées statistiquement pour définir la structure des communautés benthiques et leur évolution spatio-temporelle.

ϕ Physico-chimie : paramètres généraux

Paramètres mesurés in situ

Température, salinité, oxygène dissous et saturation en oxygène.

Paramètres mesurés en laboratoire sur eau brute

Turbidité (FNU), azote (nitrite, nitrate, ammonium), phosphore (orthophosphates).

Fréquence

Tous les 3 mois depuis 2007.

Méthodes ou principes d'échantillonnage

Une attention particulière est portée à la réalisation des mesures au même moment de la journée. Celles-ci sont réalisées en sub-surface (0-1m) ainsi qu'en profondeur. Les mesures et échantillonnages suivent les préconisations du document Ifremer « Hydrologie, paramètres et analyses » d'Aminot et Kerouel¹⁰, c'est à dire sont réalisés sur un échantillon non filtré, avec une bouteille de type Niskin, et à l'aide d'une sonde préalablement étalonnée. Les mesures sont réalisées à heure fixe (de préférence le matin).

Méthode ou principes de traitement et d'analyse des échantillons

Le traitement des données tient notamment compte de la pluviométrie des semaines précédant le prélèvement. Les méthodes de prélèvement sont conformes aux préconisations de l'ouvrage d'Aminot et Kérouel (2004). Les mesures de température, salinité et turbidité sont effectuées de préférence in situ à l'aide de sondes. Des mesures de salinité et de turbidité peuvent être toutefois effectuées au laboratoire dans des délais acceptables.

Les mesures d'oxygène dissous sont effectuées de préférence in situ à l'aide de capteurs polarographiques ou de capteurs de luminescence. Des mesures d'oxygène dissous peuvent toutefois être effectuées au laboratoire selon la méthode iodométrique dite de Winkler (Aminot et Kérouel, 2004). La turbidité est analysée dans le respect de la norme NF EN ISO 7027. Pour les nutriments, l'analyse est réalisée au laboratoire selon la méthode manuelle (Aminot, 2004) ou automatique (Aminot, 2007).

Paramètres physico-chimiques complémentaires

- Granulométrie : réalisée par tamisages successifs sur colonne normalisée AFNOR (fractions granulométriques de 2 mm à 63 µm). Elle apporte des informations sur les caractéristiques du milieu et la répartition des organismes benthiques dans un biotope.
- Carbone organique total (COT), carbonates et teneur en eau : l'analyse de ces paramètres constitue un paramètre de suivi d'enrichissement du milieu benthique (origine naturelle ou humaine).

¹⁰ Aminot A., Kérouel L. (2004). Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Ed. Ifremer, 336 p.

Ces analyses sont réalisées annuellement, au moment des observations sur la faune endogée du sédiment.

ϕ Physico-chimie : polluants spécifiques

Les polluants spécifiques (substances prioritaires et dangereuses + autres substances) ont fait l'objet d'une première campagne de mesure sur 21 stations (MEC +MET) en octobre 2006 (cf. tableau suivant).

Station	Sédiment	Eau
Atterrissage rouge	x	x
Baie du Galion	x	
Baie du Marin (S)	x	
Baie du Trésor (R)	x	x
Banc Gamelle (S)	x	x
Cap Salomon (R)	x	x
Caye d'Obian	x	
Caye Pariadis (S)	x	x
Caye ronde - François	x	
Cohé du Lamentin (S)	x	
Étang des Salines (S)	x	
Fond Boucher (S)	x	x
Gros ilet	x	
Ilet à Rats (S)	x	x
Jardin tropical (R)	x	x
Lorrain (S)	x	
Loup Ministre (S)	x	x
Mangrove de Genipa	x	x
Mangrove Trou Manuel (S)	x	x
Pointe Borgnesse (S)	x	
Pointe Fort	x	

L'échantillonnage a été effectué par la DIREN Martinique, Impact Mer et la DDE Martinique. Les 32 échantillons, 21 de sédiment et 11 d'eau, ont été analysés par le laboratoire de Rouan. Cette campagne, réalisée dans un but exploratoire, a été effectuée préalablement à la mise en place du réseau de surveillance.

En tout, dans le compartiment eau et sédiment, 98 substances ont été dosées sur les 32 échantillons prélevés. Ces composés appartiennent à différentes familles de composés :

- Pesticides organochlorés et organophosphorés (fongicides, herbicides, insecticides, nématicides...)
- Solvants chlorés
- Biocides
- Hydrocarbures aromatiques
- Métaux
- Dérivés benzéniques
- Composés organohalogénés...

NB : en fonction de leurs propriétés hydrophiles/hydrophobes, certains composés n'ont pas été analysés dans les deux compartiments : 95 composés ont été testés dans l'eau et 56 dans le sédiment.



b) Eaux côtières**ϕ Phytoplancton****Paramètre et fréquence**

Biomasse : concentration en chlorophylle a ; tous les 3 mois depuis 2007, dosage effectué par le Laboratoire Départemental d'Analyse (LDA) de Martinique

Méthode ou principes d'échantillonnage (réalisé par Impact Mer)

Les prélèvements d'eau brute sont effectués en sub-surface (0-1m) grâce à une bouteille Niskin. Ils sont effectués en matinée ou milieu de journée, à condition qu'il n'y ait pas eu de vent fort (>10 m/s) la journée précédant le prélèvement. Le volume nécessaire (2 fois 1 litre) est stocké dans des flacons en verre. Les mesures phytoplanctoniques en subsurface sont accompagnées de mesures de paramètres explicatifs sur toute la colonne d'eau.

Méthode ou principes de traitement et d'analyse des échantillons

Une filtration grossière (tamisage à 300 µm) est effectuée afin d'éliminer le zooplancton et les débris végétaux. L'analyse des échantillons doit avoir lieu au plus tard dans les 8h suivant le prélèvement. Pour conserver les échantillons non filtrés pendant ce laps de temps, il convient d'ajouter de la poudre de MgCO₃ ou quelques ml de suspension de carbonate et de les placer au frais et à l'abri de la lumière.

Pour l'analyse de la chlorophylle a, après filtration à 2 µm, les filtres peuvent être conservés à l'abri de la lumière à -20°C pendant au moins trois semaines en attendant d'être analysés par spectrométrie d'absorption moléculaire (NF T 90-117 Décembre 1999). Les filtres sont conservés avec ou sans solvant d'extraction (acétone à 90 %) avant d'être analysés par la méthode spectrophotométrique dite de Lorenzen, par la méthode fluorimétrique de Neveux (Aminot et Kerouel, 2004) ou par la méthode HPLC (décrite par Jeffrey *et al.*,1997). Les résultats sont exprimés en microgramme par litre d'eau brute.

Le traitement des données doit tenir compte de la pluviométrie des semaines précédant le prélèvement) et des mesures de paramètres explicatifs réalisées sur toute la colonne d'eau au même moment (température, salinité, oxygène dissous).

Ces méthodes sont conformes aux prescriptions du document IFREMER « DCE : Recommandations techniques pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE ».

ϕ Flore aquatique autre que phytoplancton : herbiers de phanérogames et macro-algues**Paramètres et fréquence**

Composition taxonomique, diversité, abondance relative des espèces ; 1 campagne/an depuis 2007 (PARETO ECOCONSULT).

Méthode ou principes d'échantillonnage**- Secteur**

Le relevé s'effectue dans une zone d'herbier homogène (*Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* ou mixte).

- Protocole

10 quadrats de 25cm x 25cm par transect de 10m sont réalisés / 3,75m² au total.

- Surface d'échantillonnage

Elle correspond à la totalité de l'herbier. L'échantillonnage doit éviter la périphérie de l'herbier où les conditions écologiques sont différentes. L'état de santé des herbiers est estimé visuellement (note de 1 à 5), grâce à des plongées en scaphandre autonome.

Méthode ou principes de traitement et d'analyse des échantillons

- Quadrat : densité de l'herbier

Le nombre de plants (*T. testudinum* et *S. filiforme*) est comptabilisé dans chaque quadrat.

- Longueur des plus grandes feuilles

La longueur de 100 feuilles les plus longues de pieds pris au hasard (mais non « broutés ») et appartenant à des pieds différents (1 feuille par pied) est mesurée depuis leur base jusqu'à leur extrémité. Ces mesures sont faites dans les quadrats, à raison de 10 pieds par quadrat, et complétées par des mesures supplémentaires si nécessaire.

φ Faune benthique invertébrée : communautés coralliennes

Paramètres et fréquence

Composition taxonomique, abondance, densité ; 1 campagne /an (PARETO ECOCONSULT).

Méthode ou principes d'échantillonnage

- Secteur

Le relevé s'effectue dans une zone récifale homogène

- Protocole

6 transects de 10m sont réalisés (ou éventuellement 3 de 20m)

Positionnement aléatoire à l'intérieur d'une zone homogène

Même isobathe : environ 10 m de profondeur

- Surface d'échantillonnage

Dans le cas d'un site non pentu, les transects sont positionnés dans un disque de rayon de 50m, autour d'un point GPS identifiant le site.

Dans le cas d'un site pentu, les transects sont positionnés dans une bande de 100 m de long et quelques mètres de large parallèle aux isobathes, dans laquelle la différence maximale de profondeur entre les transects ne dépasse pas 2 m (entre 10 et 12 m, ou selon la configuration du site). L'état de santé des communautés coralliennes est également estimé visuellement, grâce à des plongées en scaphandre autonome et à des suivis rapides effectués depuis la surface.

Méthode ou principes de traitement et d'analyse des échantillons

- Evaluation de la structure du peuplement benthique (abondance/composition)

Un plongeur n°1 déroule un transect et l'attache en 2 points fixes, tendu au dessus du fond et au plus proche du substrat (moins de 50 cm). Il réalise un passage unique sur le transect et réalise un relevé de type « point intercept », avec un pas d'espace de 20cm. Pour cela, il identifie la nature du substrat présent sous le transect, tous les 20 cm. Chaque point est décrit en utilisant les **codes** (colonne 2) et **notes** (colonne 3) du tableau de la page suivante, permettant d'identifier sans ambiguïté les différents types de substrat (colonne 1). Les codes utilisés sont ceux de la base COREMO 3 – *niveau intermédiaire*¹¹ (*Reef Check*), recommandés par l'IFRECOR.

¹¹ http://www.coremo3.com/FR/PAGE_Intermediaire.htm

NB : Lorsque le substrat est composé de macroalgues (calcaires ou non), de turf ou de cyanophycées, la nature du substrat sur lequel ceux-ci se développent est relevée.

En option, les organismes sont identifiés au niveau du genre ou de l'espèce ou encore de la famille (« massif » ou « branchu »), ceci pour les catégories corail, macroalgues et éventuellement éponges (en cas de doute sur l'espèce, n'est indiqué que le genre et en cas de doute sur le genre, cette précision est limitée à l'indicateur).

L'effort d'échantillonnage est porté à 300 points au total, soit 50 points par transect de 10 m ou 100 par transect de 20 m.

Les paramètres complémentaires suivants sont relevés :

- Date et heure de plongée
- Nom des observateurs
- Point GPS de la zone considérée comme homogène
- Conditions climatiques du jour
- Température de l'eau

Saisie DCE – Description du benthos récifal			Pour mémoire	
Descripteur	Code descripteur	Note	Nom COREMO 3	Code DCE v0
Corail vivant	HC/SC		Hard Coral/Soft Coral	CV
Corail blanchi	HC	CB	Hard Coral	CB
Eponge	SP		Sponge	EP
Autres invertébrés	OT	INV	Other	INV
Macroalgues non calcaires	NIA	MA + nature substrat	Nutrient Indicator Algae	MA
Algues calcaires	OT	AC + nature substrat	Other	AC
Turf algaux	OT	TU + nature substrat	Other	TU
Cyanophycées	OT	CY + nature substrat	Other	CY
Herbier	OT	HE	Other	HE
Corail mort récemment (<1 an)	RKC		Recent Killed Coral	CM
Roche non corallienne	RC		Rock	R
Débris coralliens	RB		Rubble	DC
Sable	SD		Sand	SA
Vase	SI		Silt / Clay	

- Evaluation complémentaire du blanchissement corallien

Sur la base de la description du benthos récifal, une classe (tableau page suivante) est attribuée à l'état de blanchissement de la colonie corallienne observée.

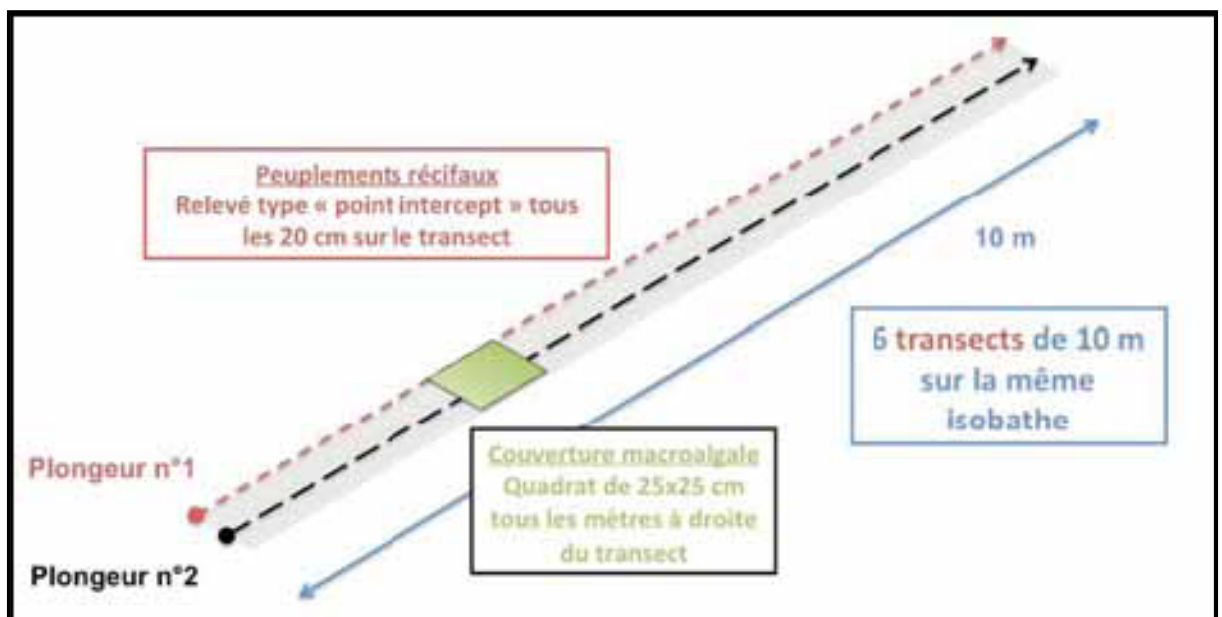
Classification du blanchissement	% de blanchissement de la colonie corallienne
0	0 %
1	1-10 %
2	11-50 %
3	51-90 %
4	91-100 %

- Evaluation complémentaire de la couverture en macroalgues

Un plongeur n°2 réalise 10 quadrats (20 si on utilise des transects de 20m) de 25x25cm le long du transect de 10m établi par le plongeur n°1, avec un pas d'espace régulier de 1 mètre (c'est à dire tous les mètres). Le quadrat est disposé contre le mètre linéaire (soit à droite soit à gauche mais toujours du même côté), un angle (toujours le même) du quadrat étant en face d'une graduation entière. Le recouvrement en macroalgues est évalué visuellement par quadrat selon les 5 classes du tableau ci-dessous.

Code	Type de présence	% recouvrement
0	Pas de macroalgues	0 %
1	Présence éparse	1-10 %
2	Présence nettement visible	11-50 %
3	Présence et couverture forte	51-90 %
4	Couverture totale	91-100 %

Effort d'échantillonnage : 1 quadrat de 25cm x 25cm par mètre linéaire de transect / 3,75m² au total



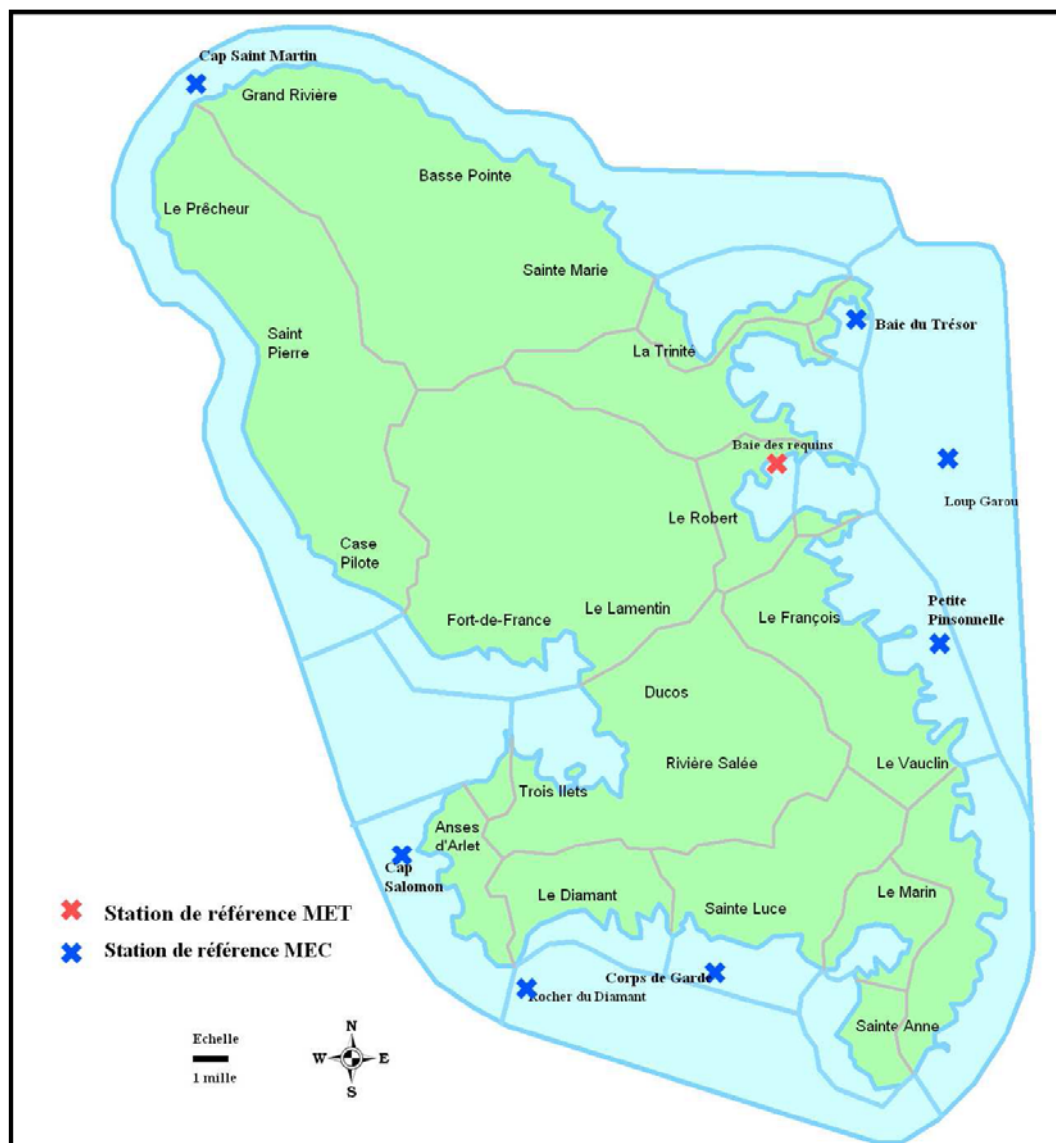
φ Physico-chimie : paramètres généraux

Les prélèvements sont réalisés simultanément et dans des conditions identiques à ceux destinés au suivi phytoplanctonique (tous les 3 mois). Pour ce qui concerne les aspects méthodologiques, la démarche est identique à ce qui est réalisé sur les eaux de transition (sauf granulométrie, COT, carbonates et teneur en eau non réalisés pour les masses d'eau côtières).

2.4. Evaluation de l'état des masses d'eau : modalités d'interprétation des résultats de la surveillance

2.4.1. Réseau de référence

Des sites de référence potentiels ont été identifiés pour les différents types de masses d'eau (Impact Mer 2006 et réunions ultérieures) sur lesquelles plusieurs indicateurs de l'état écologique sont suivis depuis 2007.



Le suivi « référence » reflète l'état écologique des sites qui subissent le moins de pressions dans un type de masse d'eau donné. Cependant, au regard des résultats obtenus, **ces sites de référence ne semblent pas être dans une situation d'absence ou de faible perturbation comme le requiert la DCE.**

En effet, en considérant des grilles de qualité classiquement utilisées dans la région Caraïbe (indice d'état de santé du benthos de Bouchon *et al.* 2004 et seuils d'eutrophisation de Lapointe *et al.* 1992), le milieu marin martiniquais, et en particulier les sites référence, présentent des signes de dégradation certaine.

Il est nécessaire de confirmer ces résultats dans l'avenir. Si les résultats futurs confirment qu'aucune station ne peut être considérée comme pas ou peu perturbée à l'heure actuelle, la DCE préconise de faire appel à des données historiques, à des modélisations ou à des dires d'experts pour définir les conditions de référence.

Aucune donnée historique et aucune modélisation n'étant disponibles en Martinique, il faudra envisager de réaliser ce travail essentiellement sur des dires d'experts.

Une autre option envisagée est l'utilisation des conditions de référence établies pour les masses d'eau côtières de la Guadeloupe, ou sur d'autres sites de type comparables et exempts d'impacts.

2.4.2. Analyse par élément de qualité actuellement suivi

a) Eaux de transition

ϕ Invertébrés (faune endogée du sédiment)

Les différentes espèces observées (relevés abondance et diversité) sont classées en fonction de leur groupe trophique (de I à V).

Groupe	Type d'espèces	Caractéristiques	Groupes trophiques
I	Sensibles à l'enrichissement organique	Présentes en conditions non polluées (état initial)	Carnivores sélectifs, quelques polychètes dépositores tubicoles
II	Indifférentes à l'enrichissement organique	Espèces toujours présentes en faible densité sans variations temporelles significatives (état initial à un faible déséquilibre du système)	Suspensivores, carnivores peu sélectifs et nécrophages
III	Tolérantes à l'enrichissement organique	Naturellement présentes dans les conditions normales mais leurs populations sont stimulées par un enrichissement organique (faible déséquilibre du système)	Dépositores tubicoles de surface comme les Spionidae tubicoles
IV	Opportunistes de second ordre	(déséquilibre faible à prononcé du système)	Principalement des polychètes de petites tailles : dépositores de subsurface, comme les Cirratulidae
V	Opportunistes de premier ordre	Prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface (déséquilibre prononcé du système)	Dépositores

L'indice AMBI (Azti Marine Biotic Index) est calculé sur la base de la répartition des espèces observées dans les eaux de transition de Martinique dans les 5 groupes trophiques présentés dans le tableau ci-dessus. Il se calcule à partir du pourcentage d'espèces observées appartenant aux groupes trophiques, de la manière suivante :

$$\frac{((0 \times \%GI)+(1,5 \times \%GII)+(3 \times \%GIII)+(4,5 \times \%GIV)+(6 \times \%GV))}{100}$$

Remarque : %GI = pourcentage des espèces observées appartenant au groupe trophique I

Le tableau suivant présente la proposition de valeurs seuils établie dans le cadre de l'étude de Bigot et Amouroux (2008) :

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	$5,5 < \text{AMBI} \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4,3 < \text{AMBI} \leq 5,5$	Gravement pollué
Moyen	$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$	Modérément pollué
Bon	$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	Légèrement pollué
Très bon	$0 < \text{AMBI} \leq 1,2$	Normal

Perspectives et études en cours (extrait du CCTP référence et surveillance 2009)

L'indice AMBI développé pour l'évaluation des masses d'eau de transition en métropole (Borja *et al.*, 2004), fait l'objet d'une tentative d'adaptation au contexte des MET de la Martinique.

Dans cette optique, les données obtenues sont traitées statistiquement pour définir la structure des communautés benthiques et leur évolution spatio-temporelle : ce traitement est réalisé par analyse multivariée en Composante Principale (ACP). L'intégration de variables biologiques (macrofaune) et abiotiques (sédiments) permet d'identifier les affinités pouvant exister entre la répartition de certaines catégories d'animaux (analyses précédentes) et certains types de sédiments (informations sur l'enrichissement sédimentaire de certains secteurs).

Le cas échéant, la liste faunistique actuellement en cours d'élaboration dans le cadre de l'état de référence et du programme de surveillance sera complétée, ainsi que la base de données photographiques correspondantes.

Le suivi devra permettre d'affiner les données déjà acquises lors de l'étude de Bigot et Amouroux (2008). En 2009, l'analyse de ces paramètres a été confiée à Lionel Bigot, expert du Laboratoire d'Ecologie Marine de l'Université de la Réunion spécialisé dans l'identification des populations endogées sédimentaires, et notamment tropicales. Ce laboratoire intervient déjà dans la définition de l'état de référence. Il est appuyé par l'Observatoire de Banyuls (Jean Michel Amouroux) qui travaille sur la Guyane, également dans le cadre de la DCE.

D'autres laboratoires travaillant sur la Caraïbe, et notamment de l'unité de recherche Dynecar (Dynamique des écosystèmes Caraïbes, EA 926) de l'UAG de Guadeloupe, ou des partenaires tel que J.M. Amouroux (observatoire océanologique de Banyuls) impliqué sur le programme DCE en Guyane, pourront utilement être sollicités.

φ Physico-chimie : paramètres généraux¹²

Les valeurs-seuils (provisaires) fixées par paramètre de physico-chimie générale sont les suivantes¹³ :

¹² le suivi des silicates a été abandonné à partir de 2009 car les concentrations étaient trop souvent inférieures au seuil de détection

¹³ ces valeurs seuils provisoires sont communes avec la Guadeloupe

Paramètre	ME de transition		Baies		ME côtières	
	Seuil TB/B	Seuil B/M	Seuil TB/B	Seuil B/M	Seuil TB/B	Seuil B/M
Température (°C) *		30		30		30
Salinité **		10 en hivernage 20 en carême		25 en hivernage 27 en carême		25 en hivernage 27 en carême
Oxygène dissous (mg/L) **		2		2		2
Saturation en oxygène (%) **		75		75		85
Turbidité (FNU) *		10		5		1
DIN (µmol/L) *	1	5	1	5	1	5
Orthophosphate (µmol/L) *	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5

* Valeur maximale

** Valeur minimale

Remarque : DIN = ammonium + nitrite + nitrate

Perspectives et études en cours (extrait du CCTP référence et surveillance 2009)

Ces grilles seront affinées et adaptées par type de masse d'eau (délai d'exécution fixé au 31/12/2009 et restitution 31/03/2010). Les valeurs seront calculées en percentile (10 ou 90), ou en moyenne, par défaut. Le mode de calcul (métrique) retenu devra être précisé.

b) Eaux côtières

ϕ Phytoplancton

L'état de santé de l'écosystème vis-à-vis de l'élément de qualité phytoplancton est actuellement évalué à partir de la grille suivante, élaborée à partir de données bibliographiques (Joanny, 2001 et IFREMER, 2002) :

1 = très bon état	< 0,1 µg/L
2 = bon état	0.1µg/L < x < 1µg/L
3 = état moyen	1 µg/L < x < 5 µg/L
4 = état médiocre	5 µg/L < x < 10 µg/L
5 = mauvais état	> 10 µg/L

Perspectives et études en cours (extrait du CCTP référence et surveillance 2009)

Cette grille devra être testée dans le cadre de l'étude 2009 sur les sites de référence et adaptée en fonction des 7 différents types de masses d'eau côtières de la Martinique, sur la base des données acquises depuis 2007. Le mode de calcul (moyenne, percentile 90...) le plus approprié sera précisé à l'horizon mars 2010.

**φ Flore aquatique autre que phytoplancton :
herbiers de phanérogames et macro-algues**

Indice n°1 « état de santé écologique de l'herbier » : indice visuel initial (proposition du comité de pilotage DCE en 2007)

L'état de santé de l'herbier est déterminé à partir des 5 classes du tableau suivant :

1 = très bon état	Herbier de <i>Thalassia testudinum</i> pur
2 = bon état	Herbier mixte à <i>Thalassia testudinum</i> et <i>Syringodium filiforme</i> ou herbier à <i>Syringodium filiforme</i> pur, avec présence ou non de macroalgues typiques de l'herbier (en faible abondance)
3 = état moyen	Signe d'eutrophisation ou de sédimentation
4 = état médiocre	Herbier avec macroalgues (typiques abondantes et/ou autres macroalgues) ou envasé. Eutrophisation ou hypersédimentation marquée.
5 = mauvais état	Herbier envahi par les macroalgues ou très envasé

Indice n°2 : « abondance de l'herbier » :

Sur la base des observations de terrain relative à la densité et l'abondance de la canopée, une classification de l'herbier a été proposée par le comité de pilotage DCE en 2007 :

Classification de l'abondance	Caractéristiques d'abondance des herbiers
1 = très bon état	Herbier dense et haut
2 = bon état	Herbier dense et court
3 = état moyen	Herbier peu dense et haut
4 = mauvais état	Herbier peu dense et court
5 = très mauvais état	Herbier clairsemé et très court

Perspectives et études en cours (extrait du CCTP référence et surveillance 2009)

Les indices proposés en 2007 par le comité de pilotage DCE Martinique ne répondent pas pleinement aux attendus de la DCE car sujets à une certaine interprétation de la part du plongeur.

Aussi, dans le cadre du suivi du réseau de référence, le prestataire doit proposer à l'horizon mars 2010 un ou des indices quantitatifs basés sur les éléments observés, et préciser la méthode d'agrégation le cas échéant. Les valeurs-seuils de passage d'un état à un autre devront être adaptées en fonction du type de masse d'eau si la série de données est suffisamment longue pour permettre une valorisation aussi fine. Les indices 1 et 2 devront donc désormais faire intervenir des éléments quantitatifs. Un autre indice est, de plus, suggéré pour refléter l'état de l'herbier : **l'indice de répartition de composition de l'herbier**. Celui-ci fait intervenir un pourcentage relatif de présence des 3 éléments suivants : *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* et *macroalgues*, ce qui est conforme à l'esprit de l'annexe V 1.2.4 de la DCE.



φ Faune benthique invertébrée :
communautés coralliennes

Indice n°1 « état de santé écologique des communautés coralliennes » : indice visuel initial (proposition du comité de pilotage DCE en 2007)

L'état de santé de la communauté corallienne est dans un premier temps déterminé à partir des 5 classes –qualitatives- du tableau suivant :

1 = très bon état	Coraux non nécrosés avec gazon algal. Pas de macroalgues
2 = bon état	Coraux présentant peu de nécroses, avec quelques macroalgues et/ou une légère hypersédimentation
3 = état moyen	Coraux avec nécroses et un peuplement algal dominé par des macroalgues et/ou sédimentation forte
4 = état médiocre	La majorité des coraux sont morts, les fonds sont envahis par les macroalgues ou entièrement sédimentés
5 = mauvais état	Coraux morts ou envahis de macroalgues ou totalement envasés, aucune espèce sensible

Indice n°2 « état de santé écologique des communautés coralliennes » : indice « blanchissement corallien »

Sur la base des classes de blanchissement observées en 2.3.4. b), l'indice « blanchissement corallien » est calculé, en faisant la moyenne des classes de couverture sur tous les transects de la station. Les valeurs-seuils (provisaires) fixées pour cet indice sont :

1 = très bon état	0 à 0,49
2 = bon état	0,5 à 1,49
3 = état moyen	1,5 à 2,49
4 = état médiocre	2,5 à 3,49
5 = mauvais état	> à 3,5

Remarque : pour cet indice, le prestataire de la surveillance doit si possible identifier la cause de dégradation, entre un impact lié aux activités anthropiques et un phénomène global (réchauffement climatique impactant les récifs coralliens).

Indice n°3 « état de santé écologique des communautés coralliennes » : indice « macroalgues »

Sur la base des classes de blanchissement observées en 2.3.4. b), l'indice « blanchissement corallien » est calculé, en faisant la moyenne des classes de couverture sur tous les transects de la station. Les valeurs-seuils (provisaires) fixées pour cet indice sont :

1 = très bon état	0 à 0,49
2 = bon état	0,5 à 1,49
3 = état moyen	1,5 à 2,49
4 = état médiocre	2,5 à 3,49
5 = mauvais état	> à 3,5



Perspectives et études en cours (extrait de DIREN, CCTP référence et surveillance, 2009)

Les indices « blanchissement » et « macroalgues » sont des indices quantitatifs, à la différence de l'indice n°1 qui est un indice qualitatif issu du suivi « historique » IFRECOR, basé sur l'observation et logiquement sujet à une certaine interprétation du plongeur. Ils ont été intégrés *a posteriori* afin d'améliorer la « pertinence DCE » du suivi de l'élément de qualité « communautés coralliennes ». Ils font en effet intervenir des notions d'abondance relative conformes à l'esprit de l'annexe V point 1.2.4 de la DCE.

Sur la base des données acquises depuis 2007, et dans le cadre du suivi du réseau de référence, le prestataire en charge des suivis DCE en 2009 (Groupement de compétences Impact Mer /PARETO ECOCONSULT) doit proposer d'ici mars 2010 un ou des indices quantitatifs basés sur les éléments observés, et préciser les méthodes d'agrégation si nécessaire. Les valeurs-seuils de passage d'un état à l'autre devront être adaptées en fonction du type de masse d'eau si la série de données est suffisamment longue pour permettre une valorisation aussi fine. Les indices 1, 2 et 3 ont été proposés par le comité de pilotage mais d'autres indices pourront être explorés.

Une des grandes difficultés réside dans la quantification, pour cet élément de qualité, de la part de dégradation de l'écosystème corallien due aux activités anthropiques (pressions) et de celle due au réchauffement climatique lui-aussi responsable de nécrose corallienne.

ϕ Physico-chimie : paramètres généraux

Cf. « eaux de transition »

2.5. Programmation 2010 et discussion

2.5.1. Eléments de qualité biologiques

a) Phytoplancton

Les premiers résultats de la surveillance ont mis en évidence un déficit de connaissance sur la saisonnalité et la taxonomie des blooms phytoplanctoniques qui semblent être très localisés et furtifs (aucun bloom détecté malgré une surveillance trimestrielle depuis 2007). La nécessité d'acquérir des données sur l'existence de blooms en milieu tropical est donc apparue, afin d'évaluer la pertinence des indices de composition et d'abondance utilisés en métropole (et d'élaborer in fine un indicateur phytoplancton).

Une étude sera financée par l'ONEMA à partir de 2010 sur 1 année ½ de fonctionnement (cf. fiche étude en annexe), et qui consistera en un suivi plus fréquent (fréquence au moins bi-hebdomadaire sur une année entière) sur quelques sites bien choisis (sujets à eutrophisation). L'identification d'une éventuelle période de l'année plus sensible aux blooms phytoplanctoniques permettra de mieux cibler la période d'échantillonnage des suivis futurs. Les éventuelles espèces indicatrices d'un phénomène d'eutrophisation seront inventoriées. En l'absence de blooms, ces indices devront être abandonnés.

De plus, la grille d'évaluation existante pour la biomasse devra être déclinée par type de masse d'eau côtière.

b) Communautés coralliennes et herbiers

La pertinence DCE de ces indicateurs doit être améliorée par la construction d'indices quantitatifs (macroalgues, % blanchissement, % recouvrement algal, indice diversité spécifique,

abondance relative des espèces bio-indicatrices...). Des grilles devront être établies par type, afin d'intégrer les spécificités locales (ex : sédimentation plus importante dans les baies).

Les indices et protocoles devront être harmonisés avec la Guadeloupe et plus généralement avec les autres DOM.

c) Faune endogée du sédiment (d'après Bigot et Amouroux, 2008)

L'indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index) adapté pour la Martinique donne des résultats prometteurs, mais il doit être intégré dans une approche multimétrique (diversité, richesse spécifique, etc...).

Il existe un réel besoin d'acquisition d'un jeu de données plus conséquent (taxons, espace et temps) pour pouvoir consolider la pertinence et représentativité de l'indice AMBI en terme d'état écologique de la MET.

L'utilisation de l'indice AMBI (classification des espèces) et l'établissement de conditions de référence DCE (pour les autres paramètres de l'endofaune) devra faire l'objet de confirmation ultérieure dans une étude intégrant :

- un nombre de points dans un site donné plus important (au moins 3) afin de confirmer statistiquement les données ;
- les variabilités saisonnières éventuelles ;
- enfin, une approche plus globale étendue aux autres îles de l'arc Caraïbéen pourrait apporter des éléments de comparaison pertinents dans le cadre de la mise en oeuvre de la DCE aux Antilles.

d) Epibiontes de palétuviers

Pour pallier les carences en indicateurs biologiques reflétant l'état des masses de transitions identifiées en Martinique (mangroves), une étude sera financée à partir de 2010 sur 2 années par l'Onema, afin d'explorer l'opportunité d'utiliser les épibiontes du palétuvier comme bio-indicateur (cf. fiche étude en annexe).

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- L'amélioration des connaissances sur les communautés constituant l'épibionte des racines de palétuviers, en particulier des spongiaires des mangroves de Martinique : description taxinomique des espèces dominantes, en vue d'une connaissance de la biodiversité de ces milieux.
- La définition d'indices pertinents pour le suivi de l'épibionte, sur la base des propositions d'une synthèse bibliographique réalisée par IMPACTMER en janvier 2009, quant aux indices pertinents par élément suivi (Richesse spécifique, Abondance, Distribution, Pourcentage de recouvrement...)
- La définition des classes de qualités et les profils écologiques des espèces de spongiaires dominantes, afin d'établir un bio-indicateur adapté aux masses d'eau de transition martiniquaises. Ce bio-indicateur devra permettre d'établir des diagnostics et des suivis fiables de la qualité biologique de ces milieux.
- La réalisation d'un Atlas de l'épibionte des racines de palétuvier, avec une première étape centrée sur les spongiaires des mangroves martiniquaises utilisable par tous les experts et gestionnaires compétents pour l'identification des espèces rencontrées dans les mangroves de Martinique et pour une mise en application facilitée de l'indice proposé. Cet outil est central pour la mise en oeuvre d'un suivi pérenne. Il contiendra les

clefs de détermination et la classification des différents taxons, leur répartition, leurs exigences écologiques, la liste des taxons ainsi identifiés.

2.5.2. Surveillance chimique

Un cadrage de la surveillance chimique est programmé dans la fiche n°21 de la convention IFREMER/ONEMA conclue pour l'année 2009 (cf Annexe). Ce cadrage prévoit, pour la première année (2009/2010) d'élaborer une liste de substances à suivre pour chaque DOM :

- Etat chimique : par DOM, liste des substances qui ne sont pas pertinentes.
- Etat écologique : par DOM, identification des substances spécifiques à prendre en compte (ex : chlordécone dans les Antilles) ; liste des substances de l'état écologique à retenir (examen de la liste nationale)
- Substances directive fille (substances de l'annexe III, susceptibles d'intégrer la liste des substances prioritaires, à suivre dans les matrices intégratrices) : liste des substances pertinentes dans les DOM.
- Proposition de matrices adéquates par substances.

Puis pour la seconde année de travaux :

- Propositions pour la surveillance (choix raisonné des matrices, des sites, organisation pratique)
- NQE : Propositions de normes de qualité pour les substances spécifiques aux DOM et pertinence des NQE des substances communes avec la métropole Cette action s'inscrit en complément de l'action menée par l'Ineris (fiche n°20 de la convention ONEMA-INNERIS 2009).

2.5.3. Hydromorphologie

La caractérisation hydromorphologique des masses d'eau n'a pas encore été réalisée, elle sera tributaire des conclusions de l'étude menée en métropole par le BRGM pour la définition d'indicateurs pertinents permettant de caractériser les éléments de qualité liés à l'hydromorphologie.

A noter qu'en Martinique, le projet Litto3D est bien avancé et la convention quasi-prête (fonds Feder et MEEEDDM principalement). L'objectif est d'atteindre la bathymétrie de 30m.

2.5.4. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010

Pour les masses d'eau côtières, l'état chimique n'a pas été estimé (pas de liste de substances pertinentes). L'état écologique a été établi sur la base des éléments de qualité biologiques « phytoplancton », « herbiers », « communautés coralliennes » et à partir de seuils provisoires révisés¹⁴ pour la physico-chimie générale.

Pour les masses d'eau de transition, l'état chimique n'a pas été estimé (pas de liste de substances pertinentes). L'état écologique a été établi sur la base de l'élément de qualité biologiques « endofaune du substrat meuble » et à partir de seuils provisoires révisés⁶ pour la physico-chimie générale.

¹⁴ les anciens seuils DIN et PO4, établis à partir de la bibliographie, se sont révélés trop déclassants pour les masses d'eau

3. Situation en Guadeloupe

3.1. Spécificité du milieu littoral Guadeloupéen

Parmi les spécificités géomorphologiques, en partie communes avec la Martinique, on retiendra (CREOCEAN, 2005 et PARETO *et al.*, 2009) que :

- La Guadeloupe est une île pour partie volcanique (Basse Terre) à relief marqué (la Soufrière, 1467 m) et pour partie d'origine corallienne (Grande Terre), dont les sols sont facilement érodables. Les îles annexes, de faible altitude, résultent de l'activité sismique intraplaques (subduction).
- L'île est soumise à un climat tropical humide, à une incidence marquée de l'océan et d'événements météorologiques violents (cyclones), favorisant une érosion marquée des sols et l'arrivée de volumes importants de matériaux terrigènes sur la frange littorale.
- L'île présente un plateau insulaire peu étendu, essentiellement vers l'Est et le Sud-Est.
- La Guadeloupe et ses îles annexes, est bordée par des récifs frangeants sur les côtes au vent et des formations non bio-construites sur les côtes abritées. Au large du Grand Cul de Sac Marin (GCSM), s'étend la seule barrière récifale, sur une longueur de 29 km. Les herbiers de phanérogames sont très étendus (9726 ha), notamment dans le GCSM. Les mangroves représentent 3000 ha, majoritairement développées dans le GCSM.

De nombreuses sources de perturbation de la qualité écologique du milieu sont identifiées :

- Une densité de population hétérogène en fonction des îles, fortement concentrée sur la côte et notamment entre les communes de Lamentin/Pointe à Pitre/Baie Mahault/Les Abymes d'une part et de Basse Terre d'autre part. La forte densité sur les zones littorales constitue une pression élevée sur l'environnement marin (moyenne de 238 hab/km²). Sur les autres îles, la densité varie de 80 hab/km² sur Marie Galante, à 547 hab/km² à Saint-Martin.
- L'industrie polluante est relativement peu développée mais concentrée sur le littoral, ce qui augmente encore la pression exercée sur l'environnement côtier. Elle est composée de deux sucreries et d'une dizaine de distilleries réparties sur l'île (rejets essentiellement organiques), de deux centrales thermiques (rejets de DCO, de MES et d'hydrocarbures) et de carrières implantées dans les cours d'eau (rejets de matières fines).
- Les rejets d'assainissement sont également concentrés sur les communes de Lamentin/Pointe à Pitre/Baie Mahault/Les Abymes d'une part et de Basse Terre d'autre part.
- Il existe de nombreuses décharges sur le trait de côte, à l'origine de lixiviats pollués qui constituent des sources de pollution importantes pour les eaux côtières.
- La pêche est de type artisanal (petite pêche côtière). En raison de la surexploitation des zones côtières, elle se déploie vers le large grâce aux DCP (dispositifs de concentration de poissons).

Les recherches ou travaux scientifiques menées sur le milieu marin à ce jour sont relativement peu abondants (notamment sur l'impact des activités humaines) et hétérogènes d'un point de vue spatial.

3.2. Typologie des masses d'eau

La délimitation des masses d'eau a été réalisée dans le cadre de l'état des lieux du district Guadeloupe mené par SCE-CREOCEAN en 2005. Parmi les principaux facteurs pris en compte, on peut rappeler les deux types de critères suivants :

1. La capacité de renouvellement des eaux (par mélange et transport) :

- Le marnage,
- Le mélange sur la verticale (influence sur l'écologie),
- Les courants à une échelle de temps supérieure à la marée,
- Les vents (les alizés de secteur Est soufflent presque toute l'année et induisent des courants pérennes fortement impliqués dans le renouvellement des eaux côtières)

2. Les critères géomorphologiques :

- La nature des fonds marins,
- La nature du trait de côte,
- La bathymétrie.

A partir des critères de délimitation retenus, 11¹⁵ Masses d'Eau Côtières (MEC) ont été identifiées sur le littoral Guadeloupéen.

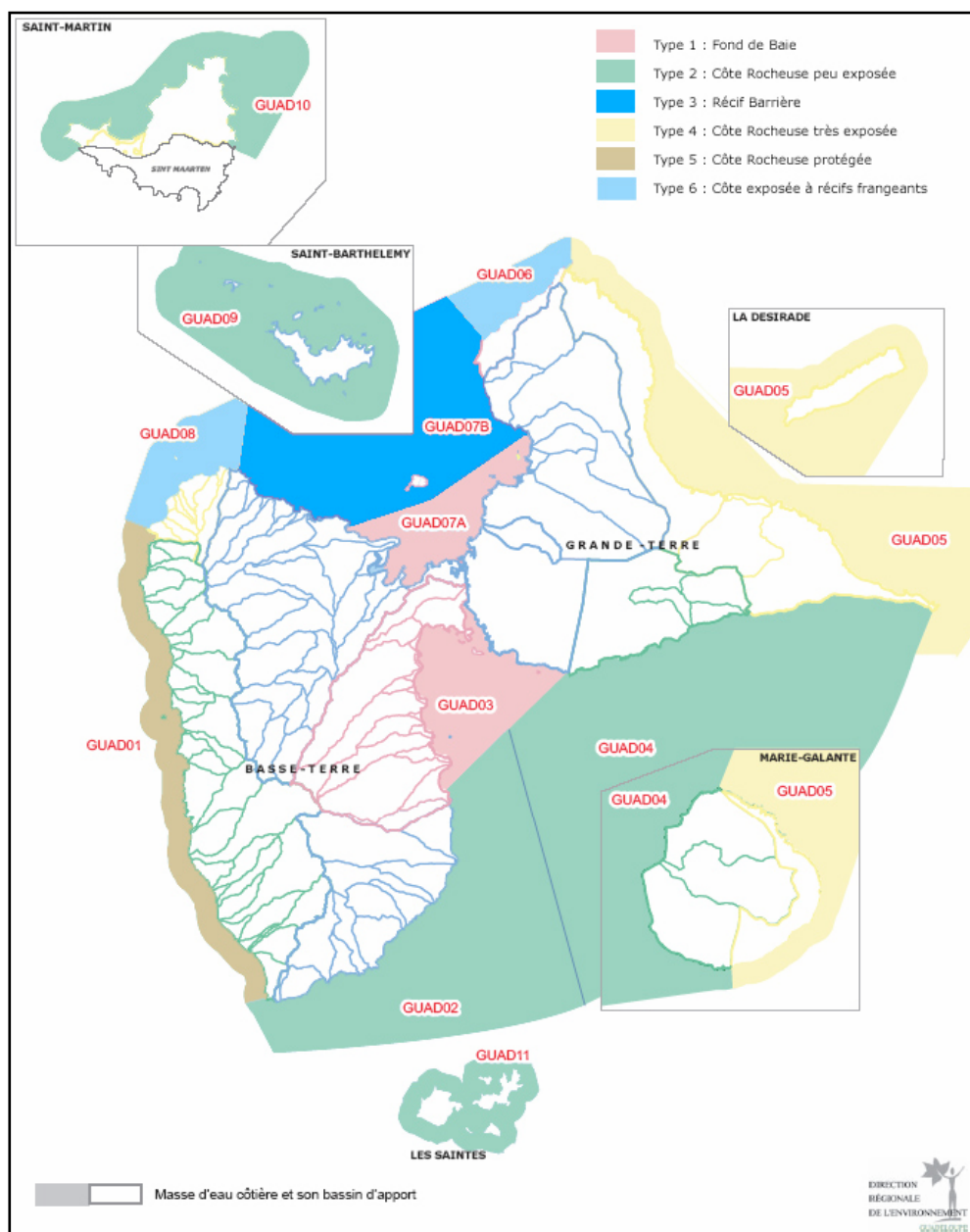
Aucune autre catégorie de masse d'eau n'a été identifiée (transition, fortement modifiées, artificielles). Cette typologie est en cohérence avec celle établie pour les masses d'eau côtières de la Martinique.

Ces 12 masses d'eau côtières sont réparties en 6 types :

- **C27** : fond de baie et sortie de baie (commun avec la Martinique)
- **C28** : côte rocheuse peu exposée
- **C29** : récif barrière (commun avec la Martinique)
- **C30** : côte rocheuse très exposée (commun avec la Martinique)
- **C31** : côte rocheuse protégée (commun avec la Martinique)
- **C32** : côte exposée à récifs frangeants (commun avec la Martinique)

L'état des lieux indique que 7 masses d'eau sont en Risque de Non Atteinte du Bon Etat (3 en situation de doute et 4 en forte probabilité).

¹⁵ Saint-Barthélemy, contrairement à ce qui est figuré sur la carte de la page suivante, ne fait plus partie du SDAGE de la Guadeloupe



3.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE¹⁶

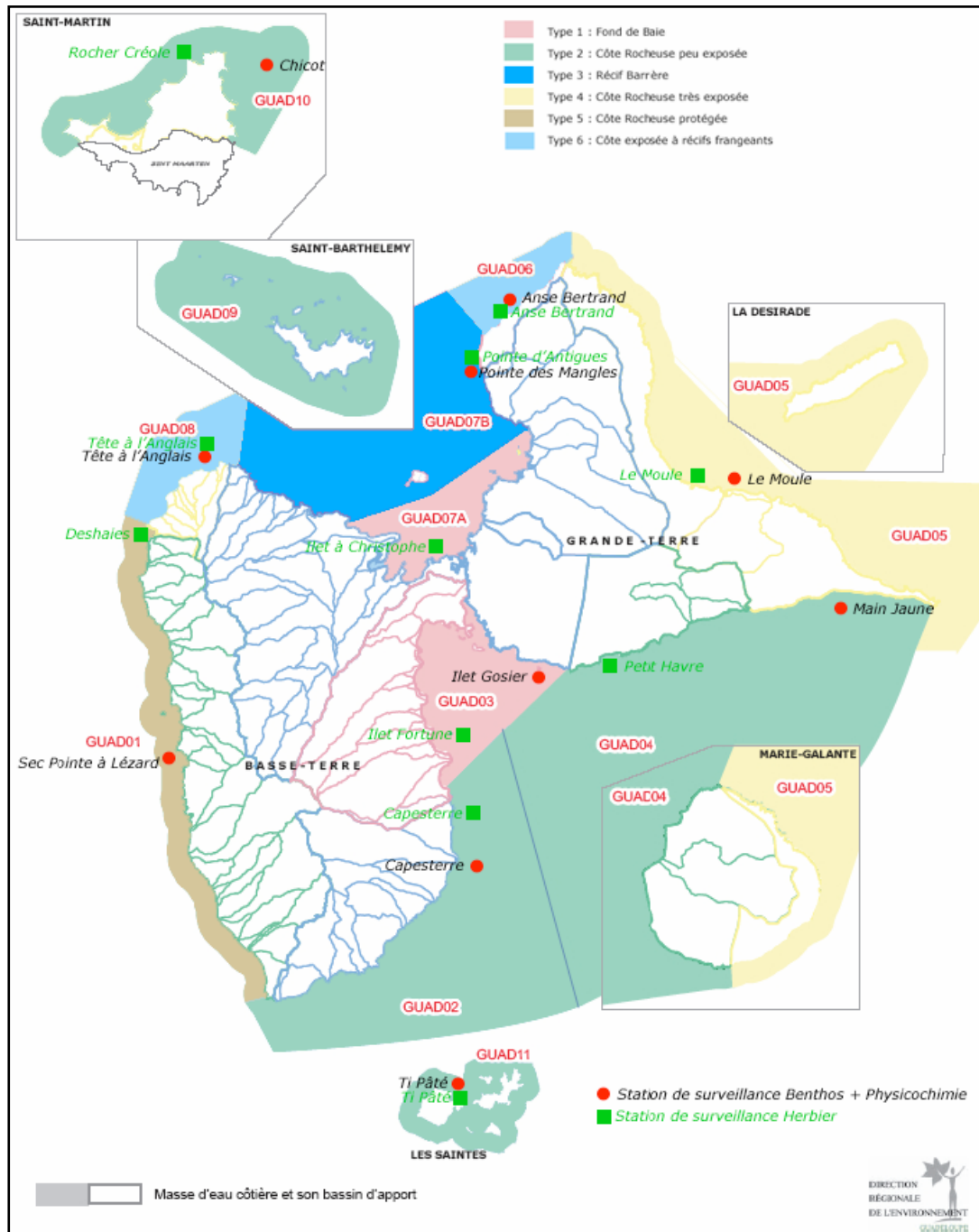
La circulaire 2007/20 ne comprend pas l'annexe relative à la localisation et fréquence de suivi du Réseau de Contrôle de Surveillance relatif à la Guadeloupe, celui-ci ayant été arrêté fin 2007. Il a toutefois été calé sur celui de la Martinique et apparaît désormais dans le projet d'arrêté « établissant le programme de surveillance de l'état des eaux. ».

¹⁶ d'après PARETO *et al.* (2007)

3.3.1. Sites du réseau de surveillance DCE

Le réseau de surveillance comporte un site par masse d'eau. Chaque masse d'eau côtière (MEC) comporte une station de surveillance « faune benthique » et une station « herbier » (sauf GUAD7a, où il n'y a pas de récif corallien). Le choix final des stations les plus représentatives de chaque masse d'eau sera réalisé à l'issue des phases de terrain (première campagne de plongée en juin 2009), qui permettront de déterminer les caractéristiques principales de ces stations (PARETO *et al.*, 2009).

La CQEL a la maîtrise d'ouvrage déléguée de la surveillance.



3.3.2. Eléments de qualité biologiques retenus comme « pertinents »

Les éléments de qualité biologique retenus pour les masses d'eau côtières de la Guadeloupe sont identiques à ceux retenus pour les MEC de la Martinique. Ce choix a été réalisé en février 2007 par le comité de pilotage de la DCE en Martinique (DIREN Martinique et les services en charge de l'application de la DCE en Guadeloupe : DDE et DIREN).

EQ		Types côtier
Phytoplancton QE 1-1		Pertinent
Flore aquatique (autre que phytoplancton) QE 1-2	Macro-Algues QE 1-2-1	Intégré aux éléments communauté corallienne et herbiers
	Angiospermes QE 1-2-2	Pertinent : herbiers de phanérogames
Faune invertébrée benthique QE 1-3		Pertinent : communautés coralliennes

3.3.3. Paramètres et méthodologies de suivi

D'une manière générale, les méthodologies de suivi utilisées en Guadeloupe sont **identiques à celle retenues pour le contrôle de surveillance DCE à la Martinique**, avec quelques adaptations décrites ci-après. Ce choix a été réalisé en février 2007 par le CP de la DCE en Martinique, dans le cadre d'une concertation entre la DIREN Martinique et les services en charge de l'application de la DCE en Guadeloupe (DDE, DIREN).

φ Faune benthique invertébrée : communautés coralliennes

En ce qui concerne le suivi du benthos récifal (communautés coralliennes), un relevé relatif au recrutement corallien est effectué en Guadeloupe : 1 quadrat de 50 cm * 1m par linéaire de transect / 30 m² au total. **Le nombre de coraux juvéniles (taille inférieure à 2 cm) est comptabilisé** sur une largeur de 50 cm à gauche du transect (grâce à un tube de PVC). Ces informations permettent d'évaluer la capacité de renouvellement des peuplements coralliens.

De plus, en parallèle au relevé relatif au blanchissement corallien, un second plongeur réalise 10 quadrats (20 si on utilise des transects de 20m) de 25x25cm le long du transect de 10m établi par le plongeur n°1, avec un pas d'espace régulier de 1 mètre (c'est-à-dire tous les mètres). Le quadrat est disposé contre le mètre linéaire (à droite), un angle (toujours le même) du quadrat étant en face d'une graduation entière. **Le nombre d'oursins diadèmes est comptabilisé visuellement par quadrat**. L'effort d'échantillonnage correspondant est de 1 quadrat de 1m x 1m par mètre linéaire de transect / 60m² au total. Ces relevés relatifs au blanchissement corallien et aux oursins diadèmes n'étaient pas initialement prévus par le cahier des charges de la surveillance DCE mais ils sont toutefois effectués dans un souci de cohérence avec les paramètres pris en compte dans le cadre de la DCE en Martinique et du suivi du réseau réserves en Guadeloupe.

Ce suivi est réalisé une fois par an, entre le mois de février et le mois de juin (saison sèche) et deux fois par plan de gestion (6 ans).

φ Flore aquatique autre que phytoplancton : herbiers de phanérogames et macro-algues

Pour le suivi des herbiers de *Thalassia testudinum*, à la différence de ce qui est réalisé en Martinique, ce sont 30 quadrats de 10 cm * 20 cm par transect de 10m (soit 6000 cm² au total) qui sont réalisés.

L'effort d'échantillonnage est donc plus conséquent en terme de nombre de quadrats et par suite de surface totale échantillonnée.

Il est réalisé une fois par an, entre le mois de février et le mois de juin (saison sèche) et deux fois par plan de gestion (6 ans).

φ Conditions hydromorphologiques

Une caractérisation hydromorphologique est réalisée in situ, pendant les suivis biologiques (benthos et herbier).

Les paramètres relevés sont les suivants :

- Variation de profondeur sur la station,
- Type, quantité et structure du substrat sur la station,
- Signe de sédimentation importante ou récente,
- Direction des courants dominants et exposition aux vagues (Shom puis validation de terrain),
- Estimation du renouvellement des eaux.

Ce suivi est réalisé une fois par an, une fois par plan de gestion (6 ans).

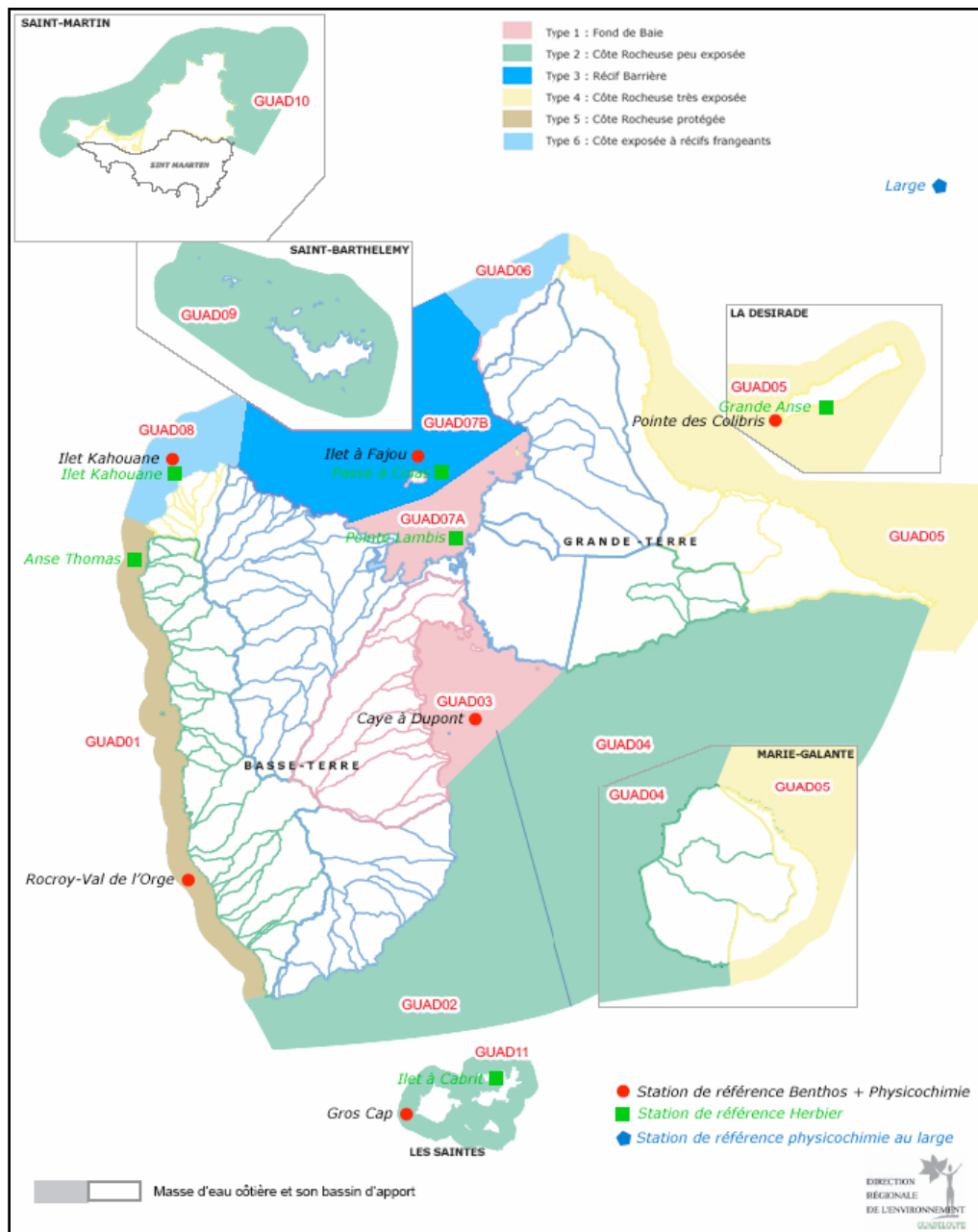
3.4. Evaluation de l'état des masses d'eau : modalités d'interprétation des résultats de la surveillance

3.4.1. Réseau de référence

Ce réseau est constitué de 12 stations de référence (6 Benthos + 6 Herbiers) pour définir l'état de référence de chaque type de MEC de la Guadeloupe, soit une station benthos et une station herbier de référence par type de MEC. Des modifications du réseau pourront être proposées d'ici la fin 2009, à la lumière des résultats obtenus.

Ce réseau comporte également 1 station de référence au large côté Atlantique, pour analyser le bruit de fond physicochimique de l'eau océanique des Petites Antilles. La courantologie générale de la Caraïbe étant caractérisée par un courant d'est en ouest, ce site correspondrait à une masse d'eau vierge de toute pollution directe. Les résultats des analyses physicochimiques obtenus à cet endroit permettent de déterminer une eau dite « de référence ». En fonction des résultats obtenus pour les masses d'eau côtières, il sera possible de déduire les mesures de la qualité d'eau « normale ».

La première campagne de plongée a eu lieu en décembre 2007 pour ce qui concerne le phytoplancton et la physicochimie et en juin 2008 pour les benthos récifal et les herbiers.



3.4.2. Programmation 2010 et discussion

Aucune étude concernant la bioindication ne sera financée en 2010 par l'ONEMA en Guadeloupe. L'étude concernant les blooms phytoplanctoniques en Martinique sera cependant exploitable pour les masses d'eau côtières de la Guadeloupe.

L'adaptation de la surveillance chimique (liste de substances pertinentes) sera proposée fin 2009 dans le cadre de la convention IFREMER-ONEMA 2009.

Pour les éléments de qualité permettant de définir l'état écologique des masses d'eau, les valeurs de référence et seuils doivent être validés en début d'année 2010 sur la base de données collectées entre fin 2007 et fin 2009, dans le cadre d'une étude en cours sous maîtrise d'ouvrage de la DDE Guadeloupe, réalisée par le groupement PARETO (également responsable de l'étude équivalente en Martinique). D'une manière générale, les grilles **provisoires** existantes

actuellement sont identiques à celles de la Martinique. Dans le cadre de l'ajustement de ces grilles (début 2010) se posera la question de l'harmonisation des seuils avec la Martinique. Cette harmonisation sera toutefois dépendante des **performances analytiques des laboratoires sollicités** pour l'analyse chimique (la fiabilité des résultats conditionnera la pertinence des seuils arrêtés). La réflexion quant à la transformation en indices quantitatifs des indices qualitatifs élaborés dans le cadre du suivi des herbiers et des communautés coralliennes doit également être menée conjointement avec les travaux réalisés en Martinique.

3.4.3. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010

L'état des masses d'eau pour le plan de gestion qui sera rapporté en mars 2010 a été apprécié à partir de ce qui a été fait pour l'état des lieux du district de la Guadeloupe (SCE-CREOCEAN, 2005). Celui-ci avait à l'époque pris en compte l'état de santé des biocénoses marines, en particulier des formations coralliennes et des herbiers de phanérogames, utilisant les travaux de classification qualitative de Bouchon *et al.* (2002).



4. Situation en Guyane

4.1. Spécificité du milieu littoral Guyanais

Parmi les spécificités géomorphologiques et climatologiques de la Guyane, on notera (CREOCEAN *et al.*, 2006 et Guiral, com. perso.) que :

- Le relief de la Guyane est hérité de l'altération des roches d'un vaste ensemble de plus de 1,5 millions de km², le Bouclier ou Craton guyanais, mis en place il y a plus de deux milliards d'années. Depuis, des événements de type « mouvements tectoniques » liés à l'ouverture de l'Atlantique sud (Crétacé supérieur) ainsi qu'une très longue érosion et des mouvements eustatiques récents ont contribué à façonner le relief de cette région.
- L'altitude moyenne de la Guyane est comprise entre 100 et 200 m et les secteurs dont les altitudes sont supérieures à 500 m sont considérés comme des « montagnes » dominant le relief collinaire.
- Le climat de la Guyane est de type intertropical humide, les précipitations annuelles y sont en moyenne comprises entre 2 000 mm et 4 000 mm, très importantes dans le secteur de Kaw-Roura-Cacao, et moins importantes en direction du Sud ainsi qu'à l'extrême Nord-Ouest du district.
- Le district de la Guyane présente la particularité de ne pas être un bassin versant hydrographique car ses limites Est et Ouest sont respectivement les fleuves Oyapock et Maroni, qui assurent également le rôle de frontière avec le Brésil et le Surinam. Les eaux s'écoulant dans ces grands fleuves sont donc, pour partie, issues du ruissellement sur des bassins versants situés hors des limites de l'Union Européenne.
- Le linéaire de côte représente 378 km entre les estuaires du Maroni et de l'Oyapock.
- Les mangroves couvrent 80% de ce linéaire.
- Le littoral guyanais est marqué par une morphologie, un hydrodynamisme et une dynamique sédimentaire très prononcés dus, notamment, à la rétroflexion du courant Nord-Brésil, et à l'importance des apports sédimentaires hérités de l'estuaire de l'Amazone alors que les fleuves spécifiquement guyanais n'exportent que très peu de sédiments mais des quantités importantes de matière organique dissoute. Cette dynamique hydrosédimentaire entraîne d'importantes fluctuations du trait de côte. par ses principaux fleuves : Maroni, Oyapock, Mana, Approuague, Sinnamary, Mahury et Comté.
- La turbidité des eaux littorales est très élevée.
- Les fleuves guyanais sont caractérisés par une période de hautes eaux en fin de saison des pluies (mai-juin), avec un étiage marqué en fin de saison sèche (octobre-novembre). Cette évolution annuelle est toutefois marquée par une légère baisse des débits durant la période climatique du petit été de mars.
- Le niveau de connaissance scientifique de la biodiversité marine et estuarienne et du fonctionnement des écosystèmes est faible : il n'existe pas de référentiel de leur qualité biologique
- Les sources de perturbation de la qualité écologique du milieu littoral sont principalement :
 - La population guyanaise (à 90%) et les activités économiques sont essentiellement localisées sur la frange littorale du district de la Guyane.

- Le taux de raccordement à des réseaux de collectes et de traitement des eaux usées est très faible, générant des rejets directs dans les milieux aquatiques.
- L'agriculture représente une pression potentiellement polluante des cours d'eau car les produits phytosanitaires ou encore des fertilisants qui sont répandus peuvent être, lors de fortes pluies, entraînés par lessivage vers les masses d'eau de transition.
- Le dragage participe à la remise en suspension de particules fines augmentant la turbidité et réduisant ainsi la photosynthèse. Le dragage favorise également la remise en suspension de polluants chimiques et métalliques adsorbés aux sédiments (par exemple le mercure utilisé dans l'activité aurifère alluvionnaire et d'origine géochimique).
- Les ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) constituent une pression méconnue (nature des substances impliquées et quantités rejetées).
- La pêche engendre quant à elle une pression sur les populations marines. Tout d'abord sur les fonds, consécutivement aux chalutages pour l'exploitation de la crevette, mais également sur la qualité des masses d'eau littorales du fait des rejets des prises accessoires. Ces divers impacts sont encore à quantifier et nécessitent une amélioration de la connaissance sur les pratiques et leurs enjeux, qui souffre de l'existence d'une fédération de l'ensemble des acteurs de la filière halieutique.

4.2. Typologie des masses d'eau

L'état des lieux de 2006 a défini une **unique masse d'eau côtière** qui correspond au domaine maritime au large de la ligne de côte. Celle-ci est soumise aux grands courants côtiers en général orientés du Sud-Est vers le Nord-Ouest, et qui entraînent parallèlement à la côte les eaux et sédiments amazoniens.

Cette masse d'eau est caractérisée par un renouvellement rapide, des conditions de mélange moyennes, une forte exposition à la houle et des fonds essentiellement constitués de sables et de vases (type national C15).

La ligne de base en Guyane comprenant de nombreuses îles et îlets, cette masse d'eau côtière s'étend en certains endroits à plus de 10 miles nautiques des côtes.

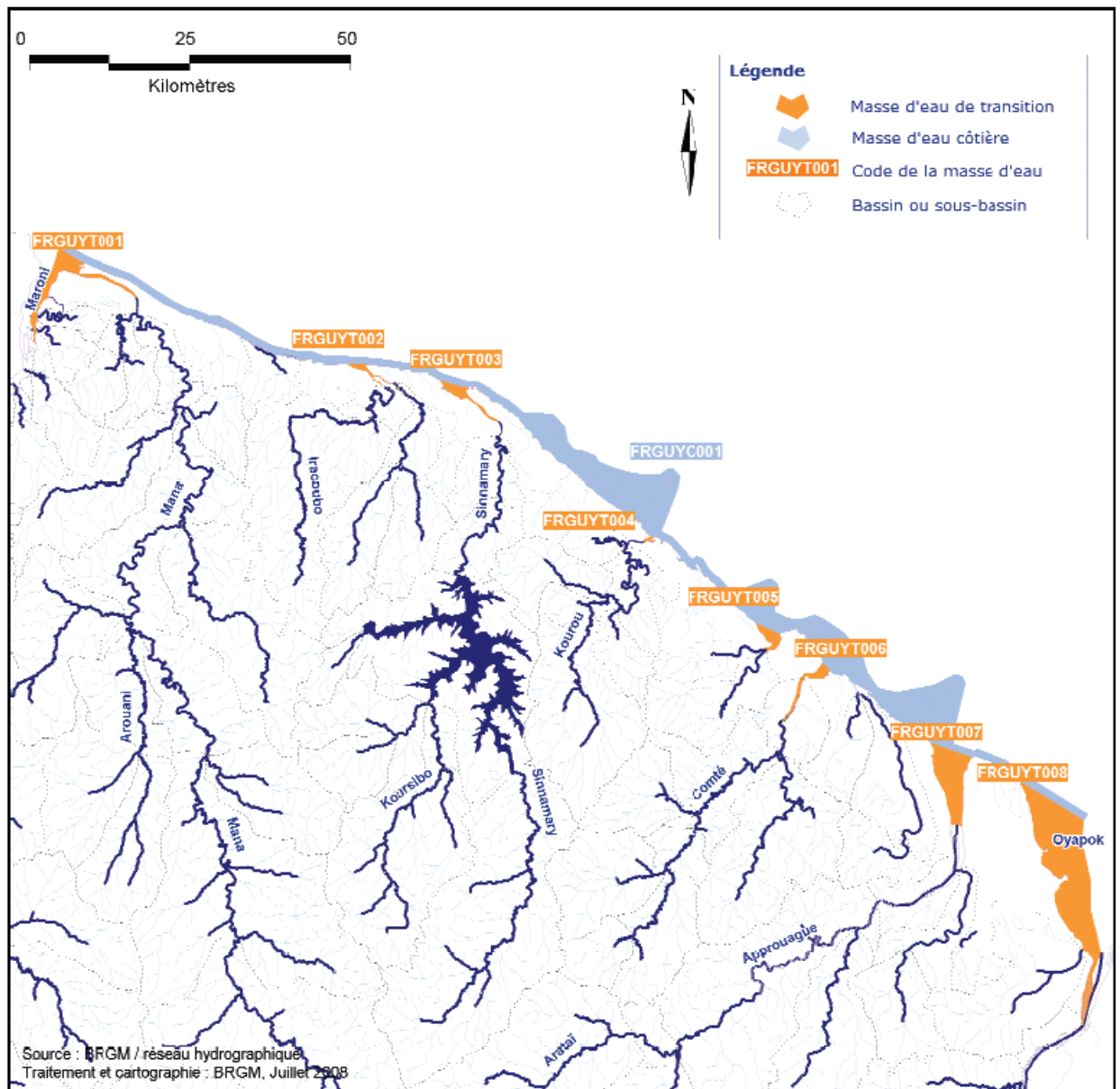
L'état des lieux de 2006 a également définit **8 masses d'eau de transition** correspondant aux estuaires des fleuves guyanais, qui sont soumis plus ou moins aux courants de marée : Maroni-Mana ; Iracoubo, Sinnamary, Kourou, Rivière de Cayenne, Mahury, Approuague et Oyapock. Ce premier découpage, provisoire, est en cours de révision pour préciser les limites amont des masses d'eau de transition. En effet, une approche écosystémique des différents peuplements de mangrove en fonction de leur caractère halo-tolérant est développée en se basant sur une expertise de terrain. Les limites aval ont été définies perpendiculairement aux fleuves, de cap à cap et en limite amont des estuaires.

Les caractéristiques hydromorphologiques et les paramètres physico-chimiques des MET sont très variables du fait de la variabilité des apports d'eau continentale (variations intra-annuelles) et des courants bi-directionnels (flots et jusants) dûs aux cycles de marées. Les temps de résidence d'éventuels polluants y sont probablement très variables selon le régime hydrologique des fleuves et l'extension de leur bassin versant.

Les 8 MET de la Guyane ont **récemment** été regroupées en 3 types en fonction de combinaisons des critères hydrodynamiques, géologiques et physico-chimiques.

- **T14** : estuaires à très forts débits, ne subissant pas l'influence amazonienne
 - Maroni-Mana, Oyapock
- **T15** : estuaires à faibles débits, protégés du transit des apports amazoniens par un éperon rocheux
 - Mahury
 - Kourou
 - Cayenne
- **T16**, comprenant 3 sous-types : estuaires à faibles débits, soumis à l'influence des apports amazoniens (estuaires orientés à l'ouest)
 - Iracoubo : Type 3 A (à l'Ouest) = estuaire sous forte influence de la houle océanique, en contexte de surrection (formation de terrasses) et pour lequel les secteurs soumis aux marées hydrodynamiques ont une extension vers l'amont restreinte
 - Approuague : Type 3B (à l'Est) = estuaire sous moins forte influence de la houle océanique, en contexte de subduction et pour lequel les secteurs soumis aux marées hydrodynamiques ont une extension vers l'amont importante
 - Sinnamary : Type 3M = estuaire fortement impacté par un barrage hydroélectrique en amont dont les eaux profondes sont très anoxiques

NB : les limites actuelles des MET, basées en partie sur des fonds cartographiques, doivent être **réactualisées** (ex : MET Maroni-Mana correspond aujourd'hui à 2 estuaires distincts du fait de la dynamique hydrosédimentaire). Les limites géographiques seront mises en parallèle avec la BD Carthage qui sera disponible début 2010, et précisées à l'aide de la délimitation des *Avicennia* et des *Rhizophora* qui sera réalisée par l'IRD en 2010.



5 masses d'eau de transition sur 8 ont été estimées (à dire d'expert et sur la base de l'état des masses d'eau continentales) en RNABE vis-à-vis des objectifs fixés par la directive cadre européenne (reports d'objectifs en 2021 et 2027).

4.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE

La Guyane n'est pas concernée par la circulaire 2007/20.

4.3.1. Pertinence des éléments de qualité biologiques

Il n'existe pas encore de liste d'éléments de qualité pertinents, ni pour la MEC ni pour les MET. Aucun résultat n'a été acquis avant 2009, autres que ceux relatifs à la caractérisation physico-chimique et l'évaluation de la contamination par des bactéries d'origine fécale de la MEC, obtenus dans le cadre de la Cellule Qualité des Eaux Littorales (CQEL). En 2008 et 2009, seules des stations DCE « eaux continentales » qui avaient été placées trop en aval (en fonction des

limites des MET actuelles) ont permis de mettre en évidence une **non adaptation des protocoles poisson et diatomées pour les MET**.

Pour les MET notamment, un programme de recherche avec l'IRD (Daniel Guiral, Université d'Aix en Provence/Paul Cézanne) teste la pertinence d'un maximum d'éléments de qualité, en comparant des sites de «référence» et des sites perturbés (cf. 4.3.2).

4.3.2. Travaux DCE réalisés en 2009

Rétrospectivement, du point de vue de la surveillance chimique, une étude pilote utilisant des échantillonneurs passifs (Gonzalez, 2009) avait été réalisée en 2008 pour l'évaluation des niveaux de contamination chimiques des eaux littorales. Trois stations (2 MET et 1 MEC) ont été étudiées. Les résultats (DGT et SBSE) montrent une contamination chimique non négligeable du site d'étude de Kourou (notamment par Cu, Ni, Pb et naphthalène), ces premiers résultats analytiques demandant toutefois à être confirmés par d'autres campagnes.

En octobre et novembre 2009, 10 stations (5 en MET et 5 en MEC) ont été étudiées grâce à cette même technologie d'échantillonneurs passifs (DGT, SBSE et POCIS), pour analyser les métaux lourds, les contaminants organiques hydrophobes et hydrophiles. Les résultats obtenus permettront de valider et de compléter ceux obtenus précédemment. Cependant, des actes de vandalisme (vol des capteurs et/ou des bouées supportant les mouillages) ont très profondément perturbé ces expérimentations ; une situation de nature à remettre en cause l'adéquation de la mise en œuvre de ces méthodologies pour les eaux côtières guyanaises. Une étude similaire a été réalisée en 2009 sur Mayotte, et à la Réunion.

La campagne de 2009 a permis la formation de personnels de la DDE (Cellule Qualité des Eaux Littorales – CQEL), de la police de l'eau, de l'ONEMA, du Parc Amazonien Guyanais, de la DIREN et de bureaux d'études a été réalisée le 19 octobre 2009. La CQEL a de plus participé à l'ensemble des prélèvements en eaux côtières qui ont eu lieu en 2009.

En 2009, un programme de recherche coordonné par l'IRD (Guiral, 2009) a été mis en œuvre afin d'élaborer une stratégie pour évaluer l'état écologique des masses d'eau littorales, en définissant des sites de contrôle de surveillance et en développant différents protocoles de suivi. Deux campagnes de caractérisation physico-chimique et biologique des masses d'eau littorales ont ainsi été réalisées au cours de **deux périodes différentes** d'un point de vue climatologique (fin de saison des pluies et de crues des fleuves guyanais – fin de saison sèche), océanographique (période de non réflexion et de réflexion du courant nord Brésil) et d'orientation des houles (générées respectivement par des vents du nord-est et du sud-est dominants). Un objectif à plus long terme est de resituer ces campagnes d'observation, limitées dans le temps et dans l'espace, dans des échelles de temps et d'espace plus vastes à l'aide d'**images satellitales** (en particulier par exploitation de l'information « couleur de l'eau » grâce aux équations définies par Froidefond *et al.*, 2004) pour des images Spot. En effet, les charges en suspension liées au transport des vases amazoniennes et à la remise en suspension de dépôts anciens par les houles et les courants de marées ont une forte implication dans le fonctionnement biologique global des masses d'eau littorales, en contrôlant en particulier leur activité photosynthétique. Les sédiments en suspension limitent l'extension verticale de la couche photosynthétiquement active et constituent l'un des principaux paramètres de contrôle de la productivité des communautés phytoplanctoniques et donc à terme de la richesse biologique des eaux et des sédiments.

a) Masse d'eau côtière

4 stations, en 3 points de prélèvements, ont été échantillonnées en fin de saison des pluies (juin 2009) et en fin de saison sèche (octobre 2009) :

- Ilet la Mère (Large et Côte)
- Iles du Salut (Large et Côte)

Les paramètres et méthodes utilisées sont :

Paramètre	Méthode	Laboratoire/ Analyste
pH / Conductivité	InoLab WTW	M. Sarrazin - IRD
Chlorures	Méthode colorimétrique (thiocyanate mercurique) en flux continu ¹⁷	
MES (fractions organiques et minérales)	Filtration Whatman GF/F porosité 0.7 µm, diamètre 47 mm, séchage, pesage, combustion 450 °C	
Ammonium	Méthode colorimétrique de Koroleff (1969) modifiée par Grasshoff et Johannsen (1972)	
Silicates	Méthode colorimétrique (complexe silicomolybdique) en flux continu ²	
Fer	Dosage par spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme air/acétylène (Varian AA 1275)	
Phosphates	Méthode colorimétrique (Murphy et Riley, 1962) en flux continu ²	
Nitrates et Nitrites	Méthode colorimétrique de Bendschneider et Robinson (1952) en flux continu ¹⁶	
Carbone et Azote particulaires	Analyseur élémentaire CHNS NA 2100 ThermoQuest	
Biomasse chlorophyllienne	[chl a] et [phaeopigments] dosés après extraction au méthanol et dosage en fluorimétrie	
Etude taxinomique et qualitative des communautés phytoplanctoniques	Trait de filet à plancton de vide de maille 40µ) de 1 mn + fixation au formol boraté	I. Do Rosario Marinho Jaussaud - Université du Littoral (Wimereux)
Sédimentologie ¹⁸ (granulométrie et MOT) + Invertébrés benthiques	Benne	J.M. Amouroux - CNRS UMR 7621 BANYULS

b) Masses d'eau de transition

Quatre estuaires ont fait en 2009 l'objet de campagnes avec des prélèvements réalisés entre -1h et +1h par rapport aux étales de marée haute + marée basse (données du SHOM) aux mêmes périodes que pour les eaux côtières. Pour les sédiments, la stratégie d'échantillonnage a consisté à échantillonner des sites de référence a priori exempts de pollution et des sites manifestement touchés par des perturbations d'origine anthropique.

Les stations estuariennes échantillonnées sont :

Estuaire	Stations
Rivière de Cayenne	3 sites : Référence, Sortie Step Leblond, Sortie Canal Laussat
Mahury	2 sites : Référence, Zone portuaire de Dégrad des Cannes
Kourou	2 sites : Référence, Zone Portuaire et STEP
Mana	2 sites : référence, sortie des eaux d'irrigation des rizières

¹⁷ Technicon II

¹⁸ Campagne unique en fin de saison sèche

Les paramètres mesurés pour les eaux sont :

- **Physico-chimie**¹⁹ : pH, conductivité, Cl, salinité, NO₂ + NO₃, PO₄, NH₄, SiO₂, Fe, MES org et min (également dosées par néphélométrie et par classes de taille)
- **Phytoplancton** : biomasses chlorophylliennes totale et active (fluorimétrie) par classes de taille

Les paramètres mesurés sur les sédiments sont :

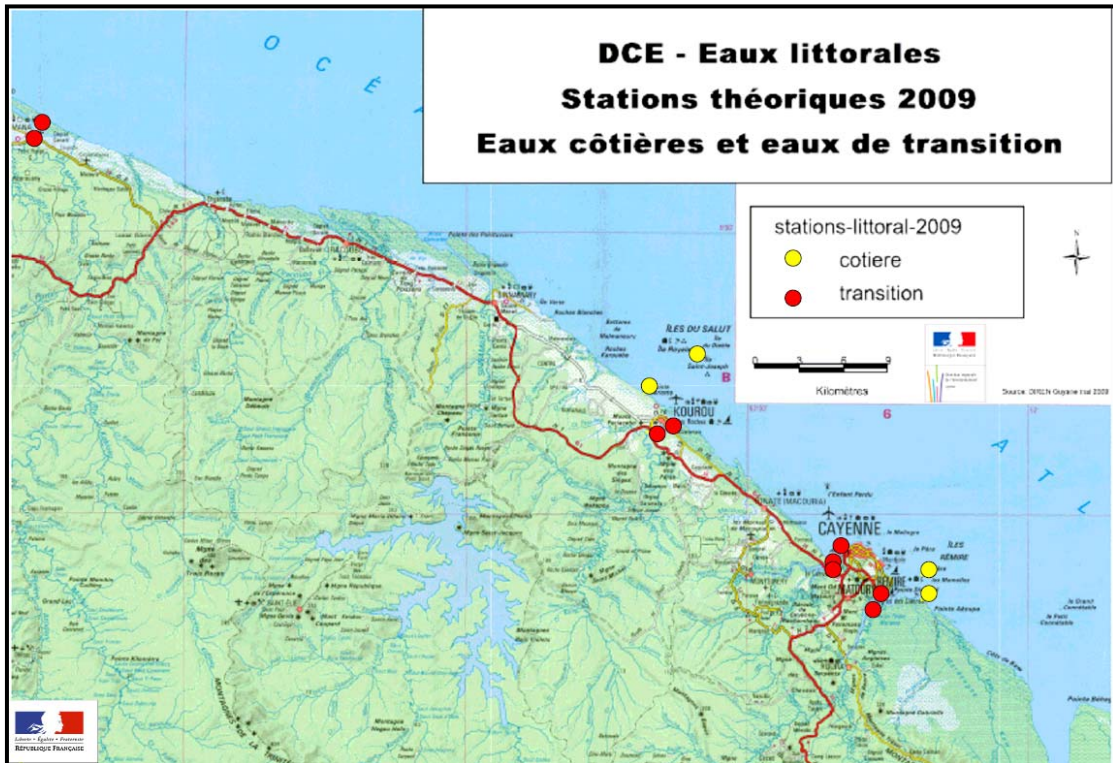
Paramètre		Laboratoire
Physico-chimie « générale » : teneur en eau, pH, conductivité, C, N, S		IRD Cayenne – M. Sarrazin
Sédimentologie respirométrie (Oxytop) Diversité fonctionnelle microbienne (Biolog) Activités enzymatiques		IMEP – Faculté des Sciences de Saint Jérôme, Marseille – CNRS UMR 6116
HAP		Laboratoire de Chimie Analytique de l'Environnement d'Aix en Provence – G. MILLE (CNRS UMR 6171)
Métaux lourds		Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement d'Aix en Provence – J.P. AMBROSI (CNRS)
Phytobenthos	Quantitatif (biomasse chlorophyllienne)	IRD Cayenne
	Qualitatif (richesse spécifique, indice de diversité, biomasse et composition des communautés)	Jacques PAGES – Président de l'association Mousses et Lichens du Languedoc
	Cinétique de colonisation sur substrats artificiels (lame de verre dépolie)	IRD Cayenne – M. Luglia
Peuplements de foraminifères		J.P. DEBENAY – Professeur des universités actuellement à la retraite

En 2009, des études prospectives ont été menées pour tester la possibilité de recourir à une espèce de bivalve (*Crassostrea rhizophorae*) en tant qu'espèce bio-indicatrice. Des poches de ce bivalve autochtone de la Rivière de Montsinéry ont été immergées en sub-surface (5 stations en MET) pendant une durée d'environ un mois.

Des mesures biométriques ont été effectuées sur ces échantillons : volume total, volume de la coquille et volume de chair avant et après stabulation, taux de mortalité dans les poches.

L'indice de Baird (1958) est calculé, représentant l'état d'occupation de la coquille par l'animal, et traduisant ainsi son état physiologique et ses potentialités de filtration.

¹⁹ mêmes méthodologies et analystes que pour les eaux côtières



4.3.3. Programmation DCE 2010

De la même manière que pour les DOM antillais, l'adaptation de la surveillance chimique (liste de substances pertinentes pour l'état chimique et l'état écologique) sera proposée début 2010. Ce travail est réalisé dans le cadre de la convention IFREMER-ONEMA 2009 (cf. 2.5.2 et fiche correspondante dans l'annexe 1).

Un nouveau programme de recherche avec l'IRD sera mis en place en 2010 (financé par le MEEDDM). L'objectif de ce programme est d'approfondir les résultats obtenus en 2009 et, à partir des protocoles sélectionnés après analyses de ces premiers résultats, d'en étendre le champ de mise œuvre à l'ensemble des masses d'eau.

La répartition des stations pour la surveillance sera ainsi élargie avec au minimum 1 station par MET et 4 stations pour la MEC couvrant l'ensemble de la masse d'eau des estuaires du Maroni à celui de l'Oyapock.

Ce programme prévoit de valider la méthodologie de délimitation des eaux de transition en réalisant des campagnes de terrain dans tous les estuaires guyanais et leurs affluents en conditions hydroclimatiques contrastées (2 campagnes par an en saison sèche et saison de pluies).

Un protocole d'échantillonnage des poissons pour les eaux de transition sera développé et permettra de réaliser des inventaires. Une action de recherche visant notamment une meilleure connaissance des peuplements ichtyologiques apportera une première contribution aux travaux concernant la définition d'un indicateur « poissons » pour les MET.

Enfin, une autre action de recherche programmée en 2010 est l'élaboration d'un protocole pour la caractérisation des communautés de diatomées périphytiques sur substrats artificiels pour les eaux de transition.

Les fiches descriptives de ces projets sont présentées en annexe 1.

4.3.4. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010

Les états des MET pour le rapportage de mars 2010 ont été définis en fonction des états des masses d'eau continentales situées en amont, qui ont eux-mêmes été définis à dire d'expert. Sur les 8 masses d'eau de transition, 6 sont considérées comme étant dans un «état moyen». Les facteurs déclassants recensés sont l'agriculture, les rejets d'eaux usées, l'orpillage, le dragage et les rejets industriels. Les MET Oyapock et Iracoubo ont été classées en « bon état ».

La masse d'eau côtière a été estimée en « bon état ». Les facteurs déclassants pour la MEC sont la pêche et le dragage.



5. Situation à la Réunion

5.1. Spécificités du milieu littoral Réunionnais²⁰

La Réunion est une île volcanique, montagneuse et tropicale. Elle constitue la partie émergée d'un strato-volcan de 7000 m de hauteur. Le milieu littoral réunionnais présente les particularités suivantes (BCEOM *et al*, 2005) :

- La configuration massive de l'île ne laisse aux côtes peu découpées qu'un développement de 207 km. Les plages ne s'étendent que sur 40 km, ouvertes sur l'océan, ou à l'abri de récifs coralliens qui s'étendent de manière discontinue sur 25 km le long du littoral occidental de l'île
- La Réunion est soumise à un climat tropical humide marqué notamment par un cycle annuel : la saison fraîche de mai à octobre et la saison chaude de novembre à avril
- Les précipitations sont à la Réunion le phénomène météorologique le plus remarquable : l'île, possède tous les records mondiaux de pluies pour les périodes comprises entre 12h et 15 jours. Il existe de plus une grande dissymétrie entre l'Ouest peu arrosé et l'Est très arrosé (jusqu'à plus de 10 mètres/an)
- La saison chaude est propice à la formation de nombreuses perturbations tropicales dont les manifestations les plus extrêmes sont les cyclones. Ces phénomènes s'accompagnent de précipitations extrêmement abondantes (jusqu'à plus de 6 m en quelques jours) et de vents extrêmement violents
- Le réseau hydrographique est extrêmement dense, et les rivières adoptent généralement un écoulement torrentiel du fait de la forte pente des terrains qu'elles traversent : l'eau est donc très rapidement évacuée vers l'océan. Les hautes eaux se situent du milieu de la saison chaude (de janvier à mars) et les basses eaux de la fin de la saison fraîche (de septembre à décembre).

Les principales sources de perturbation influençant la qualité du milieu littoral à la Réunion et identifiées lors de l'état des lieux de 2005 sont :

- La densité de population, essentiellement localisée sur la frange littorale de l'île très anthropisée et urbanisée (imperméabilisation des surfaces et ruissellement direct des polluants)
- Les rejets d'eaux usées domestiques à partir des STEP (apports de MES, MO, nutriments et bactéries)
- Les rejets d'origine agricole (apports de nutriments, phytosanitaires et MES)
- L'activité industrielle, notamment à Saint Denis, Saint Louis, Saint Pierre ou encore le site industriel et portuaire de la Possession
- Le tourisme et les divers loisirs sur les récifs coralliens (piétinement, érosion...)
- La pêche en secteurs récifaux (surexploitation) et non-récifaux

5.2. Typologie des masses d'eau

Une première délimitation des masses d'eau littorales a été réalisée au mois de juin 2004 par l'Ifremer, selon le système B décrit dans l'annexe II de la DCE.

²⁰ d'après BCEOM *et al* (2005)

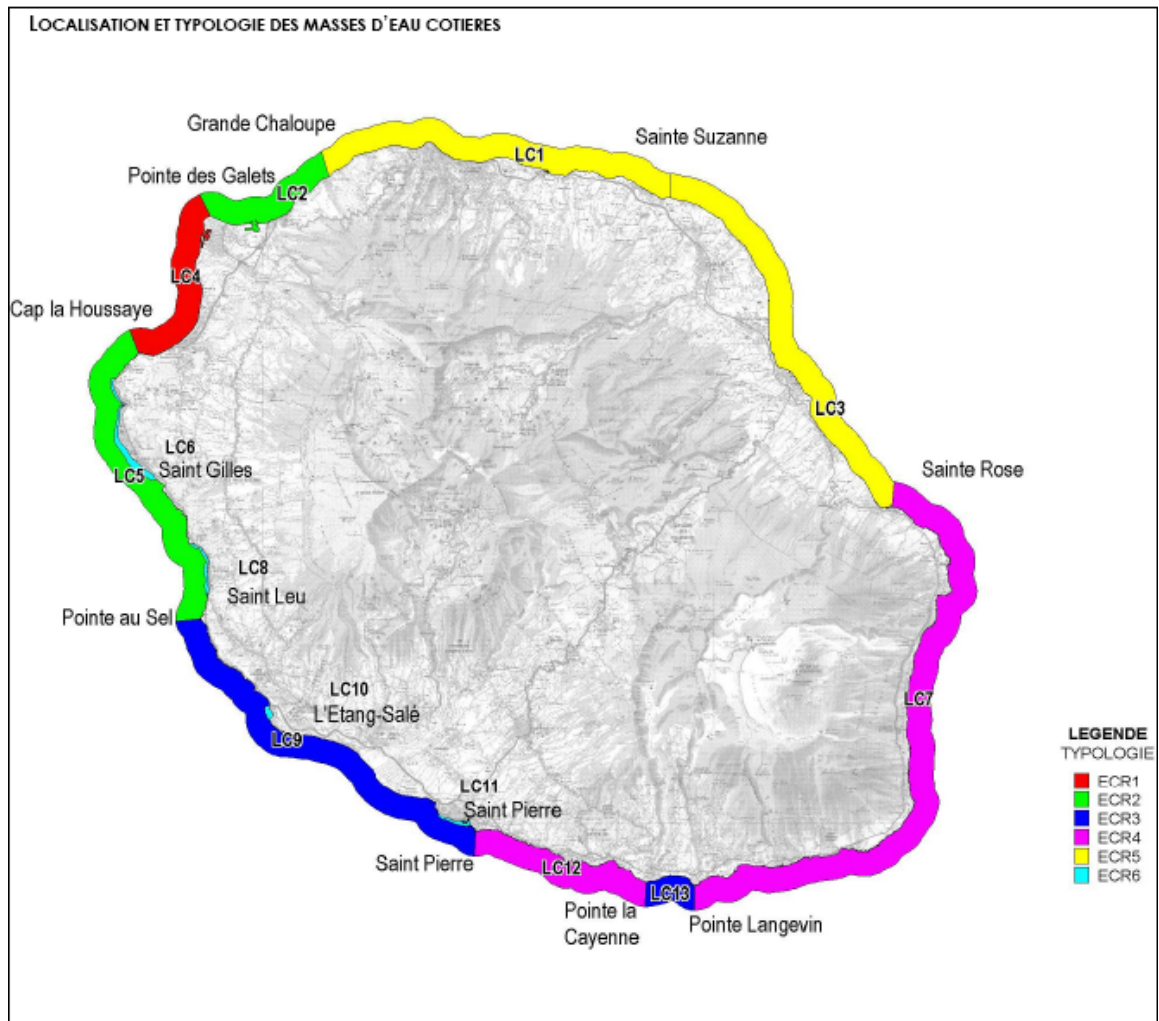
Pour cela, 4 paramètres ont ainsi été pris en compte, que l'on peut regrouper en deux types de critères :

1. La capacité de renouvellement des eaux, par mélange ou par transport, qui détermine la sensibilité de la zone aux apports (terrestres ou non, localisés ou diffus):
 - temps de résidence,
 - niveau de renouvellement,
 - intensité des houles.
2. Les critères géomorphologiques, notamment la nature des fonds, qui conditionnent pour une bonne part les peuplements benthiques

Ainsi, 13 masses d'eau côtières ont été identifiées sur le littoral réunionnais. 4 de ces masses d'eau sont de type récifal (cf. tableau suivant). Aucune masse d'eau de transition n'a été identifiée à ce jour à la Réunion. Chacune des masses d'eau retenue présente, sur une portion de littoral délimitée par des points naturels (cap, limite de bassin versant...), une situation homogène au regard des 4 paramètres précédemment évoqués.

Ces masses d'eau correspondent à 6 types différents :

Nom typologie proposé	Masse d'eau		Profondeur (m) à 1 mille des côtes	Exposition aux vagues	Temps de résidence	Caractéristiques de mixage	Composition moyenne du substrat
Côte sablo-vaseuse peu exposée du bassin Réunion (C36)	LC4	Pointe des galets - Cap la Houssaye	Grands fonds	Faible	Long	Faible	Sablo- vaseux
			> 200 m				
Côte basaltique moyennement exposée du bassin Réunion (C37)	LC5	Cap la Houssaye - Pointe au sel	Fonds moyens	Moyenne	Moyen	Moyen	Basaltiques
	LC2	Grande Chaloupe - Pointe des galets	< 200 m				
Côte mixte (basalte-sable) exposée du bassin Réunion (C38)	LC09	Pointe au sel - Saint Pierre	Hétérogènes	Forte	Court	Fort	Basaltiques /
	LC13	Pointe de la Cayenne - Pointe de Langevin	<> 200 m				sablo-vaseux
Côte basaltique exposée du bassin Réunion (C39)	LC12	Saint Pierre - Pointe de la Cayenne	Hétérogènes	Forte	Court	Fort	Basaltiques
	LC7	Pointe de Langevin - Sainte Rose	<> 200 m				
Côte sablo-vaseuse profonde et exposée du bassin Réunion (C40)	LC3	Sainte Rose - Sainte Suzanne	Grands fonds	Forte	Court	Fort	Sablo-vaseux
	LC1	Sainte Suzanne - Grande Chaloupe	> 200				
Récifs frangeants et pentes externes associées du bassin Réunion (C41)	LC6	Zone récifale - Saint Gilles	Petits fonds	Faible	Long	Moyen	Récif corallien
	LC8	Zone récifale - Saint Leu					
	LC10	Zone récifale - Etang salé	< 30 m				
	LC11	Zone récifale - Saint Pierre					



Les masses d'eau LC1 et LC2 sont classées en Risque de Non Atteinte du Bon Etat en raison d'un projet de route sur le littoral.

La caractérisation des masses d'eau réunionnaises (typologie, découpage, état), basée jusqu'à présent essentiellement sur du "dire d'expert" en l'absence de données, devrait évoluer. En effet, afin de palier ce déficit de connaissances, différentes études ont été engagées telles qu'une étude sur la nature des substrats (campagne CARTOMAR/BRGM, 2007-2009) et sur la courantologie littorale (plateforme de modélisation hydrodynamique sur 3 ans, 2010-2012), qui permettront de redécouper de manière plus pertinente les masses d'eau littorales et d'affiner leur typologie.

5.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE

La circulaire 2007/20 du 5 mars 2007 fixe, dans son annexe 1f, un cadrage réglementaire pour la surveillance des masses d'eau côtières réunionnaises.

5.3.1. Cadre réglementaire²¹ : circulaire ministérielle 2007/20 du 5 mars 2007

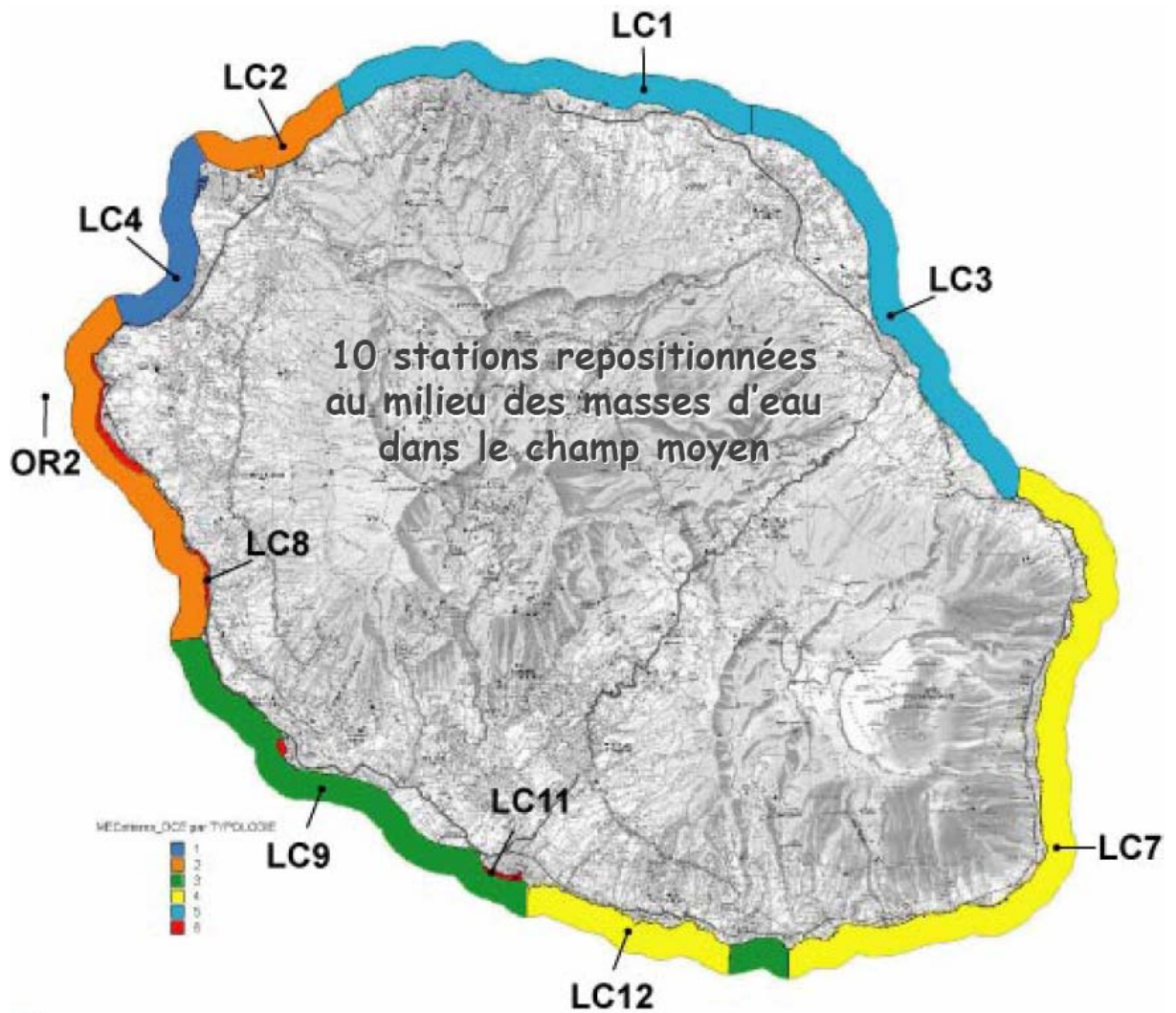
Elements suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan)	Fréquence du suivi par année	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phytoplancton (biomasse)	6	6	Démarrage en 2008	Tous
Phytoplancton (abondance, composition)	6	3	Démarrage en 2008	
Macro-algues et angiospermes				Non pertinent (macro-algues suivies avec invertébrés)
Invertébrés (coraux) et macro-algues	2	1	Démarrage en 2008	
Physico-chimie				
Physico-chimie (paramètres généraux)	6	6	Démarrage en 2007	
Les 41 substances (annexes IX et X) de la DCE	1	Pour toutes les substances : 12 (tous les mois) dans l'eau Pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote	Pré-campagne en 2008	Tous
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trimestres dans l'eau pour les substances hydrophiles) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles)	Pré-campagne en 2008	25% des sites
Les pesticides	1	- 4 (tous les trimestres dans l'eau pour les substances hydrophiles) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles)	Pré-campagne en 2008	25% des sites
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion	Tous

5.3.2. Sites du « réseau de surveillance DCE »

D'après le résumé du programme de surveillance (document d'accompagnement du SDAGE 2010-2015), il est proposé, dans le cadre du premier plan de gestion, de retenir 10 des 13 masses d'eau pour le contrôle de surveillance, avec au minimum 1 masse d'eau par type (cf. carte des sites page suivante).

1 station « de référence » (OR2) a été positionnée au large afin d'obtenir et de caler des valeurs de référence pour certains éléments de qualité.

²¹ cette surveillance réglementaire n'a été que partiellement mise en œuvre (pas d'abondance, composition du phytoplancton et surveillance chimique incomplète)



Type concerné	Masse d'eau suivie	
Côte sablo-vaseuse peu exposée du bassin Réunion (C36)	LC4	Pointe des galets - Cap la Houssaye
Côte basaltique moyennement exposée du bassin Réunion (C37)	LC5	Cap la Houssaye - Pointe au sel
	LC2	Grande Chaloupe - Pointe des galets
Côte mixte (basalte-sable) exposée du bassin Réunion (C38)	LC09	Pointe au sel - Saint Pierre
Côte basaltique exposée du bassin Réunion (C39)	LC12	Saint Pierre - Pointe de la Cayenne
	LC7	Pointe de Langevin - Sainte Rose
Côte sablo-vaseuse profonde et exposée du bassin Réunion (C40)	LC3	Sainte Rose - Sainte Suzanne
	LC1	Sainte Suzanne - Grande Chaloupe
Récifs frangeants et pentes externes associées du bassin Réunion (C41)	LC8	Zone récifale - Saint Leu
	LC11	Zone récifale - Saint Pierre

5.3.3. Pertinence des éléments de qualité biologiques

La liste des éléments de qualité biologiques retenus comme pertinents n'est pas encore arrêtée, des études étant engagées (cf. point 5.4) pour déterminer la valeur bioindicatrice de certains éléments de qualité dans le contexte réunionnais. Ainsi, des éléments sont attendus prochainement concernant l'intérêt d'un suivi corallien dans les masses d'eau de types côtiers basaltiques, la pertinence de l'indicateur M-AMBI pour les types côtiers non récifaux ou l'intérêt du suivi des macroalgues sur le platier.

	Types côtier	Type récifal
Phytoplancton QE 1-1	Pertinent, métriques non définies	Non pertinent
Faune invertébrée benthique QE 1-3	Coraux sur types côtiers basaltiques ? Possibilité d'étudier 3 secteurs à la Réunion : Saint Rose, Anse des cascades et Saint Leu (étude non programmée)	Pertinent : communautés coralliennes. Métriques non définies ni sur le platier ni sur les pentes externes
Invertébrés de substrat meuble QE 1-3	Initialement non prévu, mais test en cours sur la pertinence ou non de l'indicateur M-AMBI	Pertinent : macrofaune endogée du sédiment
Angiospermes QE 1-2-2	Non pertinent	Non pertinent
Macro-Algues QE 1-2-1	Non pertinent	Intérêt sur le platier ? Intégré à l'indicateur corail (taux de recouvrement, cf. point 5.4.4)

5.3.4. Suivi DCE actuel et méthodologies

Le suivi réglementaire, tel que spécifié au point 5.3.1, n'a pas été intégralement mis en œuvre.

Le suivi « DCE réel » a débuté en 2006 et a tiré profit des travaux d'un pilote du RNO (Réseau National d'Observation) mis en place par l'Ifremer à la Réunion **pour 3 ans à partir de septembre 2002**. Cette expérience était destinée à définir et établir la faisabilité d'un réseau « hydrologie » répondant aux objectifs DCE (RNO, 2005).

a) Le pilote du RNO de 2002 à 2005

Pour ce réseau ont été identifiées 17 zones homogènes à surveiller sur le littoral réunionnais, ce qui a conduit au choix de **11 points de prélèvement** dont **8 océaniques** et **3 en lagon**.

Trois profondeurs étaient échantillonnées (surface, 35 m et 70 m) et en l'absence de données sur la variabilité des apports, une fréquence d'échantillonnage mensuelle a été adoptée.

11 paramètres ont été retenus : température, salinité, oxygène dissous, matières en suspension (MES), nutriments (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate, silicate), chlorophylle a + phaeopigments et enfin carbone organique particulaire (COP).

Par la suite et à la lumière des résultats obtenus, l'analyse des MES et du COP a été jugée non pertinente et la profondeur intermédiaire n'a plus été échantillonnée car peu informative.

b) Mise en œuvre du contrôle de surveillance depuis 2006

φ Physico-chimie

Depuis 2006, sur les 10 stations définies au point 5.3.2., un contrôle de surveillance « DCE » est mis en œuvre, à raison de 6 campagnes par an :

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

Les paramètres²² analysés sur ces 10 stations sont :

- Salinité (PSU)
- Turbidité (FSU)
- Oxygène (mg/L - %)
- NH₄ (μM)
- NO₃ (μM)
- NO₂ (μM)
- PO₄ (μM)

Les métriques, les références et les seuils ne sont pas définis pour les paramètres physico-chimiques soutenant la biologie (état écologique).

ϕ Phytoplancton

Depuis 2006 et sur les 10 stations définies au point 5.3.2., la biomasse phytoplanctonique (concentration en chlorophylle a¹¹) fait l'objet d'un suivi, avec les mêmes fréquences d'échantillonnage que la physico-chimie générale.

De plus, sur ces stations du « réseau DCE », a été mené entre 2007 et 2008 le programme PHYTORUN destiné à caractériser la biomasse par fractionnement de la chlorophylle, et à en étudier sa composition spécifique (picoplancton, nano et microphytoplancton). Les conclusions de cette étude seront connues fin 2009, mais d'ores et déjà plusieurs points ressortent :

- La non-pertinence de la mesure de la production phytoplanctonique dans les masses d'eau récifales, du fait de l'interférence des phénomènes de broutage et de remise en suspension du microphytobenthos
- La grande richesse spécifique phytoplanctonique (plus de 202 taxons identifiés), dominée par les diatomées et les dinophycées
- La faible abondance (5000 cellules /litre en moyenne)
- La grande homogénéité spatiale et temporelle, prédominée par les coccolithophoracées et des prasinophycées
- La grande similitude entre toutes les stations côtières elles-mêmes mais aussi entre les stations côtières et la référence océanique, indiquant un brassage important des eaux autour de l'île

Dans cette région, les blooms phytoplanctoniques sont rares voire inexistants, et essentiellement benthiques (ex : blooms de *Gambierdiscus toxicus* nuisibles par la production de ciguatoxine et par l'eutrophisation du milieu).

²² les méthodologies associées ne nous ont pas été communiquées

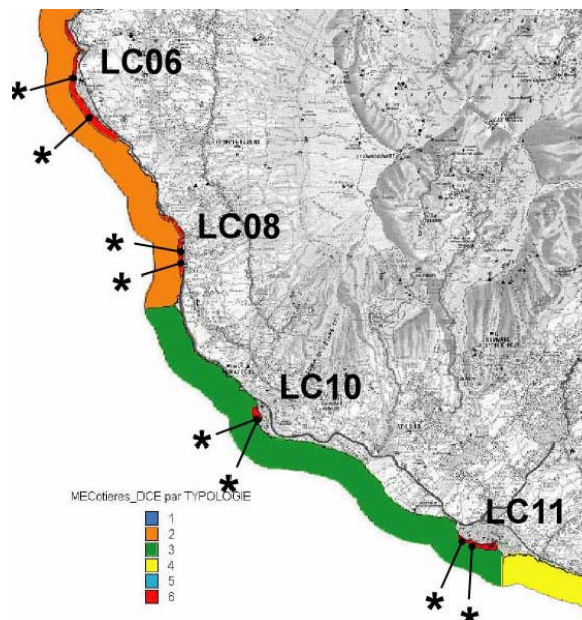
φ Faune benthique invertébrée : communautés coralliennes

Deux réseaux existaient avant la mise en œuvre de la DCE (GCRMN et Reef Check), d'autres ont démarré en 2009 afin de compléter les informations au titre de la DCE (cf. point 5.4., programmation et travaux DCE en cours).

1. Le suivi GCRMN

Les acteurs locaux et régionaux ont initié en 1998, un programme de suivi de l'état de santé des récifs coralliens à La Réunion, qui s'inscrit à la fois dans un réseau régional (« noeud sud-ouest de l'Océan Indien »), national (IFRECOR) et international (GCRMN, ICRI, Reef Check).

Ce suivi des récifs réunionnais, conduit selon la méthode GCRMN, est réalisé sur 14 stations pour 7 sites, réparties sur 4 secteurs récifaux (Saint-Gilles, Saint-Leu, Etang Salé et Saint-Pierre) reconnus comme écologiquement sensibles et vulnérables aux pressions. Chaque site possède une station « platier » et une station « pente externe ».



La collecte des données est réalisée **annuellement** selon les méthodes préconisées dans le « manuel méthodologique du suivi de l'état de santé des récifs » (Conand *et al.*, 1998) qui s'appuie sur les techniques classiques du GCRMN (Wilkinson, 1998). Ce suivi comprend un volet benthique et un volet ichthyologique, échantillonnés sur 3 transects de 20m pour chaque station.

Pour le volet ichthyologique, les variables de base relevées lors des expertises terrains GCRMN sont :

Code	Genre/Espèce	Régime alimentaire
FPK	<i>Lutjanus kasmira</i>	carnivore nocturne
FPE	<i>Epinephelus fasciatus</i>	carnivore nocturne
FPH	<i>Lethrinus harak</i>	carnivore nocturne
FCT	<i>Chaetodon trifasciatus</i>	brouteur d'invertébrés sessiles
FCL	<i>Chaetodon lunula</i>	brouteur d'invertébrés sessiles
FCE	<i>Chaetodon trifascialis</i>	brouteur d'invertébrés sessiles
FCM	<i>Chaetodon meyeri</i>	brouteur d'invertébrés sessiles
FDD	<i>Dascyllus aruanus</i>	omnivore
FDC	<i>Chromis viridis</i>	omnivore
FDP	<i>Plectroglyphidodon dickii</i>	omnivore
FAA	<i>Acanthurus triostegus</i>	herbivore
FAC	<i>Ctenochaetus striatus</i>	herbivore
FAN	<i>Naso unicornis</i>	herbivore
FB	<i>Rhinecanthus aculeatus</i>	carnivore diurne

Pour le volet benthique, les variables de base relevées lors des expertises terrains GCRMN sont :

Catégories et codes de substrat			
Catégories	Codes	Notes/remarques	
CORAIL			
Corail mort	CX	mortalité récente, corail blanc à brun clair. Préciser si possible. Ex : CX/DEB = corail mort en débris	
Corail vivant	CV	à opposer au corail mort	
Acropore	Branchu	ACB	avec des branches secondaires. Ex : <i>Acropora formosa</i> , <i>A. palmata</i>
	Digité	ACD	pas de branches secondaires. Ex : <i>A. digitifera</i> , <i>A. humilis</i> , <i>A. gemmifera</i>
	Submassif	ACS	robuste avec des branches peu digitées. Ex : <i>A. palifera</i>
Non-Acropore	Tabulaire	ACT	grands plateaux horizontaux. Ex : <i>A. hyacinthus</i> , <i>A. cytherea</i>
	Branchu	CB	avec des branches secondaires. Ex : <i>Senalopora hystrix</i>
Encroûtant	CE	une grande part est attachée au substrat. Ex : <i>Porites vaughani</i> , <i>Montipora undata</i>	
	Foliacé	CF	attaché au substrat par 1 ou plusieurs points, apparence de feuilles. Ex : <i>Pavona cactus</i> , <i>Echinopora mammiformis</i>
	Massif	CM	forme massive ressemblant à un gros rocher. Ex : <i>Platygyra daedalea</i>
	Submassif	CS	tend à former des petites colonies sans digitation. Ex : <i>Porites lichen</i> , <i>Pocillopora verrucosa</i>
Corail libre	CL	corail solitaire, libre. Ex : <i>Fungia</i>	
Millepore	MI	corail de feu. Ex : <i>Millepora platyphyla</i>	
AUTRES ORGANISMES			
Corail mou	CMO	alcyonnaires. Ex : <i>Sarcophytum</i> , <i>Lobophytum</i>	
Eponges	EP	Ex : <i>Cilona sp</i>	
Zoanthaires	ZO	Ex : <i>Palythoa</i>	
Oursins	OU	type oursin régulier. Ex : <i>Echinometra mathaei</i>	
Étoile épineuse	AP	étoile mangeuse de corail (<i>Acanthaster planci</i>)	
Autre étoile de mer	ET	étoile de mer autre que <i>Acanthaster</i>	
Ascidies	AS		
Anémone de mer	AN		
Gorgone	GO		
Bénitier	BE		
Autres organismes benthiques	OT	tels que hydraires, hélicopores...	
Algues	calcaires	AC	souvent encroûtantes, de type corallinacées
	dressées	AD	algues vertes, brunes ou rouges. Ex : <i>Halimeda</i> , <i>Turbinaria</i>
	gazonnantes	AG	algues courtes filamenteuses (algal turf)
Assemblage algal	AA	gazons algaux contenant plusieurs espèces d'algues	
Herbier	HE	composé de phanérogames. Ex : <i>Thalassodendron</i>	
SUBSTRAT			
Vase	VA		
Sable	SA	nature corallienne, basaltique...	
Débris	DEB	débris de taille centimétrique à décimétrique	
Blocs	BL	de taille décimétrique à métrique	
Roche	RO	nature basaltique, granitique ou autre..	

2. Le suivi Reef Check (d'après ARVAM, 2008)

A la Réunion, les stations Reef Check sont volontairement mises en place par l'ARVAM, indépendamment mais en complémentarité de celles du réseau de surveillance mondial des récifs coralliens (le GCRMN), géré par la réserve naturelle marine de la Réunion.

17 stations Reef Check sont en activité à la Réunion (10 en pente externe et 7 en lagon, dans 3 masses d'eau récifales sur 4) depuis 2004, avec une fréquence des relevés annuelle.



La faune et flore benthiques et la faune ichthyologique sont échantillonnées sur 4 transects de 20 m pour chaque station selon la méthode des PIT. Les paramètres sont :

Paramètres invertébrés benthiques
Crevette (<i>Stenopus hispidus</i>)
Oursins diadèmes et echinotrix (<i>Diadema sp.</i>)
Oursins crayons (<i>H. mammilatus</i>)
Oursins épines courtes (<i>Tripneustes sp.</i>)
Concombre de mer (<i>holoturia sp.</i>)
Etoile de Mer (<i>Acanthaster planci</i>)
Triton (<i>Charonia tritonis</i>)
Porcelaine (<i>Cypraea sp.</i>)
Langouste (<i>Palinuridae</i>)

Paramètres benthos	
HC	Corail dur
NIA	Algues molles
RB	Débris (diamètre 0.5 - 1.5 cm)
SC	Corail mou
SP	Eponge
SD	Sable (diamètre < 0.5 cm)
RKC	Corail mort
RC	Roche ou turf algal
SI	Vase
OT	Autres = anémones, gorgones, ou autres organismes fixés

Paramètres faune ichthyologique
Papillons (<i>Cypraea sp.</i>)
Demoiselles noires
Demoiselles autres
Lutjans (<i>Lutjanidae</i>)
Chirurgiens (<i>Acanthuridae</i>)
Mérus (<i>Serranidae</i>)
Perroquet (<i>Scaridae</i>)
Murène (<i>Murenidae</i>)

3. Les suivis démarrés en 2009

- Suivi GCRMN sur substrats basaltiques

Ce programme de surveillance a été mis en place en 2009 sur 4 stations (2 sites et 2 profondeurs) afin de tester la mise en œuvre de ce type de suivi sur les **masses d'eau non-récifales**, dans lesquelles une surface de substrat basaltique est significative.

- Suivi Medium Scale Approach, MSA (Clua *et al.*, 2005)

Ce type de suivi a été initié dans le cadre du projet « Bon état » (cf. point 5.4.3). Les échantillonnages sont menés sur les zones récifales de Saint Gilles, Saint Leu, Etang Salé et de Saint Pierre/Grand Bois/Grande Anse. Quatre vingt stations au total (situées dans toutes les masses d'eau récifales) seront échantillonnées sur les pentes externes, soit environ 800 quadrats.

Par station, 10 quadrats de 25 m² (5mx5m) le long d'un transect de 25 m sont réalisés. Pour chaque quadrat, il est estimé la couverture corallienne totale et la couverture corallienne pour chaque groupe de coraux défini ci-après. Il est procédé de même pour les différents types de substrats identifiés et les différents groupes d'algues. 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 moyenne), la méthode MSA est un meilleur estimateur statistique que la méthode LIT, qui plus est **plus aisée à mettre en œuvre**.

La collecte des données est effectuée par deux plongeurs. Chaque plongeur a en charge un côté du transect (5 quadrats). Pour un gain de temps et pour faciliter l'estimation des différents recouvrements, il est noté dans l'ordre suivant : 1 : couverture 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 (0 % ; 1-10 % ; 11-30 % ; 31-50% ; 51-75 % ; 76-100 %). Pour le traitement des données, chaque classe est ramenée à sa médiane (exemple : classe 1- 5% : 3%). Chaque catégorie est ensuite moyennée sur les 10 quadrats pour obtenir une valeur moyenne par station. Enfin, concernant la part des différentes catégories coralliennes et algales, les valeurs sont normalisées afin que le total soit égal à 100 %.

Les paramètres étudiés concernent à la fois des paramètres biotiques (« algue » et « corail ») et abiotiques (« substrat ») :

- **Les coraux vivants** sont divisés en 7 catégories, conformément à la méthodologie GCRMN et à la base de données figurant dans le logiciel « CoReMo ». Les coraux sont divisés en deux grands groupes, (i) les coraux Acropores (CAC) et (ii) les coraux Non-Acropores (NAC). Cette dernière catégorie regroupe les coraux sclératiniens non Acropores mais également les Alcyonaires et les Hydrocoralliaires dont *Millepora spp.*

(corail de feu). La somme de ces 7 catégories donne théoriquement la couverture totale. Ces catégories sont ensuite normalisées pour atteindre 100 %.

- **Les algues** sont quant à elles divisées en 3 catégories : (i) les algues dressées (AD) comme *Turbinaria spp*, *Dyctiota spp.*, *Padina spp.*, *Asparagopsis spp*, (ii) le turf algal ou assemblages algaux (AA) et enfin (iii) les algues calcaires. La somme de ces 3 catégories est théoriquement égale à la couverture totale. Ces catégories sont ensuite normalisées pour atteindre 100 %.
- **Le substrat** est divisé en 4 grandes catégories : vase, sable, débris (substrat meuble) et dur. Pour une plus grande facilité et rapidité de collecte de 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 théoriquement égale à 100 %.
- Enfin, à ces paramètres étudiés de manière semi-quantitative, est rajoutée une **description « paysagère »** succincte pour toutes les stations.

5.4. Travaux DCE en cours et échéances

La mise en œuvre du volet littoral de la DCE à La Réunion se fait au travers de conventions particulières dont certaines ont été passées avec l'Ifremer depuis 2007 :

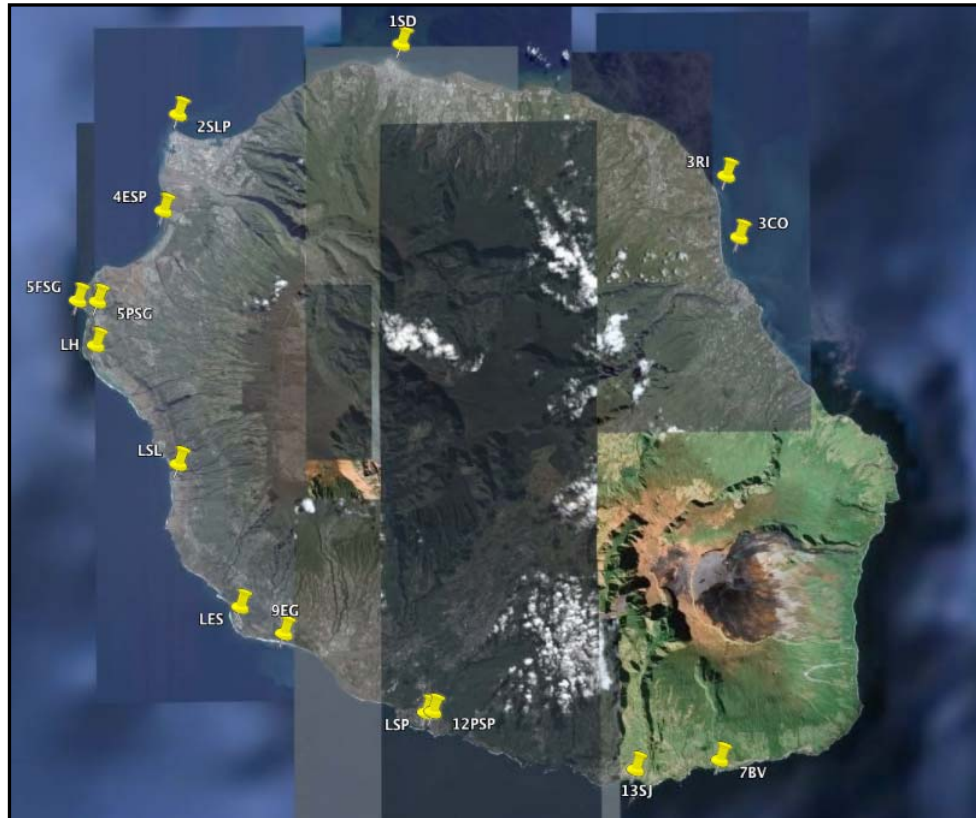
- Convention État/Diren – Ifremer : Caractérisation des masses d'eau côtières à l'aide d'échantillonneurs passifs au regard des "Substances" relevant de la Directive Cadre sur l'Eau.
- Convention État/Diren – Ifremer : Caractérisation de l'état de référence biologique des masses d'eau côtières au regard de la Directive Cadre sur l'Eau.
- Convention État/Diren – Ifremer : 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 ONEMA – Ifremer : Développement et optimisation des méthodes de bioindication en eaux littorales à La Réunion.

Les données récoltées (données brutes, données cartographiques) dans le cadre de ces projets sont en cours de bancarisation dans les bases de données nationales DCE Quadrige² et Sextant.

5.4.1. Projet capteurs passifs

L'objectif principal de cette étude (Gonzalez, 2009) est de tester, pour les contaminants des annexes 9 et 10 de la DCE et certains contaminants pertinents de la Directive 76/464, les capacités opérationnelles des techniques d'échantillonnage passif dans le cadre de la mise en place de la DCE en soutien aux programmes de surveillance.

15 masses d'eau (4 récifales, 2 portuaires et 9 "mer ouverte") représentatives des différents milieux et pressions anthropiques de l'île ont fait l'objet d'un échantillonnage. Dans le cadre du projet, différentes campagnes ont été réalisées, la première, en octobre 2008, représentative de la saison "sèche" et la seconde, en février et mars 2009, dans des conditions plus représentatives d'une période "post-cyclonique".



Plus spécifiquement, les objectifs de ce projet sont :

1. de caractériser des masses d'eau (côtières et récifales) grâce à une première évaluation des niveaux de concentration, en prenant en compte les spécificités de la période sèche et la période cyclonique ;
2. de réaliser une première évaluation de la qualité des eaux en regard des NQE disponibles pour les substances prioritaires de la DCE ;
3. de mettre en évidence la présence de certains composés chimiques (annexes 9 et 10 de la DCE et certains contaminants pertinents de la Directive 76/464), sur lesquels il n'y a encore aucune information ;
4. d'évaluer à "grande échelle" l'opérationnalité des techniques d'échantillonnage passif en terme de réduction des coûts et rapidité d'obtention des résultats, mais aussi en terme de facilité de mise en oeuvre par du personnel non spécialisé (mais préalablement formé).

Cette étude doit permettre une première identification de la nature des apports en contaminants chimiques dans le milieu littoral réunionnais en période d'étiage et en période cyclonique. Elle permettra de réaliser une estimation de la qualification des masses d'eau au regard des NQE dans la mesure où les concentrations dans l'eau seront disponibles.

Elle contribuera également au choix des méthodes "alternatives" et complémentaires utilisables dans le cadre de la DCE, par rapport au suivi des contaminants dans l'eau, le biote ou les sédiments.

Les résultats devraient aussi préciser les limites d'utilisation des techniques d'échantillonnage passif et la représentativité des données (limites d'utilisation pour certains éléments et/ou dans certaines conditions).

Enfin, cette étude devrait contribuer à la définition des conditions optimales d'utilisation des POCIS (**P**olar **O**rganic **C**hemical **I**ntegrative **S**ampler) pour la surveillance des contaminants hydrophiles dans chaque masse d'eau. Ces conditions pourront être précisées grâce à une comparaison des données obtenues sur le terrain avec celles issues de mesures en laboratoire réalisées en conditions "contrôlées".

5.4.2. *Projet état de référence*²³

Les objectifs de ce programme de recherche sont, d'une part, d'évaluer et de hiérarchiser l'impact des pressions liées aux apports de nutriment et de biocides sur l'écosystème littoral et d'autre part, d'orienter, sur la base des investigations menées, les critères du bon état des masses d'eau côtière et la mise en oeuvre du chantier surveillance prévue par la DCE.

Il se déroule sous la responsabilité de l'IFREMER, en partenariat avec l'ARVAM, l'Université de la Réunion (laboratoire ECOMAR) et le bureau d'étude PARETO, acteurs locaux intervenants sur les thématiques et compartiments suivants : indicateurs biologiques, eau, sédiments, biote. L'Université de Bordeaux ainsi que le CEDRE en métropole ont été associés sur le volet chimie. Ce projet s'achèvera en **août 2010** (rapport final).

Plus spécifiquement, les objectifs sont :

- de mettre en évidence, qualitativement et quantitativement, la présence de certains composés (nutriments, pesticides) sur deux types caractéristiques de bassins versants de la côte Ouest et de la côte Est,
- de réaliser une première évaluation de l'impact de ces apports sur la macrofaune benthique et récifale,
- d'initier la caractérisation des critères du bon état au regard de ces différentes pressions.

L'étude est menée sur deux sites pilotes :

- sur la côte Est, le site de Ste Suzanne : bassin agricole dominé par la culture de la canne à sucre, où un suivi des apports en pesticides a été réalisé en 2007 dans le cadre du programme chikungunya.
- sur la côte Ouest, le récif de la Saline : zone récifale caractérisée par des apports d'eau douce liées à des résurgences souterraines (pression d'urbanisation forte, associées à une activité agricole en augmentation par le basculement des eaux).

Les perturbations de l'écosystème dues aux pressions sont recherchées sous l'angle de la chimie dans l'eau, de la chimie dans le biote (modioles : bioaccumulation et inhibition du développement larvaire), de la chimie des sédiments ainsi que de l'impact sur la macrofaune du sédiment (test de l'indice M-AMBI²⁴), de la couverture corallienne (méthode GCRMN + quadrat) et de la physiologie des algues (méthode isotopique).

5.4.3. *Projet bon état*²⁵

Ce projet a pour objet la définition du bon état chimique et écologique des eaux littorales réunionnaises au regard de la Directive Cadre sur l'Eau. Le rapport final pour ce projet sera rendu **mi-2010**.

²³ d'après Ifremer *et al.* (2009)

²⁴ Bigot *et al.*, 2008

²⁵ d'après Garric Perales et Scolan (2009)

Il comprend 4 volets principaux :

1. La caractérisation des peuplements benthiques des pentes externes

Ce volet repose sur l'acquisition de données de terrain en plongée. La stratégie d'échantillonnage a été définie en étroite collaboration avec l'ARVAM, PARETO et le GIP Réserve Naturelle Marine de La Réunion : les données sont acquises suivant la méthode **MSA (Medium Scale Approach, cf point 5.3.3)**. Les paramètres sont la couverture des différentes catégories coralliennes et algales ainsi que la nature du substrat. La coordination des équipes de terrain est assurée par PARETO et les moyens nautiques fournis par le GIP RNMR.

2. La synthèse des données existantes et pertinentes pour la DCE, au travers de l'analyse de la base de donnée documentaire Bibliomar (DIREN)

Ce travail est effectué en collaboration avec l'ARVAM et porte sur le tri et l'analyse détaillée d'environ 400 documents au format pdf issus de la base de donnée documentaire Bibliomar et transmis par la DIREN Réunion.

L'organisation du travail est la suivante :

- **Phase 1** : premier tri de la base documentaire, en identifiant les références supports de données potentiellement intéressantes vis-à-vis de la DCE. Cette première phase de tri est achevée et a permis de retenir 120 documents.

- **Phase 2** : analyse fine de ces 120 documents avec pour objectif l'identification de données correspondant aux paramètres utiles pour la DCE. La définition de ces paramètres, prenant en compte les adaptations nécessaires du fait du contexte tropical et réunionnais, a été réalisée en concertation étroite avec l'ARVAM :

Classe de paramètres	Paramètres
Phytoplancton	Composition spécifique : picoplancton
	Composition spécifique : macrophytoplancton
	Chlorophylle a
	Prolifération / blooms : plancton nuisible
Phytobenthos	Composition / diversité
	Abondance / biomasse
	Prolifération / blooms
Association faune/ flore benthique fixée	Couverture corail / algues
	Formes ²⁶
Composition spécifique benthique fixée	Algues
	Macroalgues
	Autres
Macrofaune endogée	Biomasse
	Diversité
Poissons récifaux ²⁷	Biomasse
	Diversité

²⁶ Paramètre correspondant à la forme générale des différents groupes de coraux et de macroalgues dont la typologie et la codification sont notamment utilisés par les suivis de type GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network)

²⁷ Selon la DCE, le paramètre poissons n'est retenu que dans les eaux de transition. Cependant, adapté au contexte réunionnais et plus globalement à celui des écosystèmes coralliens, ce paramètre pourrait être pertinent dans la qualification de l'état écologique.

Paramètres généraux eau	Transparence / turbidité
	Salinité
	Température
	Sels nutritifs
	Oxygène
	Matières en suspension (MES)
Paramètres généraux sédiments	Granulométrie
	Matière organique
	Carbone organique
Chimie dans l'eau	Substances prioritaires
	Autres substances
Chimie dans le sédiment	Substances prioritaires
	Autres substances
Chimie dans le biote	Substances prioritaires
	Autres substances
Cartographie	Habitats (biocénoses et/ou géomorphologie)
	Usages
	Sensibilité écologique

- **Phase 3** : évaluation de la pertinence et de la qualité des données identifiées au sein des 120 documents de référence retenus.

- **Phase 4** : prise de contact avec les producteurs de données identifiés, afin d'obtenir l'accès à leur données et envisager la **bancarisation dans Quadrige²** (ce qui oblige dans un premier temps à définir les référentiels ad hoc, puis les «stratégies» Q² correspondantes).

3. L'élaboration de grilles d'évaluation du bon état et la définition des indicateurs associés

Pour le volet chimie, un rapport provisoire a été réalisé par Gilles Bocquené (dans le cadre d'un conventionnement parallèle ONEMA/ Ifremer) répertoriant la liste des substances à prendre en compte dans le cadre du contexte réunionnais, ainsi que leurs Normes de Qualité Environnementale (NQE)²⁸. Ce document sera mis à jour très prochainement, suite à l'analyse de la liste 2009 des importations à La Réunion de produits phytosanitaires (DAF). Le rapport final sera remis en **mars 2010**.

Parallèlement une étude doit définir, à la même échéance, les valeurs de bruit de fond dans l'eau de mer des 4 métaux de la directive fille (responsable : Jean François Chiffolleau à l'Ifremer).

Pour le volet écologie, un premier travail d'élaboration de grilles d'évaluation pourra commencer, mais uniquement quand l'inventaire des pentes externes, l'analyse de Bibliomar et les contrats « état de référence » et « capteurs passifs » auront été achevés, c'est-à-dire tout début 2010.

4. L'identification de données manquantes mais indispensables, et la définition des études complémentaires permettant de combler ces lacunes.

Cette identification ne pourra débuter qu'en 2010, lorsque les conclusions des trois premiers volets précités seront disponibles.

²⁸ du moins lorsqu'elles existent

5.4.4. **Projet bio-indication**²⁹

Ce projet financé par l'ONEMA et réalisé sous l'égide de l'Ifremer, vise à développer des indicateurs de santé de la zone récifale. Il comprend 3 volets :

- sensibilité à l'eutrophisation (rapport final en mars 2012) : les suivis des biocénoses marines effectués depuis les années 80 sur les espaces récifaux de la côte Ouest de l'île ont montré que les structures coralliennes sont affectées par un enrichissement "chronique" en sels nutritifs qui se traduit notamment par des développements de macroalgues. Un indicateur « corail/algues » permettant de qualifier et quantifier les impacts liés à l'augmentation en ressources nutritives (azote, phosphore...) sera défini.
- sensibilité aux apports en matières en suspension (MES) : ces MES, parfois associées à des polluants, participent à la dégradation des écosystèmes littoraux réunionnais, qu'il conviendra de caractériser. Ce volet n'a pas démarré car un projet traitant de problématiques similaires va démarrer à l'Université de la Réunion (P. Bachelery, Laboratoire de sédimentologie).
- élaboration d'un indicateur surfacique : un tel indicateur, discriminant les secteurs abritant ou non des récifs, voire leur "état de santé" permettra de fournir un état des lieux des zones récifales réunionnaises, qui servira de "référence" pour garantir, au regard de la DCE, la non dégradation de ces milieux fragiles. Pour la réalisation de ce volet, des données hyperspectrales ont été collectées en optimisant les moyens aériens mis en place dans le cadre du programme Litto3D mené durant l'été 2009 sur l'île. Les cartographies des secteurs coralliens devraient être disponibles en juin 2011, et le rapport final en mars 2012. Le travail réalisé est commun à l'ensemble des îles françaises de l'Océan Indien (Réunion, Mayotte, Iles Eparses).

5.4.5. **Autres projets contribuant à la mise en œuvre de la DCE**

D'autres projets de recherche menés sur l'île de la Réunion contribuent, plus ou moins directement, à la mise en œuvre de la Directive cadre européenne sur l'Eau :

a) **CARTOMAR**

Ce projet a commencé en 2007 et **s'achève en 2009**. Il est piloté par le BRGM et associe l'ARVAM, le LPTC de Rouen et l'Université de la Réunion, avec pour finalité la caractérisation de la nature des fonds marins réunionnais, en vue d'affiner la typologie des masses d'eau côtières (entre 20 et 100 m de fond).

- Première phase : faciès acoustique
- Deuxième phase : observation (vidéo) et prélèvements pour déterminations de :
 - Granulométrie et paramètres généraux (200 points)
 - Mesures des polluants (métaux et organiques) (40 points)
 - Prélèvements « faune endogée » (13 stations) : l'application du M-AMBI (Bigot *et al.*, 2008) dans des secteurs sous impacts divers ne donne pas de résultats probants (pas de déclassement des masses d'eau).

b) **Plateforme hydrodynamique**

Un projet de développement d'une plateforme de modélisation hydrodynamique à La Réunion a récemment été approuvé. Il bénéficiera des données bathymétriques fines (maille 5m) acquises lors de la campagne **Litto3D**, qui seront disponibles en juin 2010.

²⁹ d'après Ifremer *et al* (2009)

Les travaux devraient tout début 2010, avec la participation de plusieurs partenaires scientifiques et techniques : laboratoire LOCEAN (Paris VI), PARETO, ACTIMAR, SAFEGE. La date de restitution des travaux est prévue pour mi-2012.

Le financement de ce projet provient pour moitié de fonds FEDER, mais aussi de l'Etat/DIREN, du Conseil Régional, de l'Office de l'Eau (OLE) et de l'Ifremer.

c) MODIOLE

Cette étude menée **entre 2004 et 2008** avait pour objectif d'étudier la faisabilité de l'adaptation du Réseau Intégrateur Biologiques (RINBIO) à la Réunion par l'utilisation d'un bivalve tropical : *Modiolus auriculatus*.

Pour cela, un partenariat privilégié été développé spécifiquement avec le laboratoire côtier Provence Azur Corse du Centre IFREMER de Méditerranée, responsable du RinBio, et 3 axes d'étude ont été développés :

- Répartition des foyers naturels et ecophysiologie
- Capacités bioaccumulatrices de la modiole
- Faisabilité d'un biomonitoring actif des contaminants chimiques.

Des tests de transplantation de poches de modioles pendant 3 mois sur 6 stations représentant les 6 types DCE des masses d'eau cotières réunionnaises ont permis de mettre en évidence des bruits de fonds pour les métaux et HAP, et apporté des éclairages quant aux substances chimiques présentes dans l'eau, avec pour les composés organiques :

- 139 substances analysées dans les différentes matrices
- 30 contaminants détectés
- 12 substances prioritaires
- 7 contaminants soumis à révision (PCB)
- 4 contaminants « spécifiques » : deltaméthrine, Fluroxypyr, fipronil, isodrine.

d) ERICOR

Ce programme qui se terminera **mi-2010** vise à compléter, dans une optique opérationnelle, la connaissance du risque lié à la présence chronique ou aiguë (accidentelle) de pesticides, pour les écosystèmes coralliens.

Les principaux résultats attendus à l'issue de ce programme sont :

- L'adaptation de bio-essais de toxicité existants à des espèces spécifiques des écosystèmes coralliens.
- L'évaluation de la toxicité de 6 molécules de mode d'action différents et la comparaison des résultats avec les données existantes ou ceux obtenus sur les modèles tempérés usuels.
- La proposition d'outils adaptés au niveau local pour l'analyse du risque en cas de crise aiguë et la gestion des pratiques (agricoles, ...) en amont des zones coralliennes.

5.5. Etat des masses d'eau pour le rapportage de mars 2010

Les informations relatives à la caractérisation de l'état des masses d'eau côtières au regard de la DCE, figurant le SDAGE 2010-2015, sont à utiliser avec précaution car elles sont issues de données très incomplètes et en l'absence de « grilles de référence » stabilisées. En effet, la

classification a été faite sur la base des premiers résultats du RNO³⁰ (Réseau National d'Observation) et à dire d'expert, notamment en évaluant l'ensemble des pressions impactant les milieux marins : rejets d'eaux usées domestiques, industrielles et agricoles, effets de l'urbanisation (imperméabilisation, modification du trait de côte), du tourisme, de la pêche.

Ainsi, mis à part les secteurs sud / sud-est (de St Pierre à Ste Rose), où la qualité écologique a été jugée bonne, la majorité des secteurs littoraux sont altérés : leur qualité est jugée moyenne ou médiocre, en raison notamment de l'importance des pressions anthropiques.

³⁰ RNO (2005)



6. Situation à Mayotte

6.1. Spécificité du milieu littoral Mahorais³¹

Mayotte est un petit archipel volcanique composé d'une vingtaine d'îlots et de deux îles principales, la « Grande-Terre » et la « Petite-Terre », séparées par un bras de mer de 2 km.

L'île de Mayotte s'élève à plus de 4 000 m au-dessus du plancher océanique, et est soumise à un climat tropical humide fortement influencé par l'environnement maritime et par la direction des vents. On distingue deux saisons marquées séparées par deux intersaisons plus brèves :

- une saison chaude et pluvieuse ou mousson (été austral : de décembre à mars) durant laquelle les précipitations sont abondantes et violentes, accompagnées de vents forts de la mousson de secteur Nord-Ouest. La pluviométrie atteint de 1 000 à 2 000 mm d'eau par an selon les régions de l'île. Au cours de cette saison, des perturbations peuvent prendre la forme de dépressions tropicales ou de cyclones.
- une saison sèche et plus fraîche ou d'alizé (hiver austral : de juin à septembre). La vitesse des vents de Sud-Est/Nord-Ouest contribue à accroître les effets de la sécheresse en accentuant la dessiccation des sols. Ces vents provoquent une houle lagonaire sur le secteur Sud de l'île ;
- intersaisons : avril-mai (vents de Sud Est), octobre-novembre (vents de Nord Est).

Le relief induit un gradient « au vent / sous le vent » qui influence la pluviométrie et l'orientation des vents locaux. La côte au vent (Nord/Nord-Ouest) connaît ainsi une pluviométrie plus importante (1500-2000 mm/an) que la côte sous le vent (Sud/Sud- Est) (1000-1500 mm/an).

L'île de Mayotte (375 km²) est baignée par le courant Sud-Equatorial (CSE) et le courant du Mozambique, mais c'est le CSE qui régit majoritairement l'hydrodynamisme autour de l'île par un courant circulaire dans le sens des aiguilles d'une montre. Les échanges entre les eaux océaniques et le lagon (1100 km²) se font par l'intermédiaire des passes et des fausses passes mais également par-dessus la barrière lors des marées hautes.

Les mangroves se sont développées dans la plupart des basses plaines alluviales de la Grande Terre (Baies de Bouéni, Majicavo, Longoni, M'Gombani), à l'exception de la partie Nord-Ouest. Elles occupent une surface de 668 hectares. L'extension des vasières littorales, dans l'Est de l'île, en relation avec les problèmes d'érosion, a favorisé leur développement (Acoua, Iloni).

L'île est également entourée par :

- un récif frangeant de plus de 200 km de long (pourtour de Grande Terre, Petite Terre et des îlots de lagon),
- des récifs internes,
- un double récif barrière au Sud Ouest d'une longueur de 12 km,
- un récif barrière, dont une partie est immergée, d'une longueur de 140 km et entrecoupée de 12 passes,
- un lagon fermé pouvant atteindre plus de 60 m de profondeur.

³¹ d'après ASCONIT (2006)

Pour Mayotte, les origines des dégradations observées du milieu littoral (anthropiques et naturelles), notamment sur la faune benthique (ex : coraux), peuvent difficilement être dissociées pour quantifier la part de chacune des pressions sur la dégradation du milieu. Toutefois, les principales dégradations du milieu sont dues à la sédimentation, l'apport diffus d'eaux usées et à la pêche (surexploitation de la ressource).

Le réchauffement climatique global pourrait également induire une augmentation notable des phénomènes de blanchissements massifs, pouvant entraîner une dégradation irrémédiable des récifs coralliens. Ces pressions (cyclone, fortes pluies...) sont ainsi des facteurs fortement aggravants des perturbations anthropiques locales.

Enfin, la mise en oeuvre de la DCE à Mayotte est assurée par la DAF, et le BRGM joue le rôle d'ensemblier des réseaux DCE (eaux souterraines, eaux de surface, eaux littorales). Le statut de département pour Mayotte est prévu en 2011.

6.2. Typologie des masses d'eau

Un découpage en **17 masses côtières** a été réalisé par l'ARVAM, PARETO et ASCONIT lors de l'état des lieux validé en octobre 2007. Pour cette délimitation ont été considérés :

- l'existence de 8 complexes récifaux lagonaires définis par Thomassin *et al.* en 1989,
- les caractéristiques hydrologiques : mélange, renouvellement (échange eaux lagonaire/eaux du large), exposition à la houle,
- les caractéristiques géomorphologiques conditionnant en grande partie la faune benthique potentiellement présente,
- la bathymétrie,
- la sédimentation terrigène, souvent corrélée aux autres pressions anthropiques.

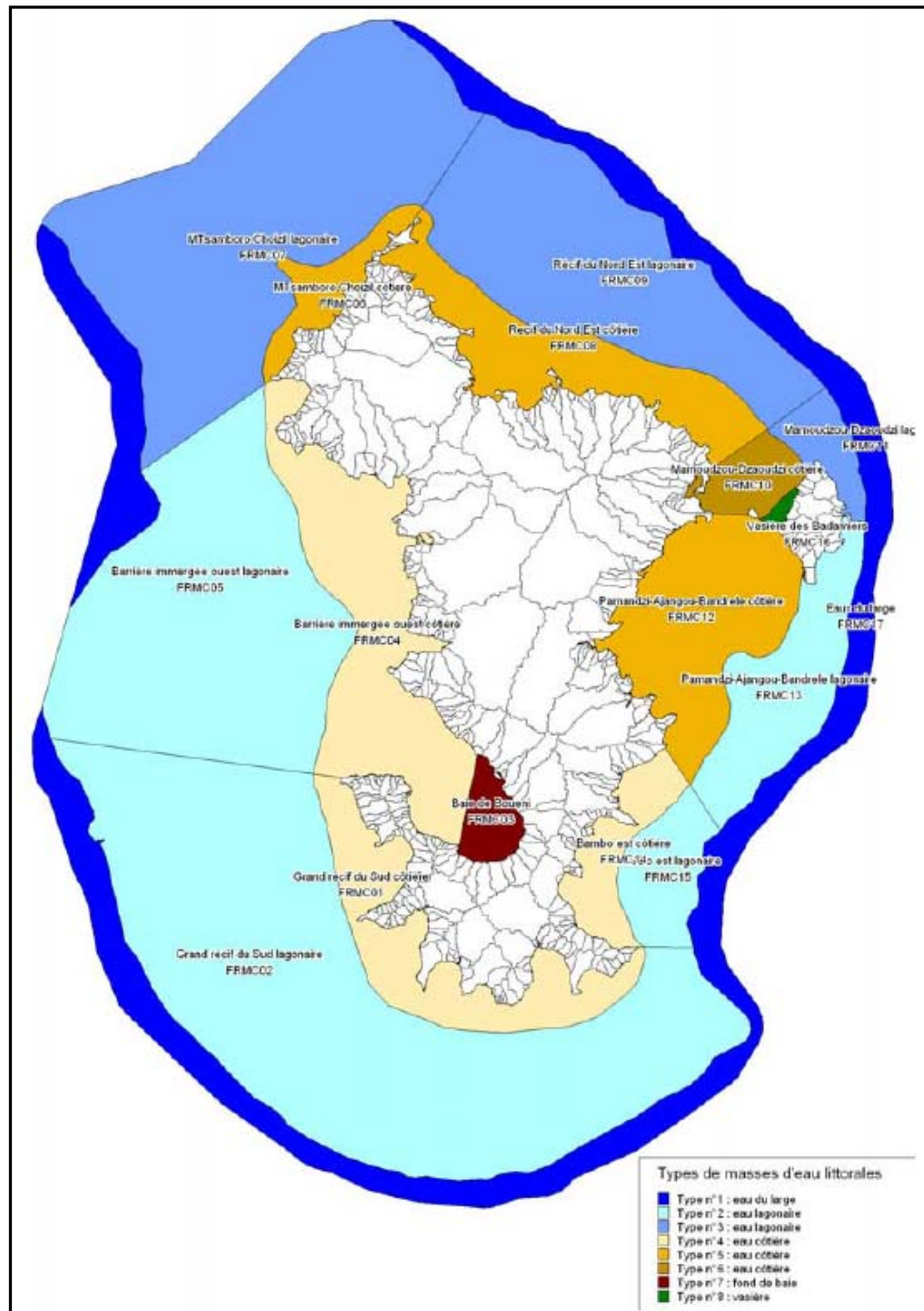
Ces 17 masses d'eau ont été regroupées (ARVAM, 2006) en 8 types distincts en fonction de leur état écologique actuel, la nature, l'intensité et l'évolution des pressions et enfin leur situation par rapport aux objectifs de la DCE.

On distingue donc :

- eaux du large
- eaux lagonaires (2 types)
- eaux côtières (3 types)
- fond de baie
- vasière

La délimitation ainsi que la typologie telles que définies actuellement sont récentes et donc susceptibles d'évoluer d'ici à 2011, à la lumière des données obtenues grâce aux travaux DCE en cours (analyse des sédiments...) ainsi qu'avec la modélisation de l'hydrodynamisme lagonaire réalisée par le BRGM en 2008. Cette modélisation devrait également apporter des compléments pour améliorer la pertinence de l'emplacement des stations du réseau de surveillance.

A dire d'expert, 2 masses d'eau sont qualifiées RNABE (« risque de non atteinte du bon état ») et 5 autres sont en situation douteuse.



6.3. Surveillance de l'état des masses d'eau au titre de la DCE³²

Les travaux concernant la définition des réseaux de surveillance DCE à Mayotte sont coordonnés par le BRGM (pour la période 2008-2010), et l'ARVAM est le maître d'oeuvre de la surveillance. Un premier bilan est attendu fin 2009, avec un rapport final à l'horizon fin 2010.

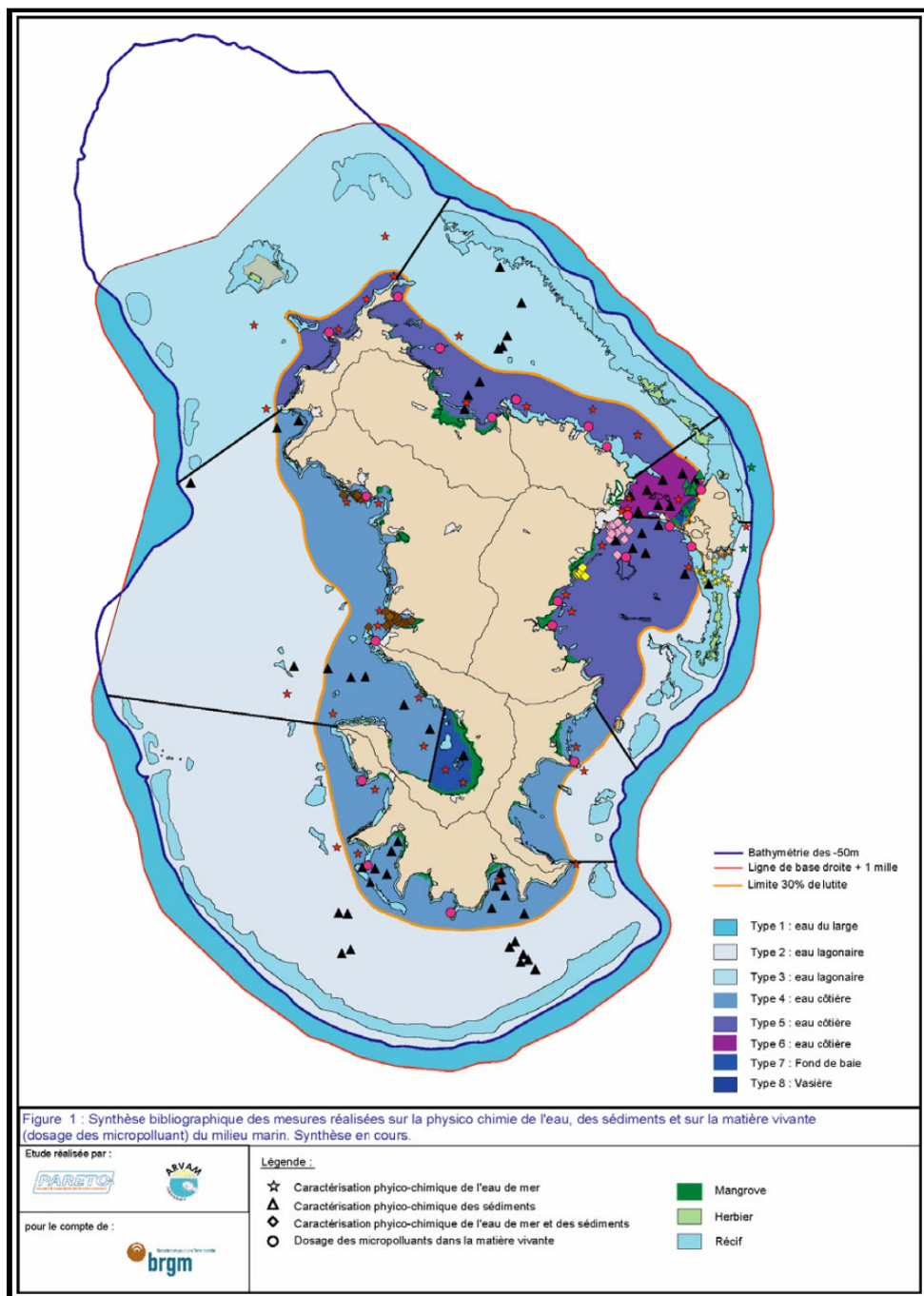
Le réseau de surveillance devrait donc être opérationnel fin 2010 et les campagnes « de routine » sont annoncées pour l'année 2011.

³² d'après ARVAM (2008) et BRGM (2009)

6.3.1. Synthèse bibliographique réalisée en 2008

L'absence de bases de données relatives à la qualité des eaux côtières de Mayotte a amené l'ARVAM à effectuer en 2008 la compilation du plus grand nombre de documents et de données disponibles. Cette opération a permis la réalisation d'un Système d'Information Géographique de la qualité des eaux et le choix du positionnement des stations d'échantillonnage pour les campagnes réalisées en 2008 et 2009 (cf. point suivant).

Les résultats de cette synthèse bibliographique indiquent que les dernières données faisant référence à la qualité des eaux côtières sont datées d'une dizaine d'années. De ce SIG, une carte de positionnement des données historiques, selon leur nature, a pu voir le jour.



6.3.2. Pertinence des éléments de qualité biologiques

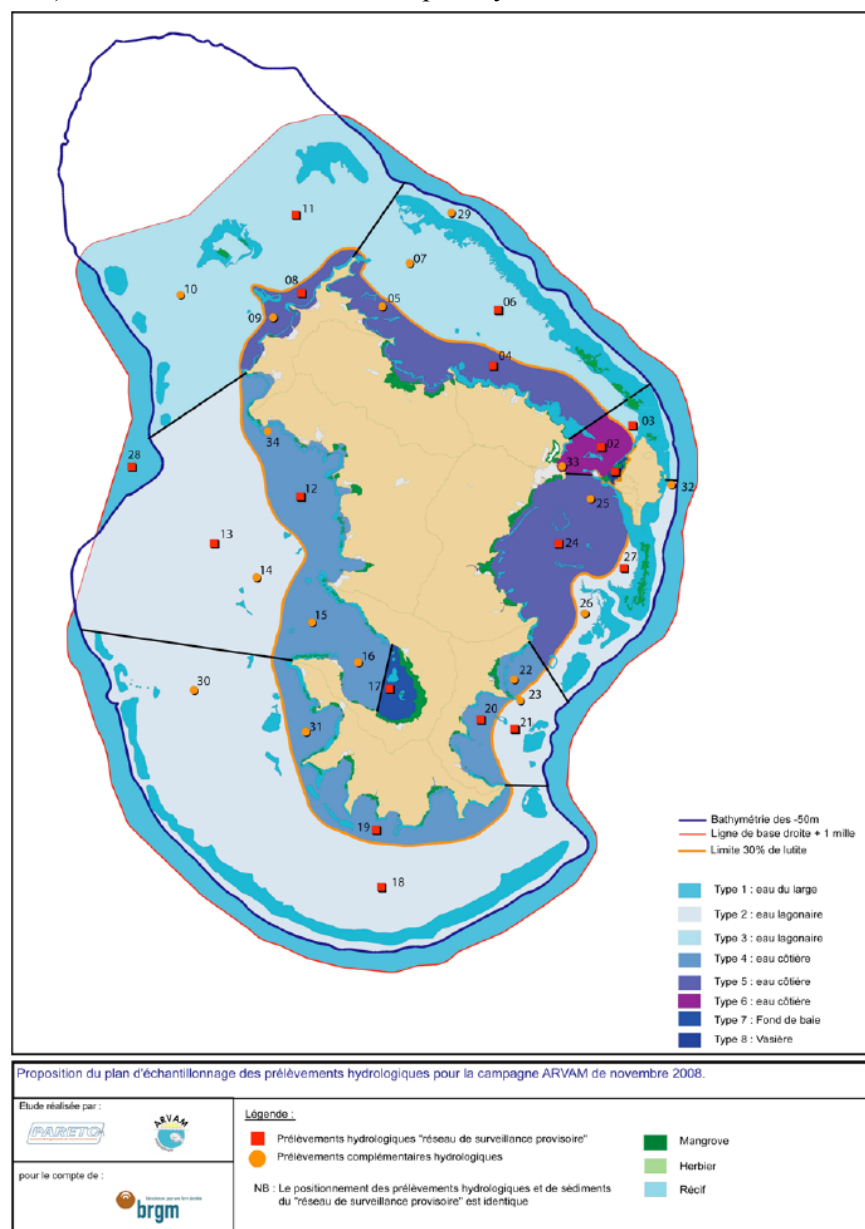
La liste des éléments de qualité biologiques par type de masses d'eau n'est pas établie, car il existe actuellement trop de manques dans la connaissance de certains de ces paramètres. Les études complémentaires lancées ou à lancer en 2010 doivent permettre de répondre à cette question d'ici à 2011 (ex : définition d'un indicateur surfacique corail/algue, suivi de l'état de santé des herbiers, en cours...).

6.3.3. Suivi des paramètres physico-chimiques généraux et de la biomasse chlorophyllienne dans l'eau

2 campagnes de surveillance ont été menées par l'ARVAM et APNEE en 2008 et 2009. La première a eu lieu en novembre 2008 (saison sèche) et la seconde en avril 2009 (saison des pluies).

a) Sites échantillonnés

Le positionnement de stations du contrôle de surveillance qualité de l'eau et des sédiments pour ces campagnes a été proposé sur la base des données existantes : courantologie, bathymétrie et recherche d'une certaine continuité avec le peu d'historique existant. Ainsi, 34 stations eau (2 par masse d'eau) ont été définies dans les champs moyens et lointains des différents secteurs.



b) Méthodologies analyses eau

Les mesures de l'oxygène dissous, de la température, de la salinité, de la conductivité et du pH, ont été réalisées *in situ* à l'aide d'une sonde multiparamètres (YSI 600 QS). Sur chaque station, deux mesures sont réalisées : en subsurface (-1m) et en profondeur (-15 m).

Sur chaque station, 5 litres d'eau sont prélevés en subsurface (-1m) à l'aide d'une bouteille NISKIN lestée.

Les paramètres, analystes et méthodes analytiques correspondantes sont décrits dans le tableau suivant :

Paramètre	Prestataire	Méthodes	Unité	Seuil de détection	Précision
Température	ARVAM	Sonde <i>in situ</i> YSI 600 QS	°C	-	0,05%.
Salinité	ARVAM	Sonde <i>in situ</i> YSI 600 QS	psu	0,02 psu	0,01 psu
Oxygène dissous	ARVAM	Sonde <i>in situ</i> YSI 600 QS	ml.l ⁻¹	< 0,02 ml.l ⁻¹	5 %
Turbidité	ARVAM	NF EN 27027	FSU	0,01 FSU	5%
Azote ammoniacal	ARVAM	NF T 90-15 modifié Aminot et Kérouel, 2004	µmol.l ⁻¹	0,05 µmol.l ⁻¹	5%
Phosphate	ARVAM	NF EN 1189 modifié Aminot et Kérouel, 2004	µmol.l ⁻¹	0,02 µmol.l ⁻¹	0,05 µmol.l ⁻¹
Silicate	ROUEN	ISO 16264 modifiée RNO-CNEXO	µmol.l ⁻¹	0,14 µmol.l ⁻¹	5%
Nitrates	ROUEN	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO	µmol.l ⁻¹	0,08 µmol.l ⁻¹	5%
Nitrites	ROUEN	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO	µmol.l ⁻¹	0,04 µmol.l ⁻¹	11%
Chlorophylle a	ARVAM	Fluorimétrie (Aminot Kerouel 2004)	mg/m ³		

NB : des grilles de lecture sont attendues pour **début 2010**, afin de pouvoir évaluer l'état des masses d'eau littorales au regard de ces paramètres.

6.3.4. Campagne échantillonneurs passifs d'avril 2009

Face au manque de données à Mayotte pour caractériser l'état de référence et dans le double but d'effectuer une première évaluation des niveaux de concentration en **fin de saison des pluies** et de participer à l'évaluation à grande échelle de l'opérationnalité des systèmes d'échantillonnage passif (cf. Guyane point 4.3.2. et Réunion point 5.4.1.), une campagne a été réalisée à Mayotte en **avril 2009**.

Des dispositifs DGT, SBSE et POCIS ont ainsi été disposés puis récupérés dans différentes masses d'eau sur **7 stations au total**, couvrant 7 typologies différentes. Cette première campagne permettra de disposer début 2010 de données analytiques sur les métaux, les contaminants hydrophobes bio-accumulables (HAP, PCB, pesticides organochlorés, etc.) et les contaminants chimiques hydrophiles non bio-accumulés.

Coordonné par l'Ifremer (J.L. Gonzalez), ce projet associe l'ARVAM, l'Université de Bordeaux 1 et le CEDRE, dans le cadre de la convention-cadre BRGM/ ONEMA.

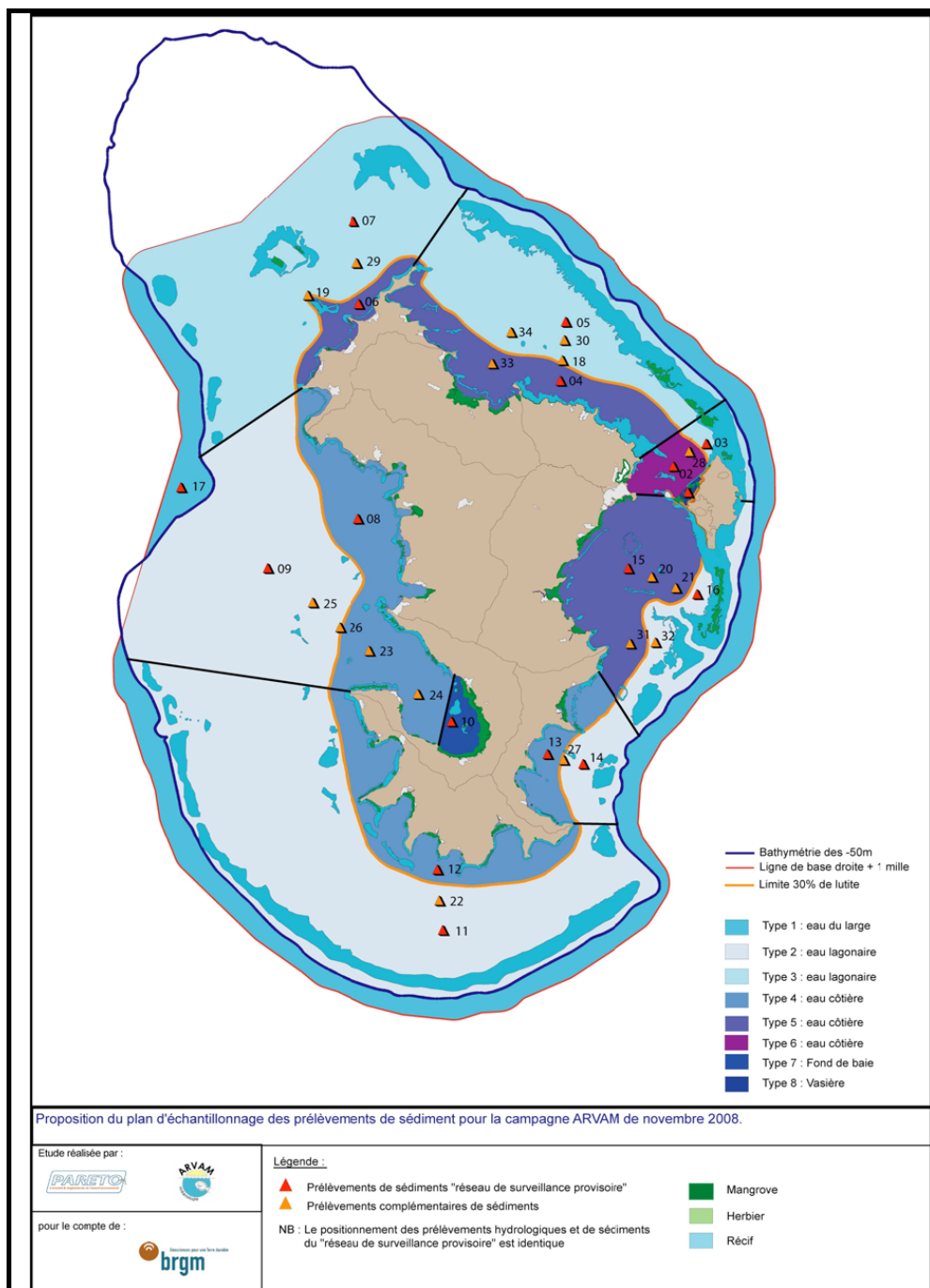
Parallèlement une étude doit définir, d'ici à mars 2010, les valeurs de bruit de fond dans l'eau de mer des 4 métaux de la directive fille (responsable : Jean François Chiffolleau à l'Ifremer).

6.3.5. Etude des fonds sédimentaires

Une première campagne d'échantillonnage des sédiments a été réalisée par l'ARVAM en **novembre 2008** (en même temps que la campagne réalisée sur la matrice « eau »), dans le but de consolider l'état des lieux de 2007 (les dernières données disponibles dataient de 1991-1993).

a) Sites échantillonnés

Un positionnement de stations a été proposé sur la base des données existantes : courantologie, bathymétrie et recherche d'une certaine continuité avec le peu d'historique existant. Ainsi, 33 stations sédiment (2 par masse d'eau) ont été définies dans les champs moyens et lointains des différents secteurs.



NB : pour la campagne de novembre 2008, 17 des stations « eau de mer » et « sédiment » étaient confondues. A l'inverse, les 17 stations complémentaires « eau de mer » étaient distinctes des 17 stations complémentaires « sédiment ».

b) Méthodologies analyses sédiment

Les prélèvements ont été réalisés en novembre 2008 à l'aide d'une benne à sédiment de type Van Veen. La benne est descendue à l'aide d'un bout, mâchoires ouvertes. Un dispositif permet à la benne de se refermer à la remontée, emprisonnant un échantillon représentant un prélèvement de 0,1 m².

Sur le navire, la benne est vidée de son eau puis ouverte dans une bassine. Le contenu est photographié et un échantillon est collecté dans un pilulier stérile, puis placé au frais (4 à 6°C).

Paramètres	Méthode	Unité
Granulométrie laser *	ISO 13320-1	%
COT *	NF ISO 14235	% m/m
Matières sèches *	NF ISO 11465	% m/m
Carbonates	Calcimétrie	% m/m
Azote Kjeldahl *	NF ISO 11261	% m/m
Phosphore total	NF EN ISO 6878 mod	mg/kg

Les échantillons ont été envoyés par Chronopost, 7 jours après le prélèvement au laboratoire de Rouen (<http://www.laborouen.fr>), en charge des analyses.

Par ailleurs, une seconde campagne de caractérisation de la chimie des sédiments (1 station échantillonnée par masse d'eau) a été lancée fin 2009 avec, simultanément, un échantillonnage de la **faune invertébrée de substrat meuble (dans le but d'évaluer les indices correspondants utilisés en métropole)**.

Cette campagne, dont les résultats sont attendus pour **fin 2010**, associe l'ARVAM, le LPTC de Rouen ainsi que l'université de la Réunion (remarque : mêmes acteurs que le projet CARTOMAR à la Réunion).

Les résultats issus de ces campagnes d'analyses sur les sédiments permettront également d'affiner la délimitation des masses d'eau (notamment côtières / lagunaires).

6.3.6. Chimie dans le biote (bioaccumulation par le bivalve *Saccostrea cucullata*, 2008)

Une campagne de suivi a été réalisée en 2008 par le GIS LAG-MAY (Thomassin *et al*, 2008), faisant suite à une précédente étude (Arnoux, 1997). L'échantillonnage a été réalisé dans 23 foyers naturels de *Saccostrea cucullata*, toutes les **masses d'eau côtières** étant représentées.

Les paramètres analysés sur les chairs de ce bivalve par le Laboratoire d'Hydrologie et de Molysmologie Aquatique de l'Université de Méditerranée sont :

- 7 Métaux : As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (grande hétérogénéité dans les teneurs du fait soit de la géochimie des riches mères soit des apports anthropiques),
- 16 HAP : dont 5 ont été détectés (Naphtalène, Pyrène, Acénaphène, Fluroanthène, Benzo(b)fluoranthène),
- 7 congénères de PCB : tous détectés (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180).

Si ce modèle a révélé un réel intérêt pour du contrôle opérationnel, se pose désormais la question de son adaptation dans les masses d'eau de type « lagon ».

6.3.7. Suivis de la faune benthique invertébrée : communautés coralliennes

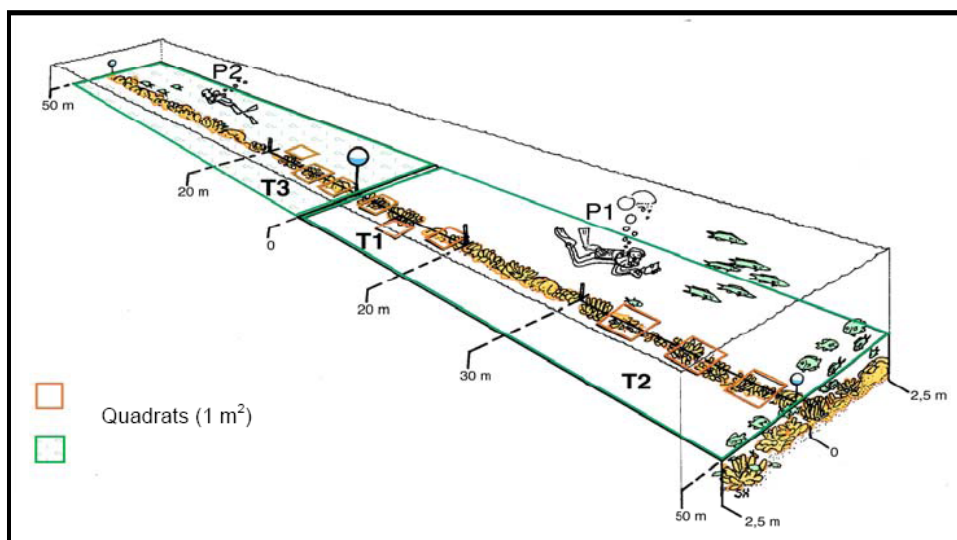
De nombreux suivis des récifs coralliens sont effectués à Mayotte, et une synthèse relative aux suivis ORC et Reef Check est programmée pour le courant de l'année 2010.

a) Le suivi ORC (observatoire des récifs Coralliens)

Depuis 1998, ce suivi (DAF) s'appuie essentiellement sur l'acquisition de **données annuelles** de référence sur 9 puis 12 sites de suivi actuellement (2 à 3 profondeurs échantillonnées), répartis sur les 3 types de récifs de l'île.

L'ORC met en oeuvre des méthodologies comparables à celles développées dans le réseau régional et mondial de suivi des récifs coralliens (GCRMN, cf. la Réunion). De fait, les résultats obtenus permettent d'alimenter les programmes de surveillance des récifs au niveau de la région Sud Ouest Océan Indien (dont CORDIO dédié au blanchissement corallien en 2000), et à plus grande échelle au niveau national (IFRECOR) et mondial (ICRI).

La faune benthique, la flore fixée et la faune ichthyologique sont échantillonnées suivant la méthode LIT (3 transects de 20 m) et « belt transect » (faune benthique vagile).



Pour le volet ichthyologique, les variables de base relevées dans le cadre du réseau ORC sont :

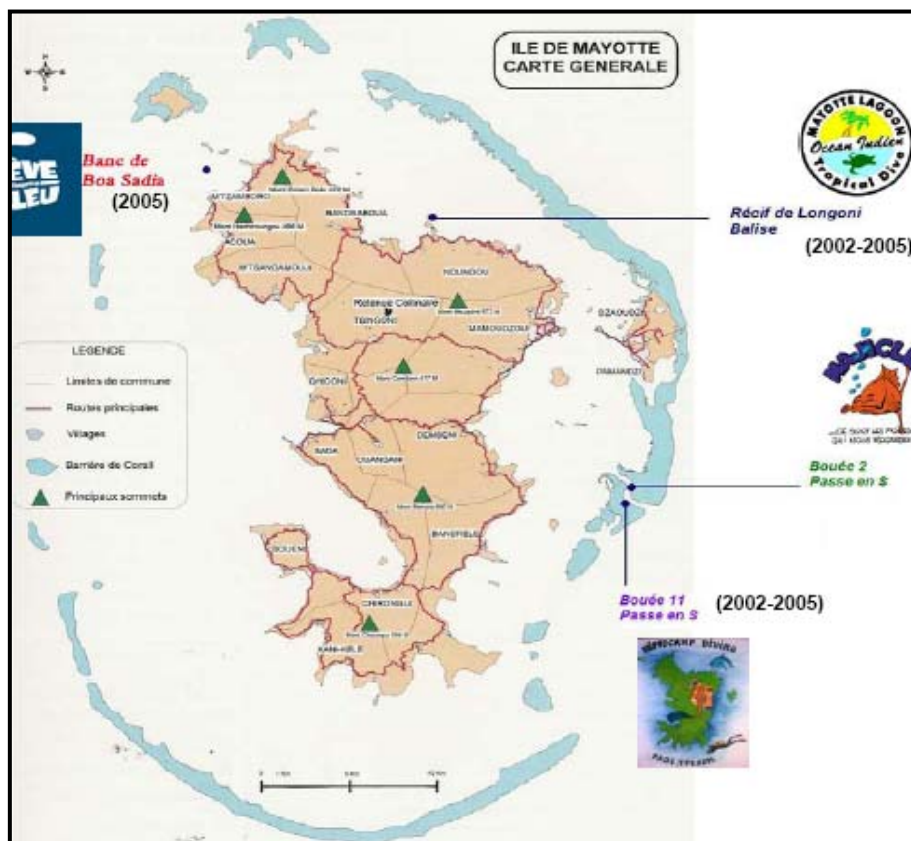
Familles cibles	Noms communs
Acanthuridae	Poissons chirurgiens
Carangidae	Caranges
Chaetodontidae	Poissons papillons
Haemulidae	Gaterins
Labridae	Labres
Lethrinidae	Capitaines
Lutjanidae	Vivaneaux
Pomacanthidae	Poissons anges
Pomacentridae	Poissons demoiselles
Scaridae	Perroquets
Serranidae	M'rous et Anthias

Pour le volet benthique, les variables relevées et leur code COREMO correspondants sont :

CODE	SIGNIFICATION BDD COREMO III	TERMINOLOGIE CAMENBERT PEUPLEMENT BENTHIQUE
ACB	Acropore Branchu	CORAIL
ACD	Acropore Digté	
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	Héliopore	
CME	Millépore	
CTU	Tubipore	
SC	Corail Mou	
CA	Algue Calcaire	ALGUE
FMA	Algue dressée molle	
HMA	Algue dressée dure	
TA	Turf Algal	
DC	Corail Mort	ABIOTIQUE
RCK	Dalle/Roche	
R	Débris	
S	Sable	
SI	Vase	
SP	Eponge	AUTRE
ZO	Zoanthaire	
OT	Autre	

b) Le suivi Reef Check

Ce réseau a été créé en 2002, il fonctionne grâce à des bénévoles tout comme à la Réunion. 4 sites Reef Check sont actuellement suivis à Mayotte, selon les mêmes protocoles que ceux utilisés à la Réunion (méthode des PIT, 4 transects de 20m pour chaque station, **fréquence annuelle**).



c) Le suivi de l'état de santé du récif frangeant MANTA TOW (masse d'eau côtière)

En 2004, un bilan de l'état de santé de l'intégralité des récifs frangeants de la Grande Terre a été financé et commandé par la DAF au bureau d'études ESPACES. Ce bilan constituait le 3^{ème} volet d'un suivi qui avait débuté en 1989 (**état de référence**). En respectant une méthodologie similaire et une **périodicité de 7 ans**, un deuxième point avait été effectué en 1997, puis ce troisième bilan en 2004.

Le front récifal, ou « tombant » est longé sur toute sa longueur autour de l'île, avec une embarcation. Un arrêt, environ tous les 20 m, permet d'observer grâce à un bathyscope ou **lunette de calfat**, l'état de santé des peuplements de coraux.

La métrique utilisée pour apprécier la vitalité du récif est le **taux de recouvrement du substrat par les coraux durs (Scléactiniaires) constructeurs de récifs**, au niveau du front récifal ou « tombant ». C'est en effet la zone de croissance du récif vers le large, donc là où les peuplements de coraux sont les plus vivants, grâce à des conditions environnementales particulières. Un changement de la vitalité au niveau du tombant traduit donc le plus souvent un état de dégradation déjà avancé des autres portions du récif.

A chaque observation, le taux de couverture du substrat par les coraux vivants (n'incluant ni les coraux mous, ni les algues calcifiées) est estimé en utilisant une cotation comprenant **6 classes**. La cotation utilisée a été adaptée à partir de la cotation de DAHL, utilisée mondialement pour les études de reconnaissance et de gestion des récifs coralliens. Un, deux, voire trois observateurs confrontent leurs estimations du taux de couverture en coraux vivants.

D'autres informations qualitatives sont également notées comme les espèces et formes de coraux dominantes, les proliférations de coraux mous, la présence d'étoiles dévoreuses de corail (*Acanthaster*), les traces d'envasement, etc...

d) Le suivi de l'état de santé du récif barrière (masse d'eau lagunaire)

En 2005, un **état des lieux initial** de l'état de santé des récifs internes et de la pente externe du récif barrière a été commandé par la DAF (financement DAF/CDM) à l'ARVAM.

Au total, 90 points sur les récifs internes (dont la double barrière au Sud de l'île) et 59 points sur la pente récifale externe du récif barrière (hors barrière effondrée et abords de passe), choisis aléatoirement, ont été échantillonnés.

A chacun des points, un transect de 25 m de longueur et large de 10 m (soit une superficie de 250 m²) divisé en 10 quadrats de 5 m x 5 m (soit 25 m² pour chaque quadrat) a été échantillonné.

Les informations relevées sur chaque quadrat sont : la nature du substrat (dur, débris, sable), l'estimation de la couverture corallienne et les proportions relatives des formes de coraux (coraux de type Acropores / coraux de types non-Acropores), l'estimation de la couverture algale (turf, algues dressées, algues calcaires).

Afin de caractériser l'état de santé du récif barrière, **une grille composée de 6 classes a été élaborée à partir de la couverture corallienne, du peuplement corallien, du peuplement algal.**

e) Le suivi de la température du lagon

A la suite d'un phénomène de blanchissement corallien massif ayant eu pour cause une élévation anormale de la température océanique due à un épisode « El Nino », le suivi de la température du lagon de Mayotte est assuré par la DAF depuis décembre 1998.

La veille s'effectue au moyen de sondes fixes enregistreuses de température. Actuellement, trois sondes de type *STARMON mini* sont en service et mesurent la température de sub-surface (les sondes sont immergées entre 3 et 9 m de profondeur, selon les sites et le marnage) toutes les heures. Les sondes sont relevées tous les deux mois pour en extraire les données de température.

Ces données sont traitées par le service environnement de la DAF, ce qui donne lieu à un rapport d'activité annuel.

Ce suivi est nécessaire afin de faire la part de la dégradation du récif liée aux pressions anthropiques de celle liée au changement climatique global.

6.4. Travaux en cours et échéances

6.4.1. Bio-indication

Des données hyperspectrales ont été collectées en optimisant les moyens aériens mis en place dans le cadre du programme Litto3D mené durant l'été 2009 sur Mayotte. Les cartographies des secteurs coralliens devraient être disponibles en juin 2011, et le rapport final en mars 2012. Le travail réalisé est commun à l'ensemble des îles françaises de l'Océan Indien (Réunion, Mayotte, Iles Eparses). La définition d'un indicateur surfacique est réalisée dans le cadre du projet bio-indication mis en œuvre sous l'égide de l'Ifremer à la Réunion (cf. point 5.4.4).

En parallèle à ce qui est fait à la Réunion, des fiches études vont être réalisées par la DAF de Mayotte concernant :

- La sensibilité à l'eutrophisation : suivi pilote sur 2010-2011 de quelques masses d'eau qualitativement très opposées afin de vérifier la pertinence des grilles provisoires proposées pour ces paramètres
- Risque hypersédimentation : suivi de transects pour caractériser la sédimentation du lagon

6.4.2. Invertébrés de substrat meuble (cf. point 6.3.5)

Un échantillonnage d'une station par masse d'eau a été lancé fin 2009. Il devra permettre d'évaluer la pertinence des indices invertébrés de substrats meubles appliqués au contexte mahorais (résultats fin 2010).

6.4.3. Angiospermes

Le suivi des herbiers de phanérogames (735 ha à Mayotte) est envisagé en complément du suivi des récifs coralliens. Ces herbiers sont, de plus, des zones d'alimentation des tortues vertes et des dugong (animaux protégés).

En 2004, une cartographie des herbiers a été réalisée à l'aide d'images satellites (Landsat, SPOT, IKONOS) et d'orthophotographies (campagnes IGN), Kélonia, Univ. Réunion, DAF.

Une fiche étude sera montée par la DAF de Mayotte pour la mise en œuvre d'un suivi pilote (2010-2011) sur les herbiers mahorais, destiné à adapter les méthodes nationales et/ou antillaises au contexte local.

6.4.4. Etat des récifs frangeants et barrière à t + 6 ans

Absence d'information (projet de fiche étude pour 2011).

7. Discussion

Ce rapport, tributaire de la quantité et de la pertinence des informations envoyées par les divers correspondants contactés dans les départements d'outre-mer (DOM), propose un panorama général de la situation de la mise en œuvre de la DCE dans les DOM.

Il en ressort tout d'abord que le niveau cette mise en œuvre est relativement inégal en fonction du DOM considéré du fait d'un démarrage des travaux DCE plus ou moins précoce, d'un volume de connaissances scientifiques initial bien souvent relativement faible si l'on compare à la métropole, mais aussi de l'absence de moyens techniques et humains pour faire face à ce nouvel enjeu. Ainsi on notera d'une manière générale que la Martinique et la Réunion sont relativement avancées par rapport aux autres DOM.

7.1. Typologie

Concernant la délimitation et la définition de la typologie DCE des masses d'eau, le « dire d'expert » semble avoir pris une place prépondérante au vu du faible volume de données disponibles. Il ressort également que le nombre de types définis dans les DOM est important au regard du nombre de masses d'eau (par exemple en Guadeloupe 6 types pour 12 ME au total). Il sera donc nécessaire d'effectuer certains regroupements à la lumière des données historiques lorsqu'elles auront été bancarisées (cf. travail effectué à la Réunion), ou collectées dans le cadre des travaux DCE en cours et à programmer. A l'issue du rapportage de mars 2010, ces modifications de la typologie ne seront envisageables que dans le cadre du prochain plan de gestion.

7.2. Pertinence des éléments de qualité

Une liste d'éléments de qualité pertinents, par type de masse d'eau, doit être fournie dans le cadre du rapportage. Cette liste est établie pour la Martinique (avec le problème du suivi « ichtyofaune » figurant dans la circulaire surveillance qui n'est pas réalisé) et la Guadeloupe. Pour la Martinique, le choix stratégique de définir les mangroves comme MET implique désormais d'élaborer des indicateurs biologiques spécifiques à ce type de milieu, ce qui constitue une difficulté supplémentaire.

Mayotte n'a pas encore de liste arrêtée (l'élément de qualité corail est fortement pressenti), de même que la Guyane qui teste de nombreux éléments de qualité dans le cadre du programme de recherche IRD. Quant à la Réunion, le suivi de l'élément de qualité « phytoplancton », initialement prévu pour toutes le MEC, ne semble pas pertinent pour les masses d'eau récifales car sujet à des interférences pour l'interprétation des résultats.

7.3. Conditions de référence

Les difficultés dans la détermination de la typologie des masses d'eau par manque de connaissance sont à mettre en parallèle avec celles éprouvées pour établir les conditions de référence par type. Une des priorités, pour tous les DOM, sera donc la mise en oeuvre de réseaux de suivi « référence », à même de valider, ou d'infirmer, les typologies adoptées (ex : Martinique et Guadeloupe).

Un soutien méthodologique de l'Ifremer a été sollicité afin de pouvoir valider les premières valeurs de référence établies : quel volume de données est nécessaire pour pouvoir statuer ?

Une fois les valeurs de référence établies, les travaux devront s'attacher à évaluer et hiérarchiser l'impact des pressions sur les milieux littoraux, afin de construire les grilles les plus pertinentes possibles.

7.4. Analyse par élément de qualité

7.4.1. Coraux

Pour cet élément de qualité, de nombreuses données ont d'ores et déjà été collectées dans le cadre de réseaux de suivis divers (GCRMN, Reef Check...), selon des protocoles qui peuvent différer selon le niveau d'expertise mis en œuvre (nombre de paramètres, déterminations spécifiques...), mais aussi sur le plan de la simplicité de mise en œuvre ou de la représentativité à l'échelle d'une masse d'eau.

L'une des principales conclusions du séminaire de juin a donc été le souhait d'une harmonisation méthodologique pour cet élément de qualité DCE. Cet objectif était visé par le mandat du groupe de travail tel que théoriquement défini (animation P. Talec /DIREN Réunion + volontaire Antilles). La question se pose également de la faisabilité d'une harmonisation des suivis dans des contextes récifaux parfois particuliers, et avec des contraintes de continuité des réseaux déjà existants.

Pour ce faire, la mutualisation semble nécessaire, car elle conduira non seulement à développer une surveillance plus homogène, mais aussi à acquérir de nouvelles données pour définir des indicateurs, en ayant une synergie entre la DCE et les besoins dans le domaine de la Nature (Aires Marines Protégées).

Un autre élément qui ressort de l'analyse dans les différents DOM est la nécessaire transformation de certaines observations qualitatives réalisées en variables quantitatives permettant de développer les métriques et indices servant au calcul des EQR.

Il conviendra en parallèle d'étudier les potentialités de l'étude pilote réalisée à la Réunion (prospection LIDAR et imagerie hyperspectrale) en terme d'éventuelle transposition aux autres DOM.

Enfin, dans le but de valoriser les séries temporelles d'ores et déjà existantes et de bancariser les nouvelles données, le rapatriement de certaines données « DCE compatibles » disponibles dans la base de données COREMO vers QUADRIGE² est un chantier prioritaire³³.

Si l'exploitation des données acquises montre des évolutions significatives, il devient toutefois nécessaire de faire la part de ce qui relève du changement global (évolution climatique) par les observations sur les sites de référence, des pressions anthropiques locales.

7.4.2. Phytoplancton

L'élément de qualité « biomasse » est suivi au travers de la concentration en chlorophylle a dans l'eau. Il n'est pas pertinent dans les masses d'eau récifales à la Réunion (brouillage, remise en suspension) et dans les masses d'eau de transition de la Martinique (milieu déjà très végétal, apports extérieurs et difficultés liées à la turbidité). Des problèmes sont également signalés quant aux laboratoires mobilisables sur ce paramètre (agrément) et quant aux métriques à adopter (utilisation du percentile 90 comme en métropole).

Pour les éléments de qualité abondance est composition, des carences dans la connaissance des taxons indicateurs et de la saisonnalité des blooms sont identifiées. Une étude spécifique sera prochainement menée en Martinique pour y apporter des éléments de réponse.

³³ Du 2 au 6 novembre 2009, Antoine Huguet (IFREMER/DYNECO/VIGIES) s'est rendu à la Réunion afin d'auditer l'applicatif COREMO (réunions avec l'ARVAM et la DIREN) et d'étudier son interopérabilité avec la base de données Q² (sachant qu'une nouvelle version, COREMO 4 est actuellement développée par l'ARVAM).

Sur le mode de ce qui est programmé en Martinique, les principaux enjeux de programmation pour les autres DOM et clairement identifiés dans le mandat d'un futur groupe de travail « phytoplancton » sont :

- Identifier entre chaque DOM, deux à trois sites soumis à eutrophisation pour tester la métrique bloom.
- Identifier un site pilote avec une fréquence d'échantillonnage augmentée
- Déterminer la fréquence d'échantillonnage à adopter sur de tels sites
- Etablir une synthèse bibliographique sur les grands groupes taxonomiques dans les DOM-TOM
- D'émettre des suggestions pour améliorer les méthodes de comptage et de reconnaissance
- De proposer des techniques alternatives applicables rapidement (ex. méthode de fluorescence *in vivo*).

Les animateurs proposés pour ce groupe sont Felipe Artigas (Université Wimereux) et Luis Lampert (Ifremer Guyane)

7.4.3. Invertébrés de substrat meuble

L'indice AMBI est testé pour les MET de la Martinique et à la Réunion (M-AMBI, projet CARTOMAR).

Une acquisition d'un jeu de données plus conséquent que l'actuel (taxons, espace et temps) est nécessaire pour pouvoir consolider la pertinence et représentativité de l'indice M-AMBI en terme d'état écologique de la MET en Martinique.

Des développements méthodologiques doivent être envisagés à Mayotte pour cet éléments de qualité, et les foraminifères sont testés dans les MET de Guyane, car l'utilisation de l'indice M-AMBI semble inadaptée.

Le mandat d'un groupe de travail pour les DOM concernés (Guyane, Martinique, Mayotte), animé par D. Guiral (IRD) et L. Bigot (Université de la Réunion), avait été initialement été construit autour des priorités suivantes :

- Bilan de situation dans les DOM concernés.
- Intérêt de suivre les populations de crabes dans les mangroves
- Pertinence du M-AMBI et/ou autres indicateurs à développer pour les DOM.

Dans le cadre de ce groupe de travail, des contacts pourront utilement être pris auprès d'autres laboratoires travaillant sur la Caraïbe, et notamment Dynecar de l'UAG de Guadeloupe ou bien les partenaires de J.M. Amouroux (CNRS Banyuls) sur le programme DCE de Guyane.

7.4.4. Angiospermes

Cet élément de qualité ne concerne actuellement que les MEC de Martinique, la Guadeloupe et Mayotte, sachant que la démarche est commune pour les deux DOM Antillais, qui ont commencé à élaborer des grilles de qualité pour les observations effectuées (densité, abondance relative des espèces, longueur des feuilles, état de santé). A noter que l'élément de qualité « macroalgues » est inclus dans l'indice d'état de santé général de l'herbier de phanérogames (indicateur d'eutrophisation). Pour les Antilles, le prochain travail sera d'élaborer des indices

quantitatifs (et un mode d'agrégation), et de les mettre en relation avec les pressions identifiées. Au vu de l'avancement des travaux sur les Antilles, il semblerait judicieux que le suivi angiospermes à Mayotte s'inspire ces travaux, une fois identifiées les espèces et cartographiés les herbiers mahorais. Les indicateurs devront être communs aux différents DOM.

7.4.5. Surveillance chimique

Pour l'ensemble des DOM (NB : sauf Mayotte), un cadrage des listes de substances à surveiller (et éventuelles NQE correspondantes) sera produit par l'Ifremer pour mars 2010 (Gilles Bocquénil IFREMER/Cellule ARC/Nantes). Ce travail sera réalisé dans le cadre de l'action n°21 de la convention ONEMA/IFREMER 2009 (cf. Annexe 1). Dans ces mêmes DOM seront déterminés les bruits de fond dans l'eau de mer des 4 métaux impliqués dans l'évaluation de l'état chimique (Cd, Pb, Ni et Hg : action n°19 de la convention ONEMA /IFREMER, cf. annexe 1).

Parallèlement, des tests sont à mener sur des espèces bio-accumulatrices afin d'améliorer la connaissance des molécules impliquées, de leur provenance (contrôle opérationnel), et d'une éventuelle meilleure représentativité de leur mesure dans le biote. Des essais sont d'ores et déjà pratiqués sur des bivalves sur l'ensemble des DOM.

La méthodologie des capteurs passifs utilisée en Guyane, à Mayotte et à la Réunion se révèle intéressante, sous réserve d'une validation par l'Union Européenne et d'un transfert méthodologique aux acteurs locaux.

Enfin, il a été conseillé lors du séminaire d'incorporer au suivi des nutriments le suivi du fer qui représente, en milieu tropical, un paramètre explicatif complémentaire (contrôlant le processus d'eutrophisation).

7.4.6. Hydromorphologie

Le cadrage méthodologique développé pour la métropole devra être transposé au contexte des DOM.

7.5. Conclusion

A l'évidence, la satisfaction exhaustive des attendus du rapportage concernant les DOM sera difficile. En conséquence, outre les efforts à déployer pour respecter les échéances du calendrier de rapportage, il convient en parallèle de préparer des arguments pour plaider les adaptations aux spécificités des eaux ultra-marines auprès des instances européennes.

Il convient donc d'ores et déjà de préparer un programme de travail pluriannuel pour la mise en œuvre effective de la DCE. A cette fin, le rôle des groupes de travail défini lors du séminaire de juin 2009 est primordial.

Signalons que 2010 sera une année de transition : l'adoption d'un plan pluriannuel d'actions spécifique aux départements d'outre-mer (DOM) nécessite la réactivation des groupes de travail définis lors du séminaire Ifremer des 9 et 10 juin 2009, et du financement de leurs travaux par l'ONEMA. Il est souhaitable qu'une mission se déroule en 2010 dans les DOM pour refaire le point de la situation, envisager les besoins d'assistance et définir un partenariat à plus long terme avec les Universités (UAG, Université de la Réunion).

En tout état de cause, la mise en œuvre de la DCE dans les DOM est un défi important pour les années à venir, et nécessitera le renforcement des moyens logistiques et humains attribués à cet objectif.

Références

Aspects généraux

Aminot, A., Kerouel, R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Editions IFREMER, Plouzané (France), 336 p.

Aminot, A., Kerouel, R., 2007. Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines : méthodes en flux continu. Editions IFREMER, Méthodes d'analyse en milieu marin, 188 p.

Borja, A. *et al.*, 2004. The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Marine Pollution Bulletin* 48: 405-408

Borja, A., Muxika, I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin*, 50 (7), 787-789.

IFREMER, 2002. Document SEQ "littoral". Système de classification pour l'évaluation de la qualité des eaux littorales : grilles d'aptitude aux usages et à la biologie. Convention MEDD / IFREMER n° 031-01, 26 p.

IFREMER, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE, 58 p.

Jeffrey, S.W., R.F.C. Mantoura, and T. Bjørland. 1997. Data for identification of 47 key phytoplankton pigments. *In* S.W. Jeffrey, R.F.C. Mantoura, and S.W. Wright (eds.), *Phytoplankton Pigments in Oceanography*, UNESCO, Paris, pp. 449-559.

Joanny M., 2001. Meeting of the OSPAR eutrophication Task Group ; development of the comprehensive procedure : introduction to the criteria which will be used in France. Londres, 9-11 octobre 2001.

SIE, MEEDDM, ONEMA, Agences de l'Eau, 2009. Guide pour le rapportage DCE V 1.2., 94 p.

MEEDDM, IFREMER, ONEMA., 2009. Compte rendu du séminaire de mise en œuvre de la DCE dans les eaux littorales des DOM. 23p + annexes.

MEEDDM, 2007. Circulaire DCE 2007/20 relative à la constitution et à la mise en œuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux littorales (eaux de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre communautaire dans le domaine de l'eau.

Directive 76/464 du parlement et du conseil concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la communauté. *Journal officiel des Communautés européennes* n° L 129 du 18.06.1976.

Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil (2000) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel des Communautés européennes* n° L 327 du 22.12.2000.

Directive 2008/105/CE du parlement européen et du conseil (2008) établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du



Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, et modifiant la directive 2000/60/CE. Journal officiel des Communautés européennes n° L 348 du 24.12.2008.

NF EN ISO 7027. Qualité de l'eau - Détermination de la turbidité

NF EN ISO 16665. Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna

NF T 90-117. - Qualité de l'eau. - Dosage de la chlorophylle « A » et d'un indice phéopigments. - Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire

Antilles-Caraïbes

Asconit Consultants, Impact Mer, 2005a. État des lieux du district hydrographique de la Martinique. Tome 1. Caractérisation du District. Rapport pour: DIREN Martinique, Comité de Bassin de la Martinique, ODE Martinique, 175 p.

Asconit Consultants, Impact Mer, 2005b. État des lieux du district hydrographique de la Martinique. Tome 2. Description des masses d'eau. Rapport pour: DIREN Martinique, Comité de Bassin de la Martinique, ODE Martinique, 7 p.

Bigot, L., Amouroux, J.M., 2008. Définition de l'état de référence et contrôle de surveillance des masses d'eau de transition (MET) - Directive Cadre sur L'Eau – Martinique 2008. Analyse de la macrofaune de substrat meuble. Equilibre / LOBB. Rapport pour: Impact Mer / Pareto, 20 p.

Bouchon, C., Bouchon-Navarro, Y., 1998. État des récifs coralliens en Martinique. *In*: État des récifs coralliens en Outre-Mer. IFRECOR, Paris, pp. 119-128.

Bouchon C., Bouchon-Navarro Y., Brugneaux S., Mazéas F., 2002. Status of the coral reefs in the French West Indies : Martinique, Guadeloupe, St-Barthélemy, Saint-Martin). Communication Caribbean Coral Reef Conference, 24-29 novembre, Curaçao.

Bouchon C., Bouchon-Navarro, Y., Louis M., 2003. Manuel technique d'étude des récifs coralliens de la région Caraïbe. UAG, 58 p.

Bouchon, C., Bouchon-Navarro, Y., Louis, M., 2004. Critères d'évaluation de la dégradation des communautés coralliennes dans la région Caraïbe. *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)*, 59 (1-2), 113-121.

DIREN Guadeloupe, SCE, CREOCEAN., 2005. Directive Cadre, état des Lieux, 186 pp.

DIREN Martinique., 2009. Cahier des clauses techniques particulières. Suivi des stations des réseaux de référence et de surveillance des masses d'eau côtières et de transition au titre de l'année 2009 – Volet Biologie, 16 p + annexes

Impact Mer, 2006. Définition du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Martinique- Directive cadre Européenne sur l'Eau. Rapport pour le compte de DIREN Martinique, 70 p + annexes.

Impact Mer, 2009. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Définition de l'état de référence pour les Masses d'Eaux de Transition de la Martinique. *Revue bibliographique sur l'utilisation des*



épibiontes des racines de palétuviers comme indicateur de l'état de santé des Masses d'Eaux de Transition. Rapport Annexe. DIREN Martinique, 16 p.

Impact Mer, Pareto Ecoconsult, 2009. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Définition de l'état de référence pour les Masses d'Eau de Transition de la Martinique. Années 2007/2008. Rapport final, Rapport pour: DIREN Martinique, 154 p.

Lapointe, B.E., Littler, M.M., Littler, D.S., 1992. Modification of benthic community structure by natural eutrophication: the Belize barrier reef. *In*: Richmond, R.H. (Ed.), *Proceeding of the Seventh International Coral Reef Symposium Vol.1, 1992, Guam*. University of Guam Press, UOG Station, pp. 323–333.

PARETO, IMPACT MER, ARVAM, ASCONIT, R.N. ST-MARTIN., 2007. Directive Cadre sur l'Eau : définition de l'état de référence et du réseau de surveillance pour les masses d'eau littorales de la Guadeloupe. Phase 1 : définition des sites de référence et de surveillance, rapport final, Décembre 2007, 47 p + annexes.

PARETO, IMPACT MER, ARVAM, ASCONIT, R.N. ST-MARTIN (2009) : Directive Cadre sur l'Eau : réalisation du contrôle de surveillance des masses d'eau littorales de la Guadeloupe. Biologie, Physico-chimie, Hydromorphologie. Rapport trimestriel de prélèvements hydrologiques, campagne n° 2 : décembre 2008, rapport provisoire, avril 2009, 38 pages + annexes.

PARETO, IMPACT MER, ARVAM, ASCONIT, R.N. ST-MARTIN., 2009. Directive Cadre sur l'Eau : définition de l'état de référence et du réseau de surveillance pour les masses d'eau littorales de la Guadeloupe. Rapport de synthèse : première année de suivi (2007-2008), rapport provisoire, Mars 2009, 62 p + annexes.

Guyane

Baird R.H., 1958. Measurement of condition in mussels and oysters. *J. Cons.*, 23 (2) : 249-257.

CREOCEAN, AQUASCOP, BRGM., 2006. Directive Cadre sur l'Eau - Etat des lieux : caractérisation du district hydrographique de la Guyane et registre des zones protégées. Rapport pour Comité de bassin de la Guyane, DIREN Guyane, 192 p.

Froidefond, J.M., Lahet, F., Hu, C., Doxaran, D., Guiral, D., Prost, M.T., Teron, J.-F., 2004. Mudflats and mud suspension observed from satellite data in French Guiana. *Mar. Geol.* 208, 153–168.

Gonzalez, J-L., Tapie, N., Budzinski, H., Guyomarch, J., Crenn, V., Bretaudeau-Sanjuan, J., 2009. Etude pilote préliminaire: Première évaluation des niveaux de contamination chimique des eaux littorales guyanaises dans le cadre de la préparation du volet "chimie" du contrôle de surveillance DCE - campagne Novembre 2008. Convention IFREMER / DIREN Guyane. 40 p + annexes.

Guiral, D., 2009. Convention DIREN GUYANE – IRD (38-39 A1) pour la définition et la mise en oeuvre de la DCE en vue de l'évaluation de la qualité écologique et chimique des eaux littorales de Guyane. Campagne de fin de saison des pluies 2009, 35 p.

Océan Indien

ARVAM., 2008. Définition des réseaux de surveillance « qualité des masses d'eau côtières » de Mayotte. Rapport intermédiaire ARVAM A345, 19 p.



ARVAM/ Reef Check Réunion, 2008. Les méthodes Reef Check Réunion. Plaquette technique bénévoles, 6 p.

ASCONIT., 2006. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Mayotte. Etat des lieux et définition des problèmes principaux. 3 tomes, synthèse + atlas cartographique.

BCEOM, ARVAM, PARETO ECOCONSULT., 2005. Etat des lieux du district hydrographique de la Réunion. Rapport pour DIREN Réunion, 189 p + annexes

Bigot L., Gremare, A., Amouroux J. M., Frouin P., Maire O., Gaertner, J.C., 2008. Assessment of the ecological quality status of soft-bottoms in Reunion Island (tropical Southwest Indian Ocean) using AZTI Marine Biotic Indices - *Marine Pollution Bulletin* 56 : 704-722.

Clua E., Legendre P., Vigliola L., Magron F., Kulbicki Michel, Sarramegna S., Labrosse P., Galzin R. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2006, 333 (2), p. 219-230.

Conand C., Chabanet P., Quod J-P., Bigot L., 1998. Manuel méthodologique pour le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud-ouest de l'Océan Indien. Commission Océan Indien. 27 p.

Garric Perales J., Scolan P., 2009. 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. Rapport intermédiaire, 7 p. + annexes.

Gonzalez, J.L., 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. Convention IFREMER/DIREN. Rapport Intermédiaire, 20 p. + annexes.

Ifremer, ARVAM, ECOMAR-UR, PARETO ECOCONSULT., 2009. Caractérisation de l'état de référence biologique des masses d'eau côtières au regard de la directive cadre sur l'eau. Etude pilote. Rapport d'avancement, 17 p.

Malard A., Winckel A., 2008. Définition des réseaux de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines, de surface et côtières de Mayotte – BRGM/RP-56774-FR, 218 p., 48 Ill., 9 ann.

RNO., 2005. Surveillance du milieu marin. Travaux du RNO. Edition 2005. Ifremer et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 48 p.

Wickel J., 2006. Observatoire des Récifs Coralliens de Mayotte : bilan 1998-2005, évaluation et perspective. Rapport pour le compte de la DAF, 37 p. + annexes.

Wilkinson C., 1998. Status of coral reefs of the world : 1998. Australian Institute of Marine Science, 184 p.



Sites internet

Office national de l'eau et des milieux aquatiques	http://www.onema.fr/
Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer – DCE	http://www.ecologie.gouv.fr/Les-guides-de-mise-en-oeuvre-de-la.html
Guidances documents DCE	http://www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/guidance.html
Site EAUFRANCE	http://www.eaufrance.fr/
IFRECOR	http://www.ifrecor.org/documentstel.php
Ifremer La Réunion – projets DCE	http://wwz.ifremer.fr/lareunion/les_projets/dce#DCEr%C3%A9union
Réseau de suivi benthique	http://www.rebent.org/
Reef Check	http://www.reefcheck.fr/spip.php?article7
DIREN Martinique	http://www.martinique.ecologie.gouv.fr/eaux_littorales.html
DIREN Réunion	http://www.reunion.ecologie.gouv.fr/
DIREN Guadeloupe	http://www.guadeloupe.ecologie.gouv.fr/
DIREN Guyane	http://www.guyane.ecologie.gouv.fr/index.php
Global Coral Reef Monitoring Network	http://www.gcrmn.org/
DYNECAR / UAG	http://calamar.univ-ag.fr/uag/dynecar/web-content/index.html
ECOMAR/UR	http://personnel.univ-reunion.fr/ppinet/ECOMAR/
Office de l'eau Martinique	http://www.eaumartinique.eu/
Office de l'eau Réunion	http://www.eaureunion.fr/
Office de l'eau Guadeloupe	http://eauguadeloupe.com/
Office de l'eau Guyane	http://www.eauguyane.fr/
Observatoire du Milieu Marin Martiniquais	http://www.ommm.org/



Annexe 1 – Exemples d'études DOM

Année	2010
Nom DOM-COM	MARTINIQUE
Maître d'ouvrage	DIREN/IFREMER
Titre étude	Identification de blooms saisonniers de phytoplancton dans les masses d'eau côtières de Martinique
Objectifs	<p>Affiner les outils de bio-indication des masses d'eau côtières basés sur les phytoplancton en identifiant l'éventuelle période la plus pertinente pour le suivi des blooms phytoplanctoniques.</p> <p>Cette démarche s'inscrit dans le développement d'un bioindicateur permettant d'évaluer l'état biologique des masses d'eau côtières de Martinique, compatible avec les objectifs de la DCE et dans des délais compatibles avec le calendrier de la directive.</p>
Contexte	<p>Les phytoplanctons sont l'un des maillons biologiques-clés identifiés par l'Union Européenne pour diagnostiquer l'Etat Ecologique des cours d'eau (DCE) pour le suivi des masses d'eau côtières.</p> <p>Cet élément est suivi trimestriellement depuis 2007 dans les masses d'eau côtières de Martinique.</p> <p>Aucun bloom n'a à ce jour été identifié, cet élément étant un constituant de l'indicateur phytoplancton.</p> <p>Afin de déterminer la pertinence de cet indice, un suivi plus fréquent sur quelques sites bien choisis (sujets à eutrophisation), doit être mené (fréquence au moins bi-hebdomadaire) sur une année entière. L'identification d'une éventuelle période de l'année plus sensible aux blooms phytoplanctoniques permettra de mieux cibler la période d'échantillonnage des suivis futurs.</p>
Description des tâches	<p>1-Approfondir les connaissances sur le phytoplancton des masses d'eau côtières de Martinique (blooms et composition)</p> <p>2- Identifier, si elle existe, la période de l'année la plus propice au suivi de cet indice et proposer une méthodologie de suivi adaptée</p>
Acteurs extérieurs	IFREMER
Résultats attendus et calendrier	<p>1- Note méthodologique concernant la pertinence du suivi du phytoplancton (blooms notamment) dans les masses d'eau côtières de Martinique</p> <p>2- si pertinent : Guide de réalisation du suivi des blooms phytoplanctoniques dans les masses d'eau côtières de Martinique</p> <p>Durée du projet : 1 an. (démarrage en 2010)</p>
Coût Financement	<p>Coût total estimé : 150 000 €,</p> <p>Participation ONEMA (dans le cadre de la convention nationale avec l'IFREMER) : 90 000 € (60%)</p> <p>Contribution DIREN : 60 000 € (40%)</p> <p>Interrogation sur une contribution éventuelle de l'IFREMER</p>
Action déjà financée l'année précédente par l'ONEMA	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non



Année	2010
Nom DOM-COM	MARTINIQUE
Maître d'ouvrage	DIREN/IFREMER
Titre étude	Développement d'un outil de bioindication de la qualité des masses d'eau de transition de Martinique basé sur les épibiontes de racines de palétuvier – IFREMER – Année 1/2
Objectifs	Disposer d'un bioindicateur permettant d'évaluer l'état biologique des masses d'eau de transition de Martinique, compatible avec les objectifs de la DCE et dans des délais compatibles avec le calendrier de la directive.
Contexte	<p>Les masses d'eau de transition de Martinique (essentiellement constituées de mangroves) constituent un milieu très particulier, et pour lesquelles des connaissances précises en terme d'écologie des milieux doivent être acquises, dans le but de réaliser un suivi qualitatif de ces zones.</p> <p>Le suivi biologique de ces écosystèmes doit être réalisé, pour remplir les critères de la Directive Cadre sur l'Eau, a minima sur deux espèces, l'une animale, l'autre végétale. Un suivi, et le renforcement des indicateurs afférents, est déjà en cours sur l'endofaune du substrat meuble. Un complément doit être apporté, via une espèce animale, pour compléter la qualification biologique de l'état de ces masses d'eau.</p> <p>Un première approche bibliographique a été menée en 2007-2008 pour mieux cibler la ou les espèces les plus pertinentes parmi celles constituant l'épibionte des racines de palétuviers.</p> <p>Sur la base de cette étude bibliographique, une phase de terrain doit être réalisée, pour acquérir les données nécessaires au choix de l'indicateur et au développement d'un outil de bio-indication.</p> <p>Les spongiaires constituent un groupe qui semble, au regard de l'étude bibliographique, particulièrement pertinent.</p>
Description des tâches	<p>1-Approfondir les connaissances sur les spongiaires et autres espèces constituant l'épibionte des racines de palétuvier des masses d'eau de transition de Martinique</p> <p>2- Définir les classes de qualités et les profils écologiques des espèces dominantes, afin d'établir une métrique de bio-indication adaptée</p> <p>3-Réalisation d'un guide d'utilisation une mise en application facilitée de l'indice proposé</p>
Acteurs extérieurs	IFREMER
Résultats attendus et calendrier	<p>1-Identification de la ou des espèces les plus pertinentes pour la bio-indication (espèces végétales en priorité)</p> <p>2-Outil d'évaluation de l'état écologique des masses d'eau de transition de Martinique</p> <p>3-Guide explicatif correspondant</p> <p>Durée du projet : 2 ans. (démarrage en 2010)</p>
Coût Financement	<p>Coût total estimé : 200 000 €,</p> <p>Participation ONEMA (dans le cadre de la convention nationale avec l'IFREMER) : 120 000 €, soit 60 000 € en 2010 et 60 000 € en 2011 (60%)</p> <p>Contribution DIREN : 80 000 € soit 40 000 € en 2010, 40 000 € en 2011 (40%)</p> <p>Interrogation sur une contribution éventuelle de l'IFREMER</p>
Action déjà financée l'année précédente par l'ONEMA	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non

Action n°	21 – CONVENTION ONEMA IFREMER 2009
Titre	Adaptation de la surveillance chimique pour la DCE au contexte des DOM (Martinique – Guadeloupe – Guyane – Réunion)
Domaine	Outils pour la mise en œuvre des politiques publiques de l'eau
Missions Ifremer	Appui et expertise en soutien aux départements d'Outre-Mer. Application de la DCE aux DOM.
Objectifs Onema	[5] Acquérir des données – action 13 : Contribuer aux programmes de surveillance
Contexte	La mise en œuvre de la DCE dans les DOM nécessite de prendre en compte les spécificités locales. Une action spécifique est proposée pour adapter les conditions de cette application dans son volet chimique aux quatre départements d'outre-mer.
Description	Face aux questions posées par les spécificités écologiques et économiques des DOM, il est proposé de fédérer les partenaires impliqués dans la mise en place de la DCE dans ces territoires. Il s'agit dans l'immédiat de compléter la liste des substances spécifiques à suivre et préciser les matrices et méthodes de surveillance adaptées, afin de pouvoir mettre en œuvre la surveillance chimique dans les délais requis (d'ici fin 2012). En complément, la pertinence des NQE sera discutée dans le contexte écologique de DOM et des normes concernant les molécules spécifiques pourront être proposées. Cette action s'inscrit en complément de l'action menée par l'INERIS (fiche n°20 de la convention ONEMA-INERIS 2009).
Responsable	M. Marchand responsable du programme surveillance et évaluation de l'environnement littoral
Correspondant Onema	Pierre-François Staub
Autres correspondants	G Bocquene (Ifremer - Cellule ARC – DCN-BE) DIREN-DOM, ODE, Ifremer/délégation Antilles et Réunion
Acteurs externes	MEEDDAT : Anne Fontaine, chef du bureau LM1-milieux marins ; Sarah Jung, chargée de mission, bureau LM1-milieux marins-
Résultats attendus	<u>Année 1 (2009/2010) :</u> Listes de substances à suivre dans les DOM : 1- Etat chimique : par DOM, liste des substances qui ne sont pas pertinentes. 2- Etat écologique : par DOM, identification des substances spécifiques à prendre en compte (ex : chlrodécone dans les Antilles) ; liste des substances de l'état écologique à retenir (examen de la liste nationale) 3- Substances directive fille (substances de l'annexe III, susceptibles d'intégrer la liste des substances prioritaires, à suivre dans les matrices intégratrices) : liste des substances pertinentes dans les DOM. 4- Proposition de matrices adéquates par substances. <u>Année 2-</u> 1- Propositions pour la surveillance (choix raisonné des matrices, des sites, organisation pratique) 2- NQE : Propositions de normes de qualité pour les substances spécifiques aux DOM et pertinence des NQE des substances communes avec la métropole Cette action s'inscrit en complément de l'action menée par l'Ineris (fiche n°20 de la convention ONEMA-INERIS 2009).
Indicateurs	
ETP	Personnel permanent : 3 mois
Coût global	54 k€
Coûts externes	20 K€
Financement par l'Onema	43,2 K€
Financements externes	
Calendrier	<u>Année 1 (2009/2010) : Réalisation des points 1 à 4.</u> Septembre 2009 : mise en place d'un réseau de partenaires chargé d'élaborer les listes. Mars 2010 : liste des substances adaptée par DOM.
Actions connexes	Fiche 17 : Développement et adaptation des méthodes de bioindication dans les DOM. Fiche 13 : Adaptation de la surveillance chimique en métropole. Fiche INERIS n°20 (convention ONEMA-INERIS, 2009)
Date de rédaction de la fiche	13/02/2009
Version	4
Référence convention cadre	Onema – Ifremer 2009

Action n°	19
Titre	Définition des valeurs de bruit de fond des 4 métaux de l'état chimique DCE dans l'eau de mer
Domaine	Substances chimiques
Missions Ifremer	Acquisition de connaissances en soutien à la mise en place de la DCE
Objectifs Onema	[1 Faire progresser les savoirs
Contexte	Dans l'évaluation de l'état chimique DCE, l'existence d'un bruit de fond pour les métaux (Cd, Pb, Ni et Hg) doit être prise en compte. Il s'agit donc de définir les valeurs du bruit de fond dans les quatre DOM.
Description	l'IFREMER réalisera des mesures de contaminants métalliques dans l'eau de mer. L'opération permettra d'établir les niveaux de base (concentrations en phase dissoute) de contaminants métalliques figurant dans la liste des substances prioritaires de la DCE (Cd, Pb, Ni et Hg) dans les eaux côtières des quatre DOM.
Responsable	Jean-François CHIFFOLEAU (IFREMER DCN/BE)
Correspondant Onema	Pierre-François Staub
Autres correspondants	
Acteurs externes	Anne Fontaine, chef du bureau LM1-milieux marins-MEEDDAT Sarah Jung, chargée de mission, bureau LM1-milieux marins-MEEDDAT
Résultats attendus	En année 1 (2009/2010) du programme, IFREMER réalisera les prélèvements dans les quatre DOM (échantillons filtrés et totaux), sur une quinzaine d'échantillons d'eau de mer de surface par DOM. L'année 2 sera consacrée aux analyses puis à la définition des valeurs du bruit de fond dans les quatre DOM
Indicateurs	
ETP	Personnel permanent : 1 mois
Coût global	33,3 K€
Coûts externes	18,54 K€
Financement par l'Onema	26,64 K€
Financements externes	
Calendrier	Année 1 (2009/2010) Echantillonnage de septembre à décembre 2009 (2 DOM) Echantillonnage de janvier à mars 2010 (2 DOM). Année 2 Analyses effectuées pour novembre 2010. Rapport rendu le 30 mars 2011.
Actions connexes	
Date de rédaction de la fiche	27/01/09
Version	2
Référence convention cadre	Onema-Ifremer (2009)



Guyane

FICHE ONEMA 2010 N°7: IRD

Action n°	
Titre	Mise en œuvre de la DCE pour les masses d'eau de transition
Domaine	Soutien à la surveillance des masses d'eau littorales
Contexte	<p>Suite à la convention IRD-DIREN 2009 pour la mise en œuvre de la DCE dans les eaux littorales, de nombreuses données restent à acquérir pour la caractérisation des eaux de transition.</p> <p>En effet, ce type de masse d'eau présente de grandes particularités vis-à-vis des influences continentales et côtières. En Guyane, le manque de connaissances sur le fonctionnement écosystémique de ces milieux de transition ne permet pas un suivi pertinent de la qualité chimique des eaux et de l'évaluation de l'intégrité fonctionnelle et structurelle de leurs communautés biologiques.</p> <p>Dans un premier temps, une délimitation provisoire des masses d'eau littorales a été établie en 2006, dans le cadre de l'état des lieux. 8 masses d'eau de transition et 1 masse d'eau côtière ont été identifiées. Cependant cette répartition est à réactualiser et à mettre en parallèle avec la BD Cartage qui sera disponible début 2010.</p> <p>Une réflexion a été menée par l'IRD et la DIREN pour délimiter sur des critères écologiques les eaux continentales / eaux de transition / eaux côtières. En effet, des mesures physico-chimiques ou hydrométriques ne permettent pas d'établir de limites objectives et pérennes au vu des variations hydrologiques et hydrochimiques, inter- et intra-annuelles (forte variabilité des apports continentaux en contexte climatique tropical), et journalières des courants bidirectionnels, (flots et jusants, dus à la marée plus ou moins entravés en fonction du transit littoral des vases amazoniennes).</p> <p>En revanche, une approche écosystémique, basée sur les différents peuplements de mangroves permet de s'appuyer sur le caractère intégrateur de la ripisylve. Ainsi, de part leur caractère plus ou moins halotolérant, les espèces de mangrove, <i>Rhizophora</i>, <i>Avicenia</i> et <i>Laguncularia</i>, peuvent fixer des limites durables qu'il sera intéressant de valider par une caractérisation de leurs communautés biologiques (invertébrés benthiques et phytobenthos) et de leurs métabolismes sédimentaires.</p> <p>Dans un second temps, la Circulaire DCE 2007/20 du 05/03/07 relative à la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance pour les eaux littorales, spécifie l'échantillonnage des poissons dans les eaux de transition.</p> <p>En Guyane, très peu de données existent en particulier : - sur l'importance voire l'existence d'une réelle interface pour les poissons entre les eaux continentales et marines - sur les différents types d'habitats susceptibles d'héberger plus ou moins durablement des communautés ichtyologiques spécifiques - sur l'importance des migrations relatives à des espèces amphihalines comme les tarpons ... Des inventaires ichtyologiques sont indispensables pour acquérir des données et tester la pertinence de ce paramètre. De plus, la caractérisation de la qualité biologique des eaux de transition nécessitera l'étude des communautés benthiques plus statiques mais écologiquement plus intégratives que les communautés de poissons.</p> <p>L'efficacité de différents protocoles d'échantillonnage doit au préalable être évaluée pour mettre au point une méthodologie standardisée et pragmatique de suivi ichtyologique de ces masses d'eau.</p>
Description des tâches	<p>Valider la méthodologie de délimitation des eaux de transition en réalisant des campagnes terrain dans tous les estuaires guyanais et leurs affluents en conditions hydroclimatiques contrastées. Relever les points GPS, au niveau de chaque rive, des limites des peuplements d'<i>Avicenia</i> et de <i>Rhizophora</i>.</p> <p>Réaliser la cartographie des masses d'eau en tenant compte de la BD Cartage.</p> <p>Identifier les différents types d'habitats et leurs pressions anthropiques et évaluer les impacts écosystémiques de ces pressions sur les communautés et le métabolisme benthiques.</p> <p>Elaborer un protocole d'échantillonnage des poissons pour les eaux de transition, réaliser les inventaires et les confronter aux observations relatives aux communautés benthiques.</p> <p>Définir une typologie des eaux de transition pour optimiser le suivi des réseaux DCE.</p>
Responsable IRD	D. Guiral
Responsable DIREN	Lydie Riera (SEMARD)
Autres correspondants	GT : Ifremer, Cemagref : Mario Lepage
Acteurs externes	R. Vigouroux: HYDRECO, F. Brochard: H2e B. De Merona – IRD
Résultats attendus et calendrier	<p>Suivi Réseaux 2010 : continuer le suivi des eaux de transition en fonction des résultats du programme 2009.</p> <p>Mise au point d'un réseau de surveillance des eaux de transition comprenant des stations et des indicateurs pertinents.</p>

Guyane

FICHE ONEMA 2010 N°3: CEMAGREF

Action n°	
Titre	Gestion piscicole des eaux douces en Guyane
Domaine	Connaissance des peuplements ichtyologiques guyanais
Contexte	<p>Les spécificités de la Guyane vis-à-vis de la pêche en eau douce sont très fortes. En effet, rivières, fleuves et zones humides, sont sollicités pas seulement par une activité ludique, mais pour une ressource alimentaire essentielle pour la majeure partie des populations de l'intérieur et du rural côtier.</p> <p>Aujourd'hui la pérennité de cette richesse est totalement inconnue. Des menaces sur certaines communautés piscicoles, dues à une surpêche localisée, sont connues mais mal appréhendées.</p> <p>L'ensemble des textes législatifs et réglementaires du code de l'environnement relatifs à la pêche (Livre IV – Titre III) est théoriquement applicable en Guyane. Cependant, aucune des dispositions relatives à la gestion de la ressource et à l'organisation des pêcheurs (Chapitres III à VII) n'est appliquée.</p> <p>Seul un arrêté préfectoral de 1978, réglementant les engins utilisés pour la pêche fluviale est utilisé. Cependant son application est très limitée et sa valeur réglementaire peut être remise en question.</p> <p>La commercialisation de poissons d'eau douce est largement pratiquée sans cadre réglementaire adéquat.</p> <p>Le manque de connaissances des pratiques et des menaces sur certaines espèces ne permet aujourd'hui de gérer durablement la ressource.</p> <p>En 2005, l'Inspection générale de l'Environnement a commandité la mission « Pêche et gestion piscicole en Guyane » de Pierre Balland, mais aucune suite n'a été donnée aux recommandations de ce rapport.</p>
Description des tâches	<p>Faire un état des lieux des ressources piscicoles, en lien avec l'acquisition de connaissance sur les cycles biologiques des espèces.</p> <p>Identifier l'ensemble des pratiques de pêche et ses enjeux économiques et sociaux.</p> <p>Evaluer les menaces de surpêche sur les espèces piscicoles.</p> <p>Analyser le contexte réglementaire et ses conditions d'application.</p>
Responsable CEMAGREF	à déterminer
Responsable DIREN	Lydie Riera (SEMARD)
Correspondant Onema	
Autres correspondants	
Acteurs externes	<p>Agents ONEMA Guyane</p> <p>HYDRECO</p> <p>B. De Merona – IRD – Projet QUES</p>
Résultats attendus et calendrier	<p>A court terme :</p> <p>Synthèse des pratiques de pêche. Enjeux et recommandations.</p> <p>Synthèse des connaissances sur la ressource piscicoles, ses menaces et biologie des espèces.</p> <p>Identifier les acteurs et initier la concertation.</p> <p>Coordonner la mise en place d'une réglementation</p>
Version	V1 du 19/05/2009
Coût / financement	à déterminer - coût estimatif 40 000 €



Guyane

FICHE ONEMA 2010 N°15 CEMAGREF

Action n°	
Titre	Protocole prélèvement diatomées par substrats artificiels en eaux de transition
Domaine	Soutien à la surveillance des masses d'eau littorales
Contexte	<p>L'échantillonnage des diatomées en Guyane en eaux de transition, a mis en évidence la nécessité d'adaptation de protocoles. En effet, le respect de la norme n'est pas possible : aucun substrat autorisé n'étant présent sur les sites et les zones aval subissant un fort marnage, il est très difficile de respecter l'immersion permanente du substrat</p> <p>La norme NF T 90-354 de décembre 2007 autorise l'utilisation de substrats artificiels. Un test a été effectué en 2008 (collaboration HYDRECO/ASCONIT) mais les résultats n'ont pas permis de définir le temps d'immersion nécessaire, ainsi que la pertinence de l'utilisation de tels substrats par comparaison avec les communautés naturelles.</p>
Description des tâches	<p>Définition des sites pilotes, du substrat et du mode de fixation le mieux adapté</p> <p>Pose des substrats, prélèvement et comptages cellulaires, estimation du temps de pose nécessaire</p> <p>Dénombrement et identification des diatomées, calcul de note indiciaire IBD, analyse des résultats et propositions</p>
Responsable CEMAGREF	M. Coste
Responsable DIREN	Lydie Riera (SEMARD)
Correspondant Onema	
Autres correspondants	
Acteurs externes	<p>HYDRECO: Régis Vigouroux</p> <p>ASCONIT: Anna Eulin-Garrigue</p>
Résultats attendus et calendrier	<p>Suivi Réseaux : mise en place d'un protocole reproductible pour l'échantillonnage des diatomées en eaux de transition</p> <p>2011 : validation d'un protocole par son application dans le suivi des réseaux DCE. Rendre ce protocole « DCE compatible ».</p>
Version	V1 du 18/08/2009
Coût / financement	coût estimatif 20 000 € (Devis 30 000€)

Annexe 2 – Contacts DOM

DOM	Organisme	Correspondant	E mail	Tél
Réunion	DIREN	Aurélie Mestres - Chef SEMA	Aurelie.MESTRES@developpement-durable.gouv.fr	
	DIREN	Pascal Talec - Milieu Marin SEMA	Pascal.TALEC@developpement-durable.gouv.fr	0262 94 78 12
	ARVAM	Jean Turquet	jean.turquet@arvam.com	0262 93 88 10
	IFREMER	Julie Garric Perales - VCAT	Julie.Garric.Perales@ifremer.fr	
	IFREMER	Ronan LE GOFF - Responsable site la Réunion	Ronan.Le.Goff@ifremer.fr	0262 55 47 20
	PARETO	Jean Benoît NICET	jbnicet.pareto@orange.fr	0262 29 70 68
	ECOMAR/UR	Lionel BIGOT	Lionel.Bigot@univ-reunion.fr	0262.93.86.90
Guyane	DIREN	Laure VERNEYRE - Chef SEMARDE	Laure.VERNEYRE@developpement-durable.gouv.fr	0594 29 66 53
	DIREN	Lydie RIERA - Chargée de mission données sur l'eau et hydrobiologie	Lydie.RIERA@developpement-durable.gouv.fr	0594 29 80 24
	DIREN	Aurélie LOTTE - Mise en œuvre DCE et SDAGE	Aurelie.LOTTE@developpement-durable.gouv.fr	0594 29 66 52
	IRD	Daniel GUIRAL	d.guiral@univ-cezanne.fr	
	IRD	Mathieu LUGLIA	mathieu.luglia@gmail.com	
	AAMP	Marion BRICHET	marion.brichet@aires-marines.fr	
	IFREMER	Fabian BLANCHARD - Responsable site Guyane	Fabian.Blanchard@ifremer.fr	0594 30 37 84
	H2E Guyane	Fabrice BROCHARD	h2eguyane@orange.fr	0594 25 44 84
	CNRS LOBB Banyuls	Jean Michel AMOUROUX	jean-michel.amouroux@obs-banyuls.fr	04 68 88 73 64
HYDRECO Guyane	Régis VIGOUROUX	regis.vigouroux@hydrecolab.com		
Guadeloupe	DIREN	Sophie GLEPIN - Chargée de mission qualité des milieux aquatiques	sophie.glepin@developpement-durable.gouv.fr	0590 99 35 63
	PARETO	Rémi GARNIER	remi.garnier@paretoec.fr	0590 41 10 70
	DYNECAR/UAG	Max Louis	max.louis@univ-ag.fr	
	ASCONIT Consultants	Nicolas Bargier – Agence Caraïbes	nicolas.bargier@asconit.com	05 90 41 10 70
	RN St Martin	Nicolas MASLACH - conservateur	reservenaturelle@domaccess.com	05 90 29 09 72
Martinique	DIREN	Corinne Figueras - Chargée de mission DCE et qualité des milieux aquatiques	Corinne.FIGUERAS@developpement-durable.gouv.fr	0596 71 63 54
	IFREMER	Jacques BERTRAND - Responsable site Antilles	Jacques.Bertrand@ifremer.fr	0596 66 19 40
	IMPACTMER	Adeline POUGET-CUVELIER	adeline.pouget.impactmer@orange.fr	0596 63 31 35
	Office de l'Eau	Loïc MANGEOT	loic.mangeot@eumartinique.fr	0596 48 47 20



Mayotte	DAF	Gilles CREUZOT	gilles.creuzot@agriculture.gouv.fr	
	DAF	Anil AKBARALY	anil.akbaraly@agriculture.gouv.fr	0269 64 88 02
	BRGM	Pascal PUVILLAND	pascal.puvilland@brgm.fr	
	BRGM	Arnaud MALLARD	arnaud.mallard@brgm.fr	0269 61 28 13

Autres contacts

Nom	Organisme/Fonction	E mail	Tél
Bruno ANDRAL	IFREMER TOULON - Coordination projet état de référence biologique Réunion	Bruno.Andral@ifremer.fr	04 94 30 48 55
Luis Felipe ARTIGAS	UMR CNRS 8187 LOG-MREN ULCO (Wimereux) - Expert phytoplancton	felipe.artigas@univ-littoral.fr	03 21 99 64 07
Catherine BELIN	IFREMER NANTES - Coordinatrice REPHY	Catherine.Belin@ifremer.fr	02 40 37 41 10
Gilles BOCQUENE	IFREMER NANTES - Cellule ARC - Responsable étude cadrage surveillance chimique DOM	Gilles.Bocquene@ifremer.fr	02 40 37 41 20
Jean François CHIFFOLEAU	IFREMER NANTES - Responsable étude bruit de fond métaux	Jean.Francois.Chiffoleau@ifremer.fr	02 40 37 41 77
Anne DANIEL-SCUILLER	IFREMER BREST - Expert nutriments	Anne.Daniel@ifremer.fr	02 98 22 43 43
Jean Pierre DEBENAY	Expert foraminifères Guyane	debenay@wanadoo.fr	
Matthieu DELATTRE	BRGM Orléans - Expert hydromorphologie	m.delattre@brgm.fr	
Jean Louis GONZALEZ	IFREMER TOULON - Responsable étude échantillonneurs passifs (Guyane, Réunion, Mayotte)	gonzalez@ifremer.fr	04 94 30 48 56
Antoine HUGUET	IFREMER NANTES - Audit COREMO / Compatibilité QUADRIGE	Antoine.Huquet@ifremer.fr	02 40 37 41 86
Sarah JUNG	MEEDDM - DEB - Chargée de mission DCE eaux littorales	sarah.jung@developpement-durable.gouv.fr	01 40 81 32 99
Bernard LE GUENNEC	ONEMA - Chargé de mission solidarité Outre-Mer	bernard.le-guennecc@onema.fr	01 45 14 36 10
Nicole LENOTRE	BRGM Orléans - Expert hydromorphologie	n.lenotre@brgm.fr	
Mario LEPAGE	CEMAGREF Bordeaux - Expert ichtyofaune	mario.lepage@cemagref.fr	05 57 89 08 10
Michel MARCHAND	IFREMER NANTES - Responsable programme DESECO	Michel.Marchand@ifremer.fr	02 40 37 41 58
Jacques PAGES	Expert phytobenthos Guyane	jpagesfree@free.fr	
Julie PERCELAY	MEEDDM - DEB - Adjointe à la chef du bureau des milieux marins	Julie.Percelay@developpement-durable.gouv.fr	01 40 81 32 11
Marie Claude Ximenes	ONEMA - DAST - Milieux marins	marie-claude.ximenes@onema.fr	01 45 14 36 48
Héloïse YOU	ONEMA - DAST - Milieux marins (chargé de mission DOM)	heloise.you@onema.fr	

