
***BILAN-DIAGNOSTIC DES DONNEES
SUR LES EAUX DU LITTORAL
REUNIONNAIS***

***DANS LE CADRE DE LA MISE EN OEUVRE DE LA DIRECTIVE
CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU ET DE LA MISE EN COHERENCE
DES RESEAUX DE MESURES***

Convention DIREN – IFREMER
(N°02/1214541/F)



Réf. IFREMER/DR/02/R06

Type de rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : RST.DEL/SR/02.11-DEL/PC/02.10	date de publication : décembre 2002 nombre de pages : + annexes bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : Français
Titre et sous-titre du rapport : Bilan-diagnostic des données sur les eaux du littoral réunionnais dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau à La Réunion et de la mise en cohérence des réseaux de mesures .	
Auteurs principaux : nom, prénom <i>GROUHEL Anne</i> <i>PIRIOU Jean-Yves</i> <i>LEMERCIER Philippe</i>	Organisme / Direction / Service, laboratoire <i>IFREMER / DEL / PC / Nantes</i> <i>IFREMER / DEL / SR / Brest</i> <i>IFREMER / La Réunion / Le Port</i>
Collaborateurs : nom, prénom ABERNOT-LE GAC Chantal PERRINE Annie LE ROY Didier	<i>Organisme / Direction / Service, laboratoire</i> <i>IFREMER / DEL / SR</i> <i>IFREMER / La Réunion</i> <i>IFREMER / La Réunion</i>
Organisme commanditaire : DIREN La Réunion	
Organisme réalisateur : <i>IFREMER Délégation de La Réunion BP 60, 97420 LE PORT</i> <i>IFREMER Centre de Brest, B.P. 70, 29 280 Plouzané</i> <i>IFREMER Centre de Nantes, B.P.21105, 44311 Nantes-cedex</i> Responsables scientifiques : Anne Grouhel - IFREMER / DEL / PC, Jean-Yves PIRIOU - IFREMER / DEL / SR, Philippe Lemercier - IFREMER / La Réunion	
Cadre de la recherche : Convention de prestation de la DIREN La Réunion à l'IFREMER n°02/1214541/F Programme : Code analytique Avis et assistance à l'Administration et aux usagers du littoral G11001	

Résumé :

L'île de La Réunion possède de nombreux réseaux de suivi des eaux douces qui devraient bientôt s'organiser autour de l'Office Local de l'Eau en création. Si ces réseaux indiquent quelques rares déficiences de qualité par endroit, par contre les plus gros problèmes se situent au niveau des quantités d'eaux douces, mal réparties dans l'espace et dans le temps.

Comparativement, le milieu marin paraît globalement mal desservi en réseaux de suivi. Les besoins de connaissance dans ce domaine ont été répertoriés. La récente Directive Cadre Européenne sur l'Eau demande de prendre en compte le suivi du milieu marin aussi bien dans le cadre de réseaux de surveillance que de contrôle ou d'alerte. Mais le manque global de connaissances fondamentales dans l'environnement marin à La Réunion rend des études préalables nécessaires. Il s'agira en particulier d'un inventaire quantitatif des apports d'origine terrestres dans les zones littorales sensibles ainsi que d'études physiques des zones côtières (fonds et courants) pour pouvoir découper et typer les masses d'eau marines.

Les réseaux de suivi côtiers proposés sont basés d'une part sur la surveillance générale (RNO, réseau Récifs), et d'autre part sur le contrôle et l'alerte dans les zones sensibles du littoral réunionnais (réseau Ecotox, réseau Apports).

Mots-clés :

île de La Réunion, réseaux de surveillance, directive cadre européenne sur l'eau, littoral

Ce document doit être cité de la manière suivante :

GROUHEL A., PIRIOU J.Y., LEMERCIER P., 2002. Bilan-diagnostic des données sur les eaux du littoral réunionnais dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau à La Réunion et de la mise en cohérence des réseaux de mesures. **Rapp. IFREMER RST.DEL/SR/02.11-DEL/PC/02.10 : 61 p. + annexes.**

INTRODUCTION	3
1. BILAN DE LA SITUATION ACTUELLE DES SUIVIS	4
1.1. PROBLEMATIQUES SPECIFIQUES A LA REUNION.....	4
1.2. SUIVIS EN EAU DOUCE.....	5
1.2.1. <i>Les organismes intervenants et leurs réseaux</i>	5
1.2.2. <i>Les principaux résultats synthétiques</i>	14
1.2.2.1. Les concentrations physico-chimiques dans les eaux souterraines.....	14
1.2.2.2. La qualité des eaux de surface.....	14
1.2.3. <i>La gestion des données</i>	15
1.3. SUIVIS EN MILIEU MARIN	18
1.3.1. <i>Les organismes intervenants et les réseaux correspondants</i>	18
1.3.2. <i>Les principaux résultats</i>	18
1.3.3. <i>La gestion des données</i>	19
2. DIAGNOSTIC DES BESOINS COMPLEMENTAIRES INVENTORIES	22
2.1. BESOINS COMPLEMENTAIRES DANS LES CONNAISSANCES FONDAMENTALES	22
2.1.2. <i>Le patrimoine naturel</i>	22
2.1.2. <i>Le fonctionnement physique des écosystèmes</i>	23
2.1.3. <i>L'impact des activités humaines</i>	24
2.2. BESOINS COMPLEMENTAIRES EN RESEAUX DE MESURE.....	25
2.2.1. <i>Des réseaux de surveillance</i>	25
2.2.1.1. La surveillance de l'évolution des écosystèmes.....	25
2.2.1.2. Le suivi d'impact	27
2.2.2. <i>Des réseaux de contrôle</i>	28
2.2.2.1. A vocation de protection du patrimoine	28
2.2.2.2. A vocation administrative : calcul de redevance	29
2.2.2.3. Le réseau d'inter-étalonnage DCE.....	29
2.2.3. <i>Des réseaux d'alerte</i>	29
2.2.3.1. Les risques liés aux épisodes pluvieux.....	30
2.2.3.2. La collecte d'information sur les mortalités de poissons.....	31
2.2.3.2.1. recherches des causes.....	31
2.2.3.2.2. évaluation du risque pour l'homme	32
2.2.3.3. L'alerte sur la présence de phycotoxine (ciguatera notamment).....	33
2.3. INFORMATION DES USAGERS.....	33
2.3.1. <i>L'information de routine</i>	33
2.3.2. <i>L'information en cas d'événements</i>	34
3. PROPOSITIONS D' ACTIONS	35
3.1. ETUDES COMPLEMENTAIRES SUR LES APPORTS A LA MER COTIERE.....	35
3.1.1. <i>La méthodologie générale</i>	35
3.1.2. <i>L'adaptation au cas de La Réunion</i>	36
3.1.3. <i>Les études préalables et la mise en place du réseau</i>	39
3.1.3.1. L'étude préalable de faisabilité	39
3.1.3.2. L'étude analytique des flux et l'optimisation de l'échantillonnage	39
3.2. ETUDES PHYSIQUES DU LITTORAL.....	40
3.2.1. <i>La cartographie des fonds littoraux autour de l'île</i>	40
3.2.2. <i>La courantologie fine autour de l'île</i>	40
3.2.3. <i>La typologie des masses d'eau</i>	41
3.3. RESEAUX DE MESURES.....	41
3.3.1. <i>L'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau</i>	41
3.3.2. <i>L'évaluation de la contamination chimique</i>	42
3.3.2.1. Les dosages dans les organismes marins : RNO matière vivante.....	42

3.3.2.2. Le RNO sédiments sur l'ensemble du littoral de l'île.....	43
3.3.2.3. L'archivage des résultats	44
3.3.3. <i>L'Etat de santé de l'écosystème littoral</i>	45
3.3.4. <i>La contamination par les toxines marines : réseau ECOTOX</i>	46
3.3.5. <i>Le Réseau APPORTS</i>	47
3.4. ORGANISATION DES ETUDES ET RESEAUX : SYNTHESE DES PROPOSITIONS.....	48
3.4.1. <i>Les études</i>	49
3.4.2. <i>Les réseaux de mesures</i>	50
4. CONCLUSION	51
5. BIBLIOGRAPHIE	53
6. LISTE DES SIGLES	54
7. ANNEXES	56

INTRODUCTION

Une actualité réunionnaise qui met en évidence un déficit de données sur l'eau

Comme cela s'était déjà produit en fin d'année 2000, des mortalités de poissons ont été observées sur le littoral réunionnais durant le mois d'avril 2002. Ces mortalités ont été suffisamment importantes pour entraîner une grave inquiétude locale. Ces deux crises et la difficulté de les expliquer ont mis en évidence le déficit d'informations quant à l'état du milieu et ses évolutions (en particulier lors des pluies tropicales et des cyclones) et l'urgence de mettre en place, à La Réunion, un véritable programme complet et cohérent de surveillance spécifique des milieux littoraux.

Ces phénomènes réactivent une réflexion qui avait été initiée par la DIREN et le Réseau de Bassin de la Réunion en 1997, sur les enjeux d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux marines et les conditions de son efficacité dans le contexte écologique et économique de l'île.

L'application à La Réunion de la Directive Cadre européenne sur l'Eau

La récente Directive Cadre européenne sur l'Eau (2000/60/CE) prescrit, au niveau de chaque Etat membre,

- l'évaluation de l'état initial des masses d'eau d'ici 2004 ;
- la mise en place, d'ici 2006, de programmes de surveillance de l'état de ces masses d'eau pour le préserver ou l'améliorer ;
- un inventaire de tous les rejets, de source ponctuelle ou diffuse, dans les eaux de surface.

Ceci concerne les eaux douces et marines côtières et porte aussi bien sur l'état écologique que chimique.

Ce double sujet de préoccupation actuelle sur l'île de La Réunion a conduit la Diren à proposer à l'Ifremer de réaliser un bilan-diagnostic des réseaux de données sur l'eau sur tout le territoire. Le contrat (proposition technique d'expertise présentée en annexe 1) pour la réalisation de ce travail limité aux eaux marines a été signé le 7 octobre 2002, le rapport final de l'étude devant être remis le 15 décembre 2002 au plus tard. Le bilan – diagnostic a été réalisé en deux temps : une mission de dix jours de deux experts de la direction de l'aménagement et de l'environnement littoral de l'Ifremer à La Réunion et la synthèse réalisée à partir de cette mission et des documents rassemblés par la délégation Ifremer de La Réunion.

Le travail a commencé par le recueil des informations au cours d'entretiens réalisés sur place entre le 12 et le 23 octobre 2002, auprès des différents organismes, services et associations réunionnaises concernées par la

qualité de l'eau. Les éléments récoltés au cours de ces entretiens ont été complétés à l'aide de documents synthétiques, fournis notamment par la DIREN. La liste des structures rencontrées est donnée en annexe 2.

Nous présentons ici une synthèse des différents réseaux (réseaux en mer et réseaux terrestres susceptibles d'apporter des informations sur les apports en mer) à La Réunion et le recensement des besoins exprimés par les collectivités, les services de l'Etat, les professionnels et les utilisateurs du littoral, les scientifiques, ... dans les domaines :

- de la protection de la santé publique ;
- de la protection des ressources vivantes exploitées
- de la préservation et la mise en valeur du patrimoine naturel (lagons, ...).

Les propositions d'évolution formulées en troisième partie pour couvrir les besoins actuellement non satisfaits en matière de surveillance du milieu marin tiennent compte des possibilités techniques sur place en tenant compte des possibilités actuelles et des évolutions prévisibles, et des conditions d'application de la directive cadre sur l'eau.

1. Bilan de la situation actuelle des suivis

1.1. Problématiques spécifiques à La Réunion

L'île de la Réunion est constituée très schématiquement d'une montagne volcanique dans l'océan indien. Elle possède un climat tropical avec des cyclones assez fréquents. Sa configuration géomorphologique et climatique provoque des pluies très intenses du côté Est de l'île (jusqu'à 10 mètres de hauteur d'eau par an). Paradoxalement les parties nord et ouest sont plutôt sèches. Or c'est ici que se cantonne la grande majorité de la population et les zones touristiques avec ses grands besoins d'eau (d'où le projet de transfert canalisé de l'est vers l'ouest) mais aussi les forts risques de pollutions dus aux rejets urbains, en particulier sur un littoral de lagons très sensibles.

Quant à l'agriculture, elle est basée actuellement sur la culture de la canne à sucre sur les pentes du pourtour de l'île. Les barrages ou captages pour l'irrigation de la canne peuvent provoquer des assèchements temporaires de cours d'eau avec ses conséquences sur les espèces aquatiques. Les apports d'engrais et de phytosanitaires (8 molécules) sont globalement peu importants sur la canne à sucre. Par contre, les cultures légumières, demandant en général plus d'engrais et de phytosanitaires, ont tendance à se développer en différents endroits de l'île, ceci avec des risques accrus de pollution des eaux. L'élevage est dispersé surtout dans la partie sud avec de forts risques d'écoulements de déjections liquides (matières

organiques, germes pathogènes, éléments nutritifs) en particulier lors des fortes pluies.

Les 15 stations d'épuration en service sont pour la plupart rudimentaires et se contentent d'un dégrillage et d'une décantation avant rejet dans le milieu naturel (parfois directement en mer comme Saint-Denis). Les 3 usines sucrières provoquent des rejets directs non-négligeables dans le milieu naturel.

Les fortes pluies tropicales ont, sur les terrains généralement très pentus de La Réunion, tendance à provoquer des ruissellements importants de polluants de toutes natures qui se retrouvent rapidement en quantité à la mer. Les conséquences sur les milieux marins côtiers sensibles peuvent être momentanément importantes (contaminations d'eaux de baignade, perturbations des lagons...).

Ces problèmes spécifiques doivent orienter des suivis particuliers.

1.2. Suivis en eau douce

1.2.1. Les organismes intervenants et leurs réseaux

La Direction Régionale de l'Action Sanitaire et Sociale (DRASS) possède dans ses missions le suivi de la qualité sanitaire des eaux d'alimentation humaine. A ce titre elle suit principalement les paramètres phytosanitaires et nitrate au niveau des forages, des puits, des sources et des captages qui contribuent à l'alimentation en eau de la population de La Réunion (carte 1). Elle participe, avec la DAF et la DIREN, au Groupe Régional Phytosanitaires qui a pour rôle de faire le point sur l'utilisation de ces composés et qui, selon les données acquises dans les eaux, met en place des actions préventives sur certains bassins versants.

L'Observatoire Réunionnais de l'Eau (ORE) a été créé en 1992 et est monté en puissance en fin des années 1990. Il s'agit d'une association loi 1901, subventionnée par le département surtout, la Région, l'Etat, les communes et les sociétés fermières. Il a pour rôle de suivre les ressources en eau douce d'une manière globale, que ce soit dans un objectif patrimonial ou dans un objectif d'usage. Il prend en compte les résultats de la DRASS sur les eaux utilisées pour l'alimentation humaine, mais développe des réseaux de suivi beaucoup plus étendus concernant :

- les niveaux piézométriques (carte 2) ;
- la qualité des eaux souterraines proches de la côte : salinité (carte 3), physico-chimie, pesticides, azote isotopique (carte 4) ;

- les qualités physico-chimique et hydrobiologique de certains cours d'eau (carte 5) ;
- les débits des 12 cours d'eau pérennes (carte 6);
- des débits instantanés à différents niveaux de quelques cours d'eau (carte 7).

L'ORE sera prochainement totalement fondu dans le futur Office Local de l'Eau (OLE) qui doit être créé en référence à la Loi d'Orientation sur l'Outre-Mer (LOOM) du 13 décembre 2000. Les missions confiées à l'OLE seront :

- l'étude et le suivi des ressources en eau, des milieux aquatiques et littoraux et de leurs usages ;
- le conseil et l'assistance technique aux maîtres d'ouvrage, la formation et l'information dans le domaine de la gestion de l'eau et des milieux aquatiques...

Il est aussi dit dans cette loi nationale que ces missions s'exerceront sans préjudice des compétences dévolues en la matière à l'Etat et aux collectivités territoriales.

Or, les lois françaises de décentralisation (1983 et 1992) indiquent les prérogatives de l'Etat au niveau local , dont les suivantes qui nous intéressent :

- la responsabilité de la mise en œuvre des directives européennes ;
- l'exercice local des pouvoirs de polices ;
- la conservation du domaine public fluvial ;
- l'élaboration de schémas de mise en valeur de la mer ;
- la prévision , la prévention et l'alerte en cas d'inondation.

La Circulaire du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement du 26 Mars 2002 (cf. annexe 6) adressée aux préfets coordonnateurs de bassins et aux préfets des départements d'Outre-Mer précise les missions de l'Etat et de ses services en particulier dans la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau :

- le Système national d'Information sur l'Eau est piloté par l'Etat et ses représentants territoriaux ;
- les maîtrises d'ouvrage de certains réseaux de suivi sont délégués aux Agences de l'eau pour la qualité physico-chimique des eaux (pour La Réunion il s'agira donc de l'Office Local de l'Eau), au Conseil Supérieur de la Pêche pour la qualité piscicole des eaux, à l'IFREMER

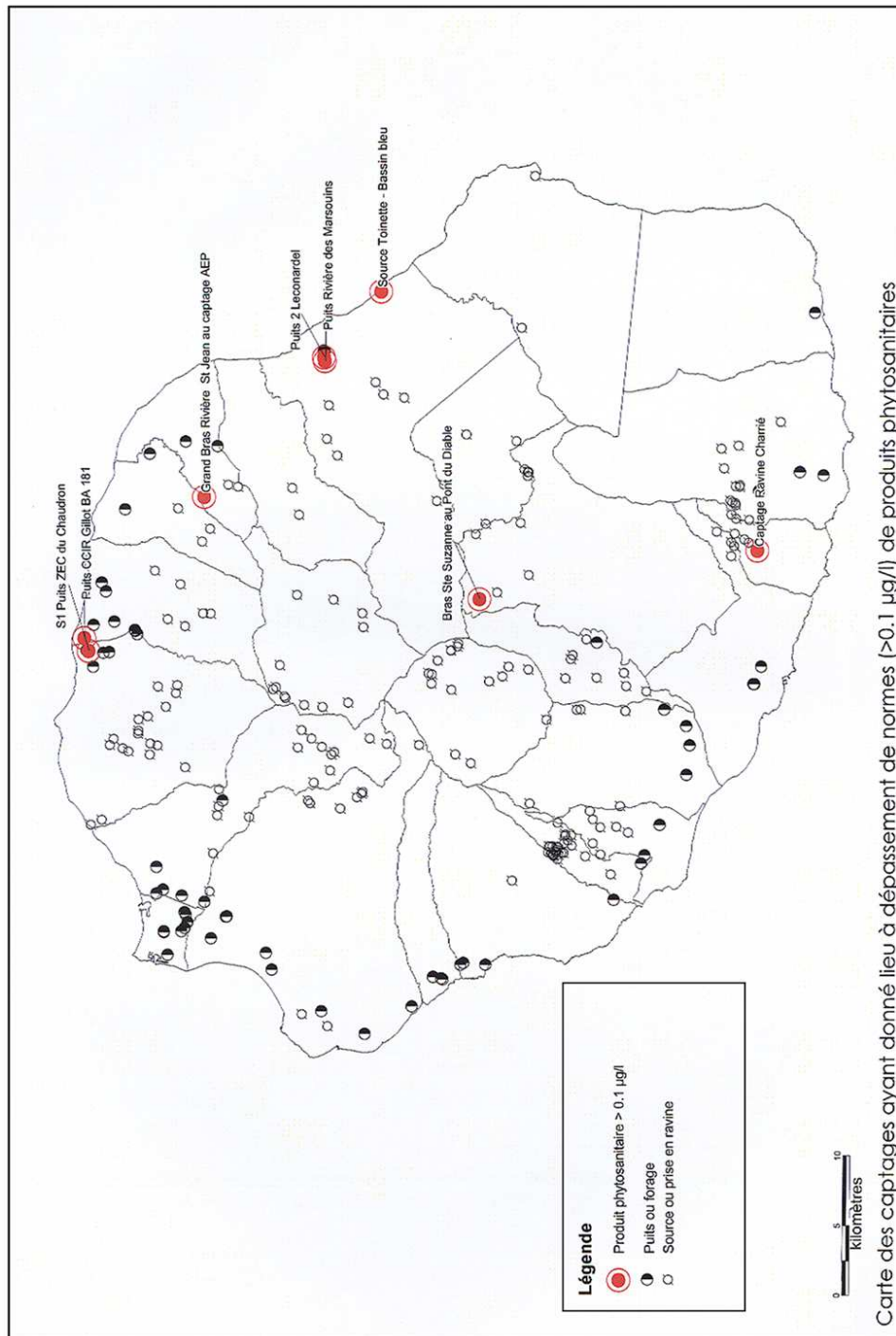
pour la qualité des eaux marines, au BRGM pour les mesures de la piézométrie et à la DIREN elle-même pour l'hydrométrie.

- la DIREN assure la coordination et le suivi des missions réalisées par les établissements publics que sont le BRGM et l'IFREMER.

Parallèlement à la création de l'Office Local de l'Eau, l'Etat et ses services devront donc garder, selon les textes, certaines compétences dans les réseaux de suivis.

L'Association Réunionnaise pour le Développement de l'Aquaculture (ARDA) a mis en place en 1999 un réseau piscicole sur les 12 rivières pérennes de l'île (carte 8). La veille écologique consiste à inventorier en étiage les espèces de poissons présentes au niveau de certains habitats.

Le Service d'Assistance aux Exploitants de Stations d'Épuration (SATESE) est un service du Conseil Général. Il est chargé de suivre les rejets des 15 stations d'épuration de l'île (carte 9) par des mesures réalisées 3 ou 4 fois par an ainsi qu'un suivi en continu sur 24 heures.

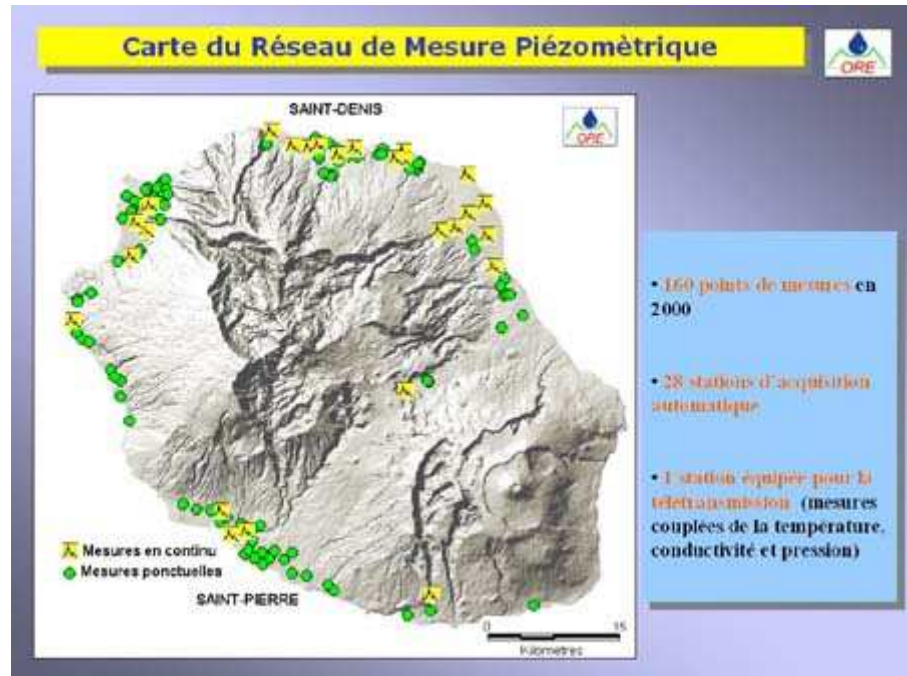


CARTE 1

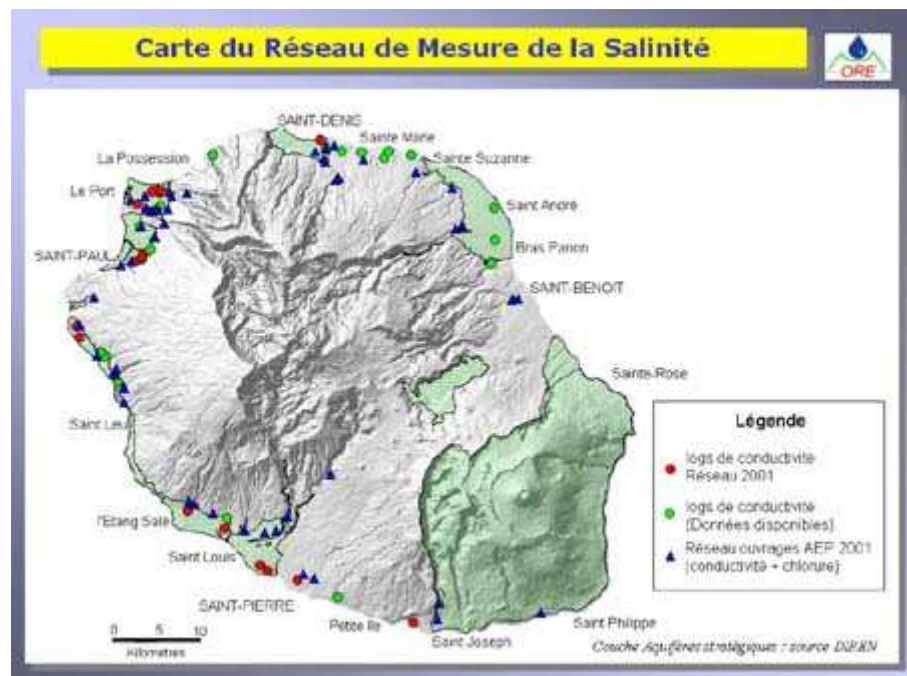
Carte des captages ayant donné lieu à dépassement de normes (>0.1 µg/l) de produits phytosanitaires

Etude préalable d'identification des bassins versants devant faire l'objet d'une action prioritaire en matière de produits phytosanitaires

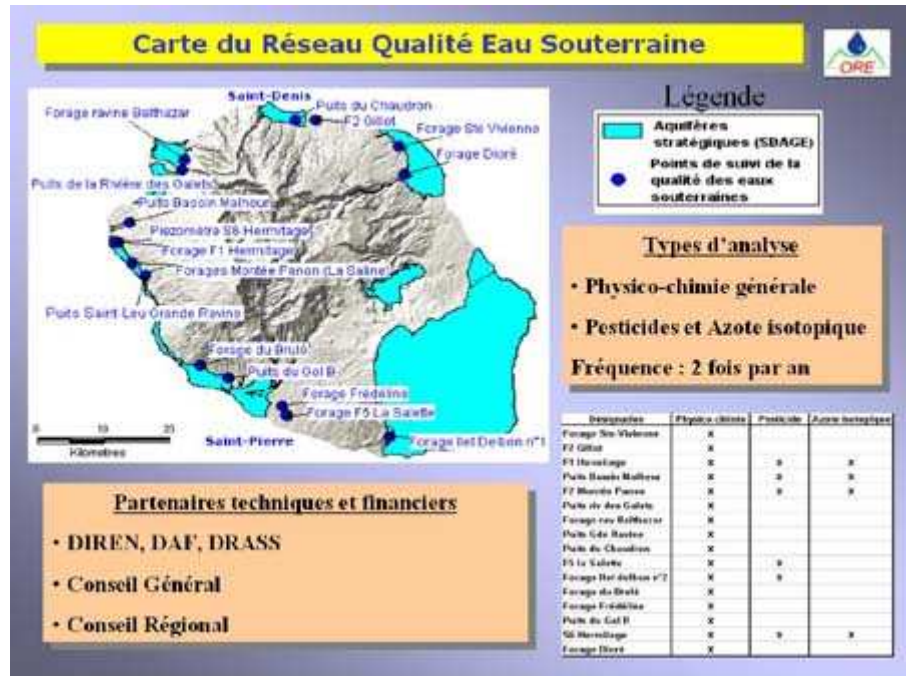




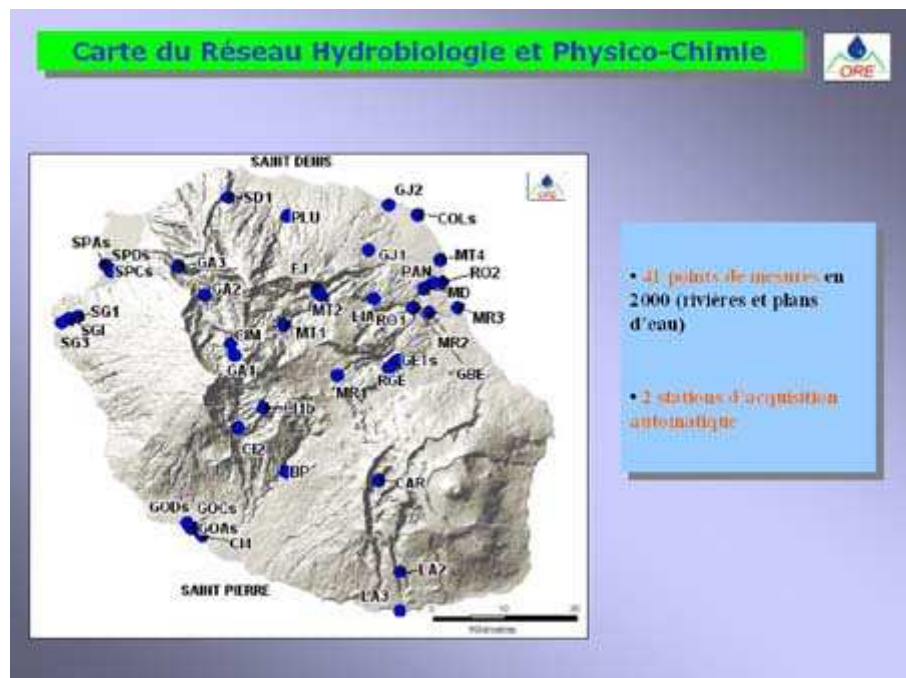
CARTE 2



CARTE 3



CARTE 4



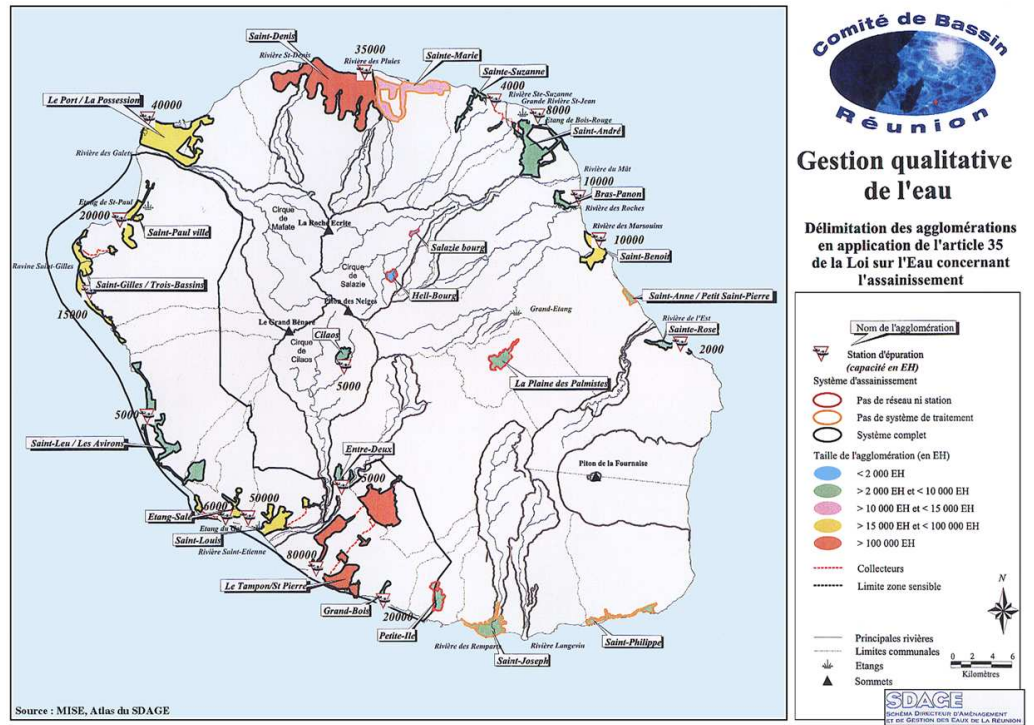
CARTE 5



CARTE 6



CARTE 7



CARTE 9

1.2.2. Les principaux résultats synthétiques

1.2.2.1. Les concentrations physico-chimiques dans les eaux souterraines

Des concentrations élevées en nitrate sont analysées dans quelques eaux souterraines de la partie nord-ouest de l'île : forage Grand Coin/Dos d'Ane (La Possession) ainsi que dans le puits P11 (Le Port). D'autres concentrations moyennes en nitrate se retrouvent dans les eaux souterraines du sud-ouest de l'île : puits Roches Maigres à Saint-Louis et sud de L'Entre-Deux (carte 10).

Cette même carte des données de la DRASS indique quelques présences de produits phytosanitaires dans les eaux souterraines essentiellement dans la partie nord-ouest de l'île (de Sainte-Suzanne à Saint-Benoît) et secondairement dans la partie sud (Saint-Pierre à Petite Ile). Les organismes qui analysent les eaux souterraines signalent que les concentrations en nitrate et pesticides ont tendance à monter régulièrement

1.2.2.2. La qualité des eaux de surface

L'Observatoire Réunionnais de l'Eau a établi de manière synthétique des classes de qualité des eaux de surface en 2001 (carte 11). Globalement les classes de qualité sont bonnes à très bonnes dans les rivières de l'île. Seules trois rivières sont partiellement affectées par des concentrations en bactéries qui les font classer en passables : la partie aval de la ravine Saint-Gilles (à l'ouest), l'exutoire de la Grande Rivière Saint Jean (au nord-est) et la partie amont de la Rivière des Remparts (au sud). Par contre, les étangs littoraux possèdent souvent des eaux dont la qualité n'est pas bonne. L'étang du Gol (sud-ouest) est le plus affecté et classé en très mauvais. L'étang de Saint-Paul (nord-ouest) est aussi affecté par des problèmes de désoxygénation. L'étang du Colosse (sud) possède des concentrations notables en bactéries et le Grand Etang (nord-est) minéralise mal la matière organique.

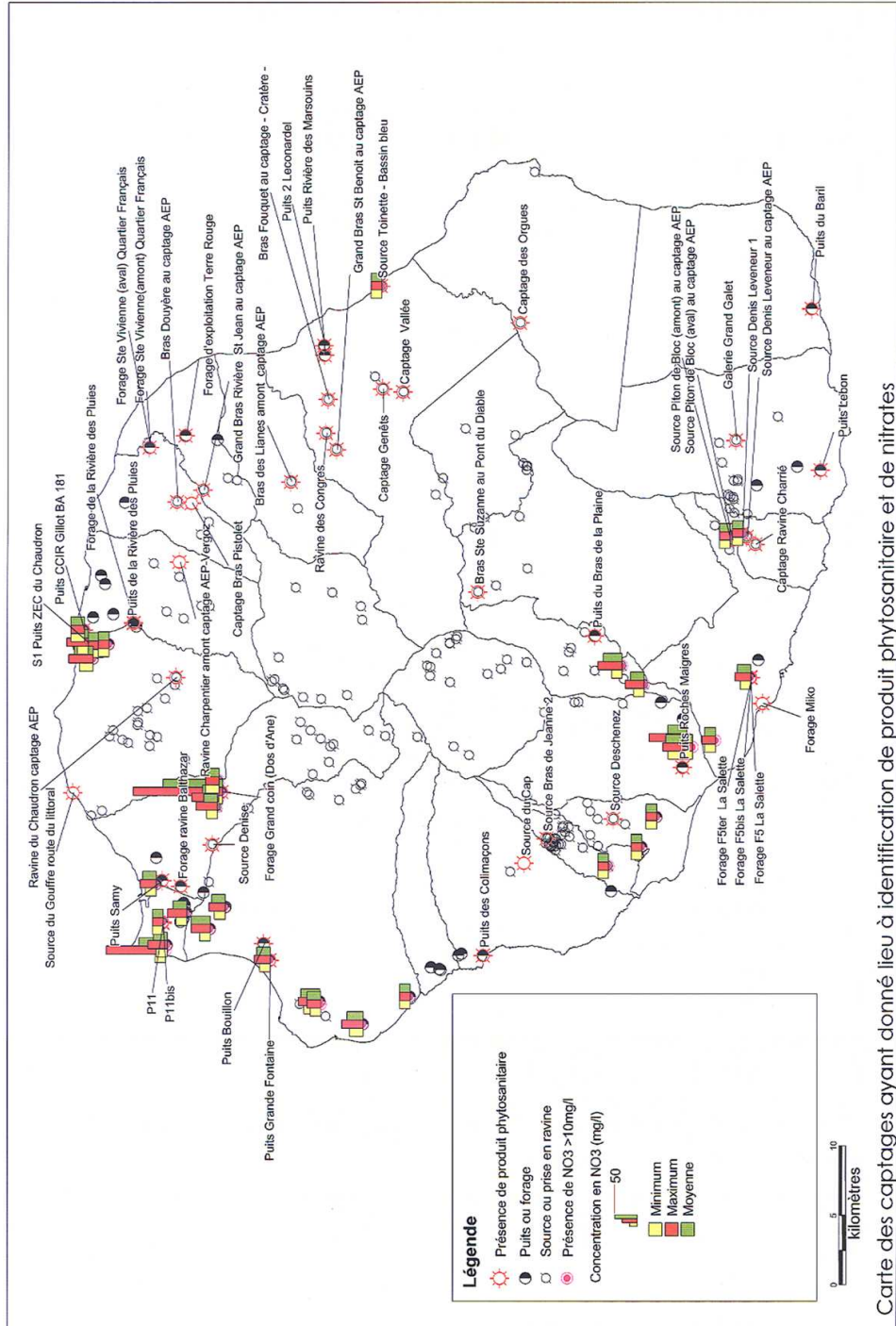
Nous n'avons pas de données sur la qualité piscicole des cours d'eau pérennes.

Concernant les rejets des stations d'épuration, ils sont globalement tous mauvais, selon le SATESE.

A signaler que les eaux douces superficielles de l'île de La Réunion ont des qualités très variables selon les conditions pluviométriques. Lors des crues, les transferts de contaminants se font en quantité et rapidement (bactéries, matière organique, matière en suspension, métaux lourds, sels nutritifs,...). Mais actuellement il manque de mesures pour le démontrer à grande échelle.

1.2.3. La gestion des données

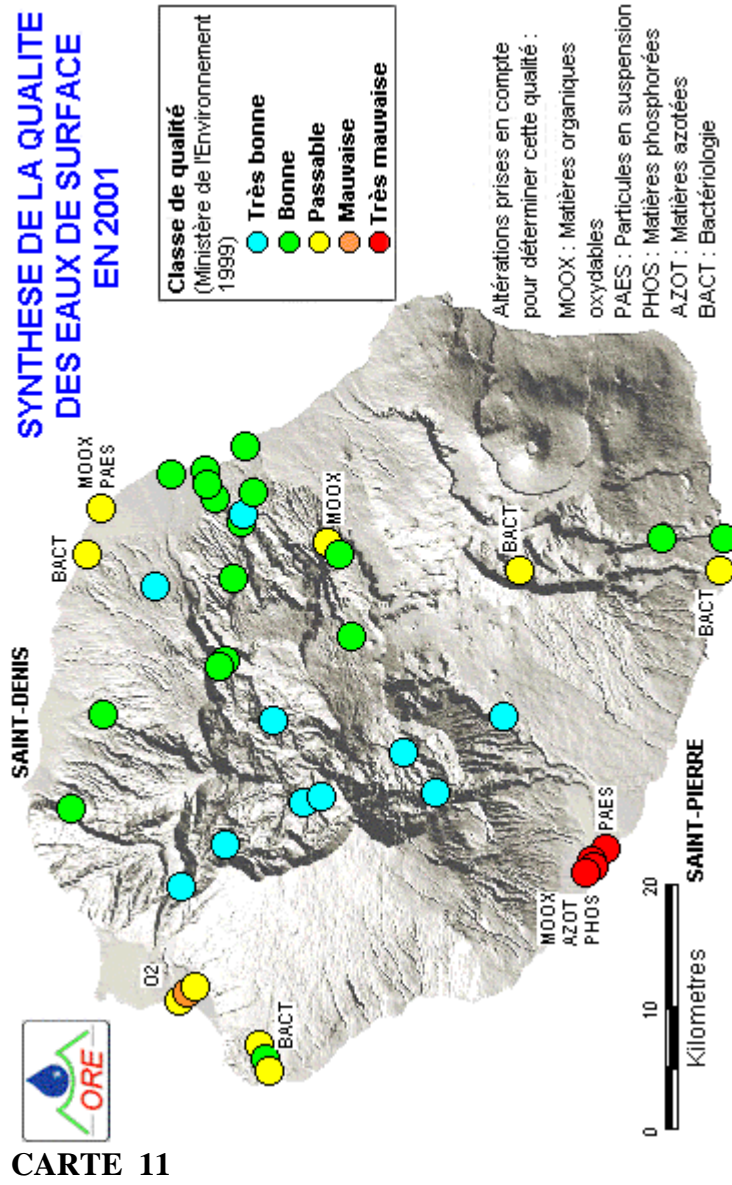
Actuellement l'Observatoire Réunionnais de l'Eau diffuse ses données sur internet et met en vente un CD-ROM où sont synthétisés les résultats. Mais ces données et ces résultats ne sont pas validées par des experts indépendants ; elles ne sont d'ailleurs pas intégrées dans les banques nationales (Banque Hydro, BNDE, ADES, ...). Le futur Office Local de l'Eau (qui sera présidé par le Conseil Général) devra remédier à ce problème.



CARTE 10

Etude préalable d'identification des bassins versants devant faire l'objet d'une action prioritaire en matière de produits phytosanitaires





1.3. Suivis en milieu marin

1.3.1. Les organismes intervenants et les réseaux correspondants

La Direction Régionale des Actions Sanitaires et Sociales (DRASS) opère un réseau « Eaux de baignade » sur 17 points littoraux et 2 points en rivière (carte 12). L'aspect réglementaire de ce réseau de suivi d'usage rend le nombre de prélèvements plutôt réduit dans le temps et l'espace. Il ne peut donc refléter à lui seul l'évolution de la qualité sanitaire des eaux côtières de ces plages.

Le Service des Ports et des Bases Aériennes (SPBA) de la DDE de La Réunion, dans un objectif de Police de l'Eau, a fait un inventaire exhaustif des moindres points de rejets et d'apports à la mer qui couvre l'ensemble du littoral de La Réunion (plusieurs centaines de points). La cartographie de ces points est tellement dense qu'elle couvre l'ensemble du trait de côte. Une carte d'ensemble est donc inutile.

Le Parc Marin et l'ARVAM ont mis en place un réseau de suivi des lagons essentiellement sur des critères biologiques (carte 13).

L'IFREMER et l'ARVAM testent actuellement le positionnement de 10 points marins pour le futur Réseau National d'Observation (RNO) Hydro de La Réunion (carte 14).

1.3.2. Les principaux résultats

Les eaux de baignade littorales sont signalées de bonne qualité générale par le réseau de suivi de la DRASS (voir carte 12). Il faut savoir que, lors des cyclones ou grosses pluies tropicales, les plages sont automatiquement fermées de manière préventive et les mauvais résultats éventuels ne sont pas comptabilisés pour le classement annuel (la réglementation permet d'enlever annuellement une mesure dite « exceptionnelle »).

L'inventaire des nombreux points de rejets du SPBA ne donne pas d'information qualitative ou quantitative sur les rejets. Ce sont donc des données essentielles qui manquent pour juger des pressions anthropiques demandées par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

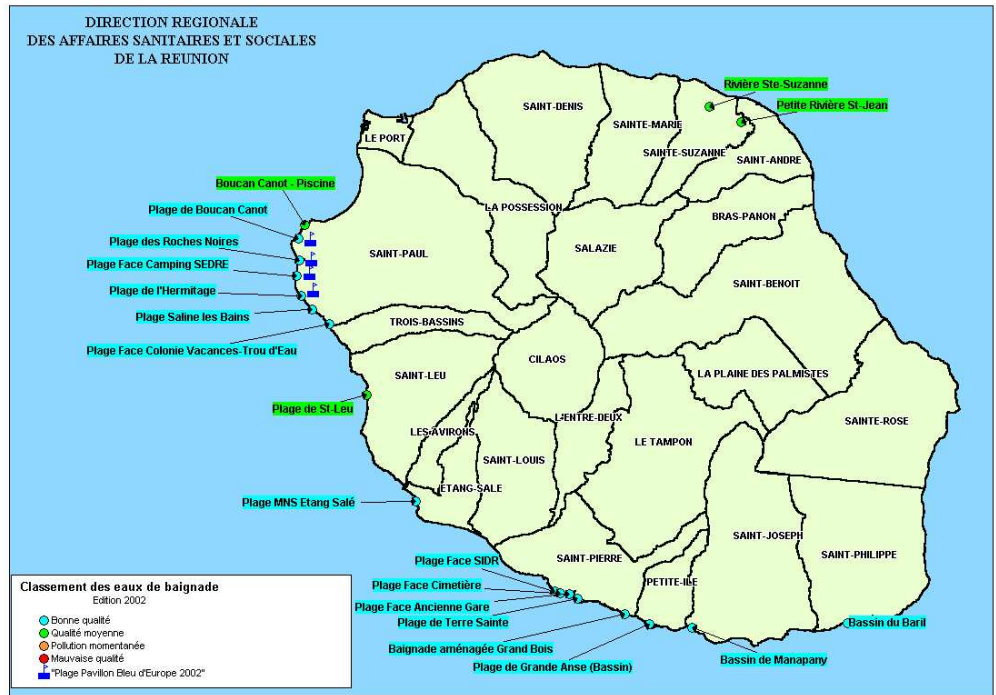
Les données du réseau récifal du Parc Marin n'ont pas fait l'objet de synthèse.

Le RNO Hydro, étant dans une phase de test, n'a pas de résultats exploitables à ce jour.

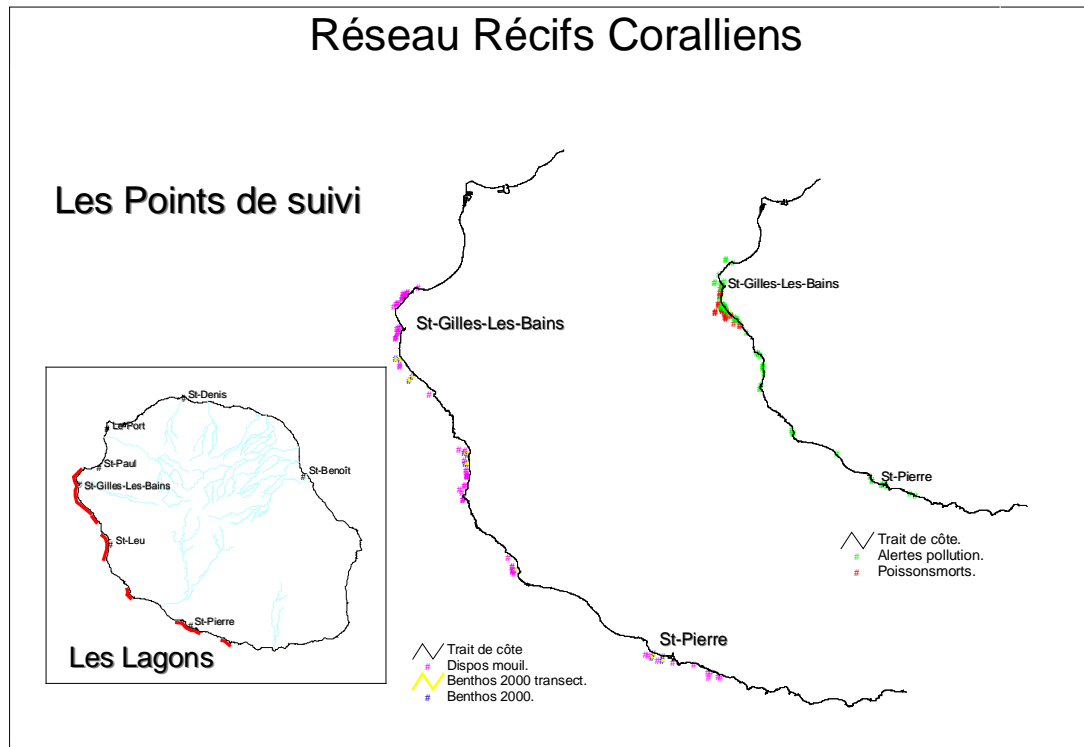
1.3.3. La gestion des données

Dans la phase pilote de mise en place d'un RNO à La Réunion, il est prévu l'archivage des données dans la base Quadrige gérée par l'IFREMER. A l'issue de cette phase pilote, la réflexion sur la pérennisation de ce réseau de mesure inclura les aspects d'archivage et de gestion des résultats de mesures.

Les données du réseau récifal ne peuvent être transférées en l'état dans une base de type REBENT. Un Comité d'experts devrait orienter, trier et valider les données de ce réseau. L'IFREMER, l'Université et la DIREN en serait l'ossature.

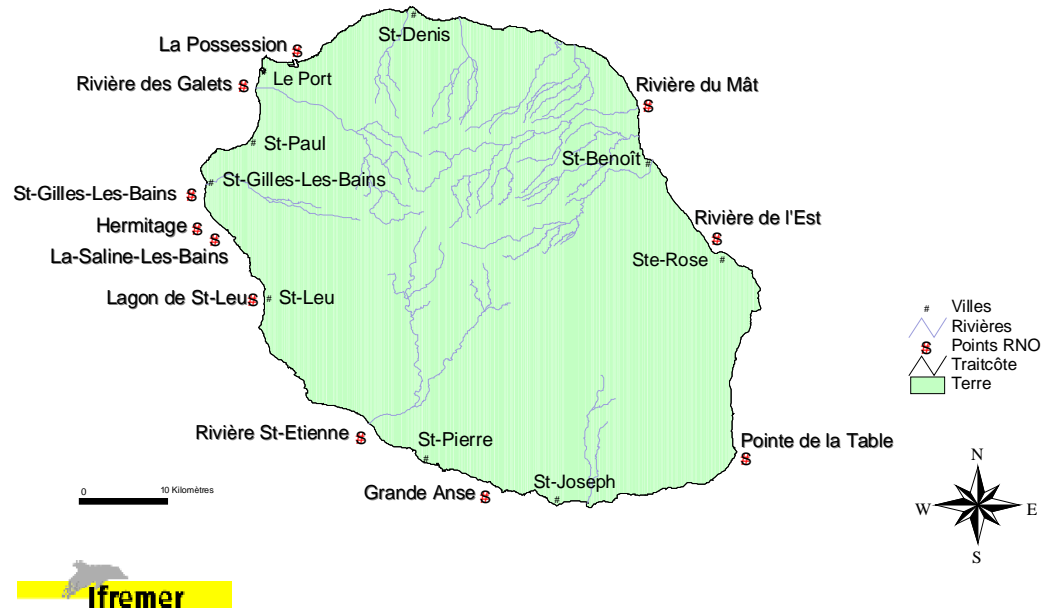


CARTE 12



CARTE 13

Projet Réseau RNO Hydro



CARTE1

2. Diagnostic des besoins complémentaires inventoriés

A La Réunion comme sur le reste du territoire français, les besoins de base concernant la connaissance et la surveillance de la qualité des eaux notamment dans le cadre de la protection de la santé publique, sont couverts par les antennes locales des systèmes nationaux d'acquisition de données (qualité de l'eau potable ...). L'étude présentée dans ce rapport a porté plus particulièrement sur l'identification auprès des 3 grandes catégories d'usagers de l'eau (les services de l'Etat, les collectivités territoriales, et le grand public par le biais d'associations), des besoins spécifiques à La Réunion.

L'analyse des besoins faite ici est centrée sur l'objectif de gestion durable inscrit au cœur de la directive cadre sur l'eau, appliqué essentiellement au milieu marin.

Ces besoins sont de trois ordres : connaissance fondamentale de son état actuel, de son évolution et information du public.

2.1. Besoins complémentaires dans les connaissances fondamentales

2.1.2. Le patrimoine naturel

Pratiquement depuis le début de sa colonisation par les Européens, l'île de La Réunion présente un grand intérêt d'une part pour son patrimoine naturel initial, dont quelques espèces à forte valeur économique, et d'autre part par les possibilités d'acclimatation qu'offre son territoire pour des espèces importées dans un but de production. L'heure est maintenant à la prudence, et des associations comme la SREPEN sont soucieuses de la protection des richesses naturelles de l'île, avec encore quelques espèces endémiques, notamment face à la menace qui pèse sur leur habitat et face à la concurrence possible d'espèces importées.

Ce besoin de protection du patrimoine naturel passe par une bonne connaissance des écosystèmes de l'île qui suppose d'une part un inventaire des espèces et d'autre part le suivi de l'évolution des populations au cours du temps.

- inventaire exhaustif des espèces des zones récifales.

Cet inventaire est considéré par l'Université comme un préalable indispensable à la définition d'une politique de protection des espèces menacées (espèces rares, espèces faisant l'objet d'une surexploitation...) dans les zones récifales. Cet inventaire a déjà été entamé mais souffre de lacunes notamment pour le groupe des échinodermes et des hydres.

- inventaire des espèces marines hors zones récifales

Cet inventaire présente un intérêt, d'une part pour la gestion des ressources marines à valeur marchande, et d'autre part pour l'évaluation de l'état de santé du milieu marin.

Dans ce cadre, des informations sont déjà disponibles notamment au travers des différentes études ("point 0") qui ont été réalisées préalablement aux différents aménagements de la frange littorale (implantation de points de rejets de l'industrie sucrière, aménagements portuaires ...). Les espèces d'intérêt halieutique ont fait l'objet d'évaluations.

Les espèces présentes dans les embouchures des rivières pérennes méritent une attention particulière : certaines de ces espèces ont une valeur économique importante ("bichiques") et leur habitat peut être menacé par les prélèvements d'eau douce en amont. Le lien serait ainsi fait avec les espèces d'eau douce pour lesquelles un inventaire et un suivi de l'évolution des populations est actuellement assuré par le réseau de suivi piscicole animé par l'ARDA.

2.1.2. Le fonctionnement physique des écosystèmes

La directive cadre sur l'eau repose sur un découpage du littoral en masses d'eau en vue d'une caractérisation de l'état initial et de la surveillance de l'évolution de cet état. Ce zonage des masses d'eau se fonde d'abord sur des critères physiques. La caractérisation de l'état initial et de son évolution se fait par la suite sur des critères biologiques. Le travail de délimitation a commencé pour les eaux côtières métropolitaines, "selon deux critères dont l'importance sur la biologie benthique et pélagique est démontrée : la capacité de renouvellement des eaux et les caractéristiques géomorphologiques" (LAZURE cité dans JOANNY et BELIAEFF 2002). Un zonage a été proposé selon cette démarche pour les côtes métropolitaines ; il s'appuie sur des modèles hydrodynamiques pour approcher les zones d'influence des grands panaches fluviaux, la capacité de mélange verticale et les courants résiduels.

De tels modèles ne sont pas encore disponibles à La Réunion. Ils ne peuvent être envisagés que sur la base d'une connaissance fine de la bathymétrie, elle-même inexistante actuellement, et d'une connaissance des courants. Dans ce domaine, les informations disponibles sont assez parcellaires et seuls les grands courants du sud de l'océan indien sont connus.

La connaissance plus fine des mouvements de masses d'eau permettrait notamment de contribuer à définir l'impact des apports à la mer (rejets ponctuels littoraux, devenir des panaches des rivières, en période normale et en période de crue ...). Elle permettra également d'identifier et prévoir

les zones de dépôts et d'érosion des sédiments, notamment en relation avec les aménagements actuels et futurs des zones littorales. Ainsi des questions concernant les phénomènes d'érosion constatés en divers points de l'île (pointe des Galets, littoral de la côte de Saint-André, ...), ou l'existence éventuelle de gisements de sédiments fins potentiellement contaminés (contamination chimique, microbiologique ...) déposés et remobilisables lors des périodes de fortes pluies pourraient trouver des réponses.

Il apparaît donc nécessaire de prévoir :

- la cartographie des fonds autour de l'île, qui permettra de mieux connaître leur nature, sédimentaire notamment, et la bathymétrie ;
- une étude courantologique autour de l'île. Actuellement seuls quelques secteurs ont fait l'objet de telles investigations tels que la baie de Saint-Paul.

A une échelle encore plus fine, de tels besoins existent pour la zone des récifs coralliens, en particulier une cartographie fine des fonds d'arrière-récif et un suivi de leurs évolutions : ce sont des édifices biologiques en constante évolution. Ce type de suivi est à corréliser avec le suivi de l'état de santé des récifs. Lorsqu'elle sera réalisée, la réserve naturelle marine offrira un champ d'investigation dans un écosystème mieux protégé et permettra ainsi d'améliorer les connaissances sur l'écosystème récifal.

2.1.3. L'impact des activités humaines

A côté des connaissances fondamentales concernant l'environnement marin littoral de l'île, toute politique de gestion rationnelle du milieu marin passe par une bonne caractérisation des pressions qui pèsent sur ce milieu, notamment du fait des activités humaines.

La directive cadre européenne sur l'eau prévoit explicitement l'inventaire des sources de pressions ponctuelles et des rejets identifiés de substances prioritaires.

A l'échelle de La Réunion, il est difficile de séparer clairement les rejets directs en mer des rejets à terre qui, soit parce qu'ils sont très proches du littoral, soit à cause du régime des pluies dans l'île, sont autant d'apports à la mer.

Les services de l'Etat (DDE, DAF, DRASS, DRIRE, DIREN) de La Réunion possèdent déjà un recensement de tous les points de rejets de l'île, mais l'information sur la qualité physico-chimique de ces rejets fait souvent défaut, de même que sur les quantités concernées.

Dans le cadre des réseaux de mesures qu'il gère, l'ORE assure un suivi de la qualité physico-chimique sur certains points des milieux naturels terrestres, concernant aussi bien des eaux de surface que des eaux souterraines.

Une information plus complète sur la qualité et la quantité des eaux douces permettrait de mieux caractériser les apports à la mer et les risques qu'ils pourraient faire peser sur l'environnement (voire la santé publique).

2.2. Besoins complémentaires en réseaux de mesure

On regroupe sous le vocable "réseau de mesures" trois catégories :

- 1- le réseau de surveillance qui a pour but de mesurer régulièrement les évolutions d'un paramètre, dans le temps et dans l'espace,
- 2- le réseau de contrôle qui a pour but de vérifier la conformité d'un paramètre à une référence fixée (généralement par la réglementation)
- 3- le réseau d'alerte qui, par construction, a un déclenchement et un fonctionnement ciblés sur un événement prédéterminé.

2.2.1. Des réseaux de surveillance

La directive cadre sur l'eau prévoit deux catégories de surveillance, l'une ciblée sur le suivi de l'évolution des masses d'eau en général (appelée "contrôle de surveillance") et l'autre sur le suivi des masses d'eau a priori à problème et pour lesquelles il faut suivre l'efficacité des mesures prises (appelée "contrôle opérationnel"). On retrouve globalement ce découpage dans les deux types de réseau de surveillance proposés ici.

2.2.1.1. La surveillance de l'évolution des écosystèmes

Elle a une vocation patrimoniale, pour l'observation des évolutions du milieu naturel, sans préjuger de mesures éventuelles à prendre au cas où les évolutions observées iraient dans le sens d'une dégradation.

- Réseau d'observation de la qualité chimique du milieu

Pour rester dans l'esprit de la directive cadre sur l'eau, ce réseau doit intégrer les dosages des principaux éléments susceptibles d'influencer la qualité biologique du milieu : richesse en éléments nutritifs, dosages de contaminants chimiques naturels ou de synthèse.

Une étude pilote pour la mise en place d'un réseau de ce type, sur le modèle du RNO (Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin) qui a été mis en place en métropole en 1974 par le Ministère chargé de l'environnement, est en cours depuis 2001.

En métropole, le RNO, animé par l'Ifremer pour le compte du ministère, comprend un volet hydrologique (mesures des paramètres de qualité

général des eaux : température, salinité, sels nutritifs dans les principaux estuaires et baies confinées), un volet de dosage des contaminants chimiques dans les organismes marins et dans les sédiments (dosage de métaux, de molécules organiques des familles des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des polychlorobiphényles, du lindane et du DDT).

L'étude pilote menée actuellement par la Diren à La Réunion, assistée de l'Ifremer ne comprend pour le moment qu'un volet hydrologique. Son extension à l'observation des contaminants chimiques dans le milieu est prévue à partir de 2003 sous réserve de disposer d'une espèce bioindicatrice locale et de connaissance suffisante sur la localisation d'éventuels gisements de sédiments fins.

- Réseau d'observations biologiques

Il doit permettre de caractériser l'état de santé biologique du milieu.

Une attention particulière est portée à La Réunion sur les zones de récifs coralliens qui sont des zones d'enjeux aussi bien écologiques (édifices riches et fragiles) qu'économiques (tourisme, pêche côtière). L'effort en matière de surveillance porte donc prioritairement sur ces zones, avec des réseaux qui fonctionnent déjà depuis plusieurs années :

- ❖ réseau RECIF : suivi de l'état de santé des coraux et notamment évaluation de l'état de dégradation (blanchissement et taux de recouvrement corallien) et évaluation des peuplements ichthyologiques (cf. §1.2.) Ce réseau fait partie d'un ensemble de réseaux de surveillance du phénomène à l'échelle mondiale (GCRMN¹). Il pourra être étendu et développé dans le cadre de la mise en place de la réserve marine, pour bien suivre la restauration des zones les plus touchées et l'évolution normale des zones en bonne santé.

Les points suivis sont indiqués sur la carte en annexe 3.

Cette démarche se rapproche de celle du réseau benthique (REBENT) qui se met en place en métropole.

- ❖ réseau ECOTOX : au-delà du suivi des populations de plancton benthique, ce réseau vise également à prévenir les intoxications par consommation d'animaux marins (toxines ciguatériques notamment). Le risque pour la santé publique des population de cette région de l'océan indien est bien réel et un plan d'action régional en écotoxicologie marine a été décidé par la Commission de l'Océan Indien (QUOD et TURQUET, 1996). Il vise à "promouvoir une gestion efficace des phénomènes d'écotoxicologie marine dus aux contaminants naturels (phycotoxines) dans la région par l'exécution de plans d'actions nationaux et régional opérationnels et scientifiques afin d'en maîtriser

¹ Global Coral Reef Monitoring Network

les causes éco-environnementales, d'en prévoir les manifestations et d'en atténuer les effets sanitaires et socio-économiques".

Ce réseau a fonctionné quelques temps et devrait être réactivé.

- Réseaux d'observations physiques : évolution du trait de côte (érosion / zone d'accumulation)

Dans un objectif de bonne gestion de la frange littorale et de ses usages (tourisme, ressources naturelles ...), le suivi de l'évolution physique du littoral paraît nécessaire à la fois pour évaluer l'évolution des plages et de la végétation d'arrière-plage, des récifs (évolution physique à relier à l'évolution de l'état de santé), des aménagements anthropiques (infrastructures liées à la route littorale, infrastructures portuaires ...).

Ce type de suivi est assuré actuellement par l'Association du Parc Marin.

2.2.1.2. Le suivi d'impact

Dans cette deuxième catégorie de réseau de surveillance, le suivi du milieu marin est orienté vers l'évaluation d'effets attendus : adaptation de la stratégie d'échantillonnage et choix des paramètres à suivre en fonction du type d'impact possible.

- la surveillance de l'impact de l'élevage aquacole en baie de Saint-Paul.

Cette surveillance est d'autant plus importante que ce type d'usage de la baie soulève un certain nombre de questions de fond auxquelles la surveillance devrait apporter des réponses : suspicion d'enrichissement excessif en nutriments du milieu, notamment azotés, en relation avec la forte concentration de poissons, crainte d'une dissémination de molécules antibiotiques, évaluation de l'effet "DCP"(dispositif de concentration de poissons) sur les petits et gros poissons pélagiques et notamment les requins. Par ailleurs, l'élevage expérimental mis en place en baie de Saint-Paul concerne une espèce de poisson qui n'était pas présente naturellement à La Réunion. L'impact de cette introduction d'une nouvelle espèce sur la faune naturelle devra également être suivi (surveillance de l'évolution de la biodiversité).

Il est actuellement de la responsabilité de l'ARDA, qui assure l'expérimentation des élevages aquacoles en baie de Saint-Paul, de réaliser un tel suivi.

- la surveillance de l'impact des rejets des stations d'épuration :

La surveillance actuelle par le SATESE de la qualité des rejets en sortie de station d'épuration a un but d'aide à la gestion du fonctionnement de la station. Les résultats sont destinés à la commune propriétaire de l'ouvrage et au fermier chargé de le faire fonctionner. L'information du grand public, prévu par la directive cadre sur l'eau nécessite la mise en place de mesures plus régulières, et plus complètes sur l'impact des rejets sur la faune et la

flore marine, mais aussi sur les usages du milieu marin (baignades notamment) : surveillance des teneurs en matière organique, sels nutritifs, microbiologie, contaminants chimiques (métaux lourds ...).

- la surveillance de l'impact des rejets industriels :

Comme précédemment, le suivi doit être ciblé sur les impacts physiques et chimiques des rejets sur le milieu naturel. Sont concernés notamment les rejets de distillerie et de sucrerie (Usines du Gol, de Bois Rouge, de Saint-Benoît) qui figurent parmi les rejets industriels les plus importants (en quantité) de l'île.

D'autres types de surveillance ont été évoqués au cours de la mission d'experts de l'Ifremer en octobre : suivi de l'impact des macrodéchets ...

Ce type de pollution est sans doute bien réel mais il conviendrait d'en analyser objectivement la portée (quantités incriminées, surfaces concernées et impact écologique réel) avant de l'intégrer à un réseau de surveillance.

2.2.2. Des réseaux de contrôle

2.2.2.1. A vocation de protection du patrimoine

Le contrôle est prévu par la réglementation dans la plupart des dossiers d'autorisation de prélèvement ou rejets dans le milieu naturel (réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement par exemple) mais il manque bien souvent son application dans la pratique.

- réseau de contrôle des volumes prélevés

Certains prélèvements dans des cours d'eau pérennes à La Réunion font l'objet d'une autorisation sous réserve du maintien d'un débit réservé pour assurer un écoulement minimum autorisant notamment la vie aquatique, y compris à l'embouchure des rivières. La SREPEN rapporte le non-respect de cette disposition pour deux raisons :

- un mode de calcul des débits réservés inadapté aux importantes fluctuations des apports avec un facteur 100 à 400 entre le débit d'étiage et le débit de pointe en période de crue de certains cours d'eau (LASSERRE, 1975). Une approche plus réaliste des débits minimum à maintenir passerait par la mesure en continu des débits des cours d'eau notamment pour éviter que l'assèchement complet à l'embouchure ne dure trop longtemps.
- l'absence de contrôle des débits réels prélevés et maintenus.

Il est à noter que des efforts sont faits pour maintenir une mesure régulière et fréquente des débits mais les pluies cycloniques mettent souvent le

matériel à rude épreuve, nécessitant fréquemment le remplacement de tout ou partie de l'installation de mesure et le recalcul des courbes de tarage.

- réseau de contrôle de quantité et qualité des rejets.

Les ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement) doivent assurer un auto-contrôle de leurs rejets polluants. L'auto-surveillance permet théoriquement de vérifier la conformité du rejet aux conditions de son autorisation (sous réserve du contrôle des conditions de réalisation de cette auto-surveillance). En revanche, l'impact réel des rejets devra être appréhendé au travers des réseaux de suivi de l'impact sur le milieu récepteur des rejets de station d'épuration et rejets industriels.

2.2.2.2. *A vocation administrative : calcul de redevance*

La loi d'orientation pour l'outre-mer institue les offices locaux de l'eau dont l'une des missions sera la perception d'une redevance sur l'eau destinée à alimenter un fond pour le financement de travaux nécessaires à la gestion de la ressource en eau. L'assiette de cette redevance sera, comme pour les agences de l'eau en métropole, fonction des volumes d'eau prélevés et utilisés et de la qualité des rejets. La mise en place et le suivi de cette redevance va donc nécessiter un suivi quantitatif des prélèvements et des rejets ainsi qu'un suivi de la charge polluante produite.

Les modalités de fonctionnement de ce type de réseau ne seront pas développées ici.

2.2.2.3. *Le réseau d'inter-étalonnage DCE*

La directive cadre sur l'eau prévoit d'établir les conditions de la comparabilité entre états européens des classements des types de masses d'eau et de leur suivi. Cette comparaison des classements prononcés par différents pays pour un même type de masse d'eau sera faite dans le cadre d'un réseau d'inter-étalonnage.

Il est probable que les masses d'eau réunionnaises, parmi l'ensemble des masses d'eau françaises, présenteront des types particuliers à cette île volcanique jeune de l'océan indien. Si de tels types (définis sur une base hydrodynamique et géomorphologique) étaient également identifiés pour d'autres pays concernés par l'application de la directive cadre sur l'eau, La Réunion aurait à participer à ce réseau d'inter-étalonnage.

2.2.3 Des réseaux d'alerte

Ils sont ciblés sur des événements ponctuels et doivent apporter les informations nécessaires à une prise de décision rapide et efficace, principalement dans un but de protection de la santé publique. Les réseaux

d'alerte doivent donc permettre d'évaluer une augmentation du niveau d'un risque pré-identifié.

Dans le cas de l'île de La Réunion, trois catégories d'événements peuvent être à l'origine d'une augmentation du risque sanitaire : les épisodes pluvieux particulièrement intenses qui accroissent les apports directs à la mer notamment de tous les déchets et matières indésirables accumulés dans des secteurs non protégés contre les risques de lessivage (risque microbiologique, risque chimique), les épisodes de mortalités de poissons non élucidées, les épisodes de développement des toxines marines, notamment les toxines ciguatériques.

2.2.3.1. Les risques liés aux épisodes pluvieux

L'accumulation de déchets en tous genres dans des fonds de ravine (décharges sauvages) ou dans des lieux de stockage insuffisamment protégés contre le lessivage par les pluies augmente le risque de pollution chimique et microbiologique du milieu marin pendant les pluies cycloniques.

De plus, durant ces épisodes de fortes pluies, les réseaux d'eaux usées mal protégés contre les infiltrations d'eaux parasites et les stations d'épuration peuvent se retrouver en situation de surcharge hydraulique et la plus grande partie du débit s'écouler directement dans le milieu récepteur et donc rapidement en mer.

Les contaminants chimiques apportés massivement pendant ces épisodes pluvieux peuvent entraîner pour le milieu marin une contamination de l'eau et des organismes marins, particulièrement les organismes sédentaires filtreurs. Sur la base des connaissances acquises sur les bivalves, ces apports massifs sur une période courte n'ont probablement pas de répercussions sensibles en terme d'accumulation de contaminants chimiques dans la chair mais ils peuvent avoir un impact sur l'état de santé des organismes marins.

Il faut envisager également le risque de piégeage, et donc de relargage ultérieur éventuel, de ces contaminants chimiques dans les sédiments, mais ce risque s'inscrit dans le long terme. Il doit donc être pris en compte plutôt dans le cadre d'un réseau de surveillance pérenne.

Par ailleurs, il y a à craindre une augmentation des contaminants microbiologiques dans le milieu (bactéries et virus) issus notamment des eaux usées. A titre préventif, la baignade en mer est systématiquement interdite après les cyclones, jusqu'au retour à la normale apprécié au travers des analyses d'eau de mer organisées par la Drass.

Quant aux organismes marins filtreurs (modioles par exemple), officiellement, ils ne sont pas consommés et ne font donc pas l'objet d'un contrôle de qualité microbiologique.

2.2.3.2 La collecte d'information sur les mortalités de poissons

Parmi les événements susceptibles de déclencher une phase d'alerte, les épisodes de mortalités de poissons observés déjà à deux reprises sur le littoral réunionnais, en fin d'année 2000 et en début d'année 2002, demandent une attention toute particulière compte tenu des inquiétudes qu'ils suscitent dans la population, sans qu'aucune cause claire n'ait pu être identifiée jusqu'à présent.

Ces événements nécessitent, d'une part la collecte d'informations qui permettront à terme de comprendre les causes de ces mortalités et d'autre part la collecte d'informations concernant le risque (sanitaire et économique) pour l'homme, usager du milieu marin et consommateur de ses ressources.

2.2.3.2.1. recherches des causes

- recensement des poissons morts

Pour bien cerner le phénomène, il convient de savoir quelles sont les espèces touchées, déterminer s'il est localisé géographiquement et évaluer la sélectivité de l'attaque par un inventaire des espèces et des classes d'âge touchées. L'association du Parc Marin, très présente sur le terrain, a déjà prévu des fiches de collecte d'informations en ce sens (cf. annexe 4). Ces fiches sont destinées à être renseignées par un public peu averti. Elles pourront être complétées par des évaluations plus spécialisées de l'état des écosystèmes (observations de type réseau RECIF sur des points du réseau inclus dans la zone touchée, plus un point de référence en dehors de la zone concernée).

Selon le niveau de sélectivité de l'attaque, déterminé par cet inventaire des victimes, la recherche de l'agent causal s'orientera plutôt vers un élément toxique du milieu si l'attaque est peu sélective ou vers une cause biologique (bactérie, virus ...) si l'attaque paraît toucher certaines espèces en particulier.

- recherche d'éléments chimiques dans le milieu

La difficulté vient d'une part du grand nombre de molécules chimiques naturelles ou artificielles qui peuvent arriver dans le milieu et d'autre part d'un éventuel effet retard avec un décalage dans le temps et dans l'espace toujours possible entre la cause et l'apparition des premières mortalités. Il est possible alors que l'agent causal ne soit plus détectable dans le milieu marin lorsque l'alerte est donnée.

Dans ces deux cas, la recherche de biomarqueurs d'effet toxique peut aider à contourner la difficulté. Ces marqueurs sont à rechercher sur des poissons encore vivants (enzymes du métabolisme de détoxification notamment). Selon les résultats obtenus, le dosage direct de certaines molécules chimiques dans le milieu pourra être envisagé ... avec les limites annoncées plus haut.

- évaluation de la présence / abondance d'agents pathogènes biologiques

Lors du dernier épisode de mortalité rapporté (début de l'année 2002), une bactérie, *Streptococcus ignae*, a été identifiée sur plusieurs poissons présentant un mauvais état de santé. Cette bactérie a déjà été signalée dans la littérature dans des élevages (en eau douce) présentant des taux de mortalité de poissons anormalement élevés. Cependant, rien ne dit dans l'état actuel des connaissances sur les phénomènes réunionnais que cette bactérie soit responsable de ces mortalités plutôt qu'opportuniste (développement sur des organismes affaiblis).

Le grand nombre d'agents pathogènes (ou potentiellement pathogènes) possibles rend difficile la recherche systématique de toutes les bactéries et virus présents. De plus cette analyse est longue et il est illusoire d'en attendre des mesures concrètes immédiatement applicables. Ce type d'action ne sera donc entrepris que dans une optique à long terme et reste du domaine de la recherche fondamentale.

- évaluation du stress environnemental

La part des conditions environnementales dans la gravité du phénomène (cause réelle ou facteur d'aggravation) ne doit pas être négligée. Il convient donc, lors d'épisodes de mortalités, surtout si ceux-ci sont localisés géographiquement, de collecter le plus rapidement possible les informations concernant les caractéristiques physico-chimiques du milieu, en particulier les paramètres de base, température, salinité, teneur en oxygène dissous. Ces mesures pourront être comparées à celles qui sont faites dans le cadre des réseaux de surveillance en dehors des périodes d'alerte.

2.2.3.2.2. évaluation du risque pour l'homme

Lors de ces épisodes de mortalité, le risque principal pour l'homme est d'ordre économique puisque spontanément la méfiance du public entraîne une chute de la consommation des poissons, sans distinction. Ce risque pourrait être diminué par une meilleure connaissance et une meilleure information du public concernant les espèces touchées, la consommation des espèces non concernées pourrait alors être maintenue.

Quant au risque sanitaire lié à la consommation des poissons en mauvais état de santé, il n'est pas possible de l'exclure totalement tant que la cause des mortalités n'est pas identifiée.

Lors de ces épisodes de mortalités de poisson, il est important de mettre en place un réseau épidémiologique, associant les professionnels de la santé publique, de manière à pouvoir déceler une éventuelle augmentation de certains types de pathologies au sein de la population humaine de l'île. Ceci permettra d'améliorer les connaissances du phénomène (caractérisation du risque) et la prévention pour l'avenir.

2.2.3.3. *L'alerte sur la présence de phycotoxine (ciguatera notamment)*

Cette région de l'Océan indien est concernée par les problèmes de toxines marines depuis longtemps et le suivi et la prévention des intoxications humaines par la consommation d'animaux marins est notamment au cœur des préoccupations des autorités des différents pays de la Commission de l'Océan Indien (cf. TURQUET J. coord. 2000).

Dans le milieu marin, le fonctionnement du réseau de surveillance ECOTOX (cf. 2.2.1.1) doit permettre de déceler une éventuelle augmentation des populations phytoplanctoniques à risque. Dans ce cas, il conviendrait de passer en phase d'alerte et de réaliser des tests de toxicité pour connaître le niveau de présence des phycotoxines dans le milieu marin et surtout dans les espèces marines susceptibles d'être consommées par l'homme. Cette surveillance amont dans le milieu marin est d'autant plus importante que la pêche côtière qui est commercialisée directement échappe actuellement à une surveillance sanitaire organisée.

Dans la population réunionnaise, la grande majorité des cas avérés d'intoxication alimentaire par phycotoxine (généralement toxine ciguatière) est liée à la consommation de produits marins importés. Il est donc nécessaire, d'une part, que la surveillance de ces phénomènes soit maintenue dans le cadre d'une coopération internationale active, et d'autre part que les médecins réunionnais restent vigilants pour déceler les cas cliniques dans la population.

2.3 Information des usagers

Ce paragraphe ne traite pas, à proprement parler, de réseaux de mesures à mettre en place mais plutôt d'un réseau d'information à destination du public. Celui-ci est d'ailleurs explicitement prévu par la directive cadre sur l'eau. Ce sujet sort du cadre de ce rapport ; nous citerons donc pour mémoire quelques points qui pourraient utilement s'intégrer dans une politique d'information :

2.3.1 L'information de routine

- qualité des eaux de baignade

L'information de routine nécessaire concerne la qualité sanitaire réelle des plages et des eaux de baignade.

- état écologique du milieu

En milieu marin, l'intérêt du public porte surtout sur l'état des écosystèmes récifaux coralliens. L'association du Parc Marin a déjà pris plusieurs initiatives pour informer et sensibiliser le public aux richesses et à la fragilité de ce système.

L'information permet également de montrer l'efficacité de certaines mesures prises. C'est par exemple ce qui est attendu des mesures de gestion plus restrictives qui seront adoptées dans le cadre de la future réserve naturelle marine. Plus généralement, certains services de l'Etat chargés de faire respecter une réglementation contraignante souhaiteraient disposer d'arguments concrets et clairs sur les relations de cause à effet entre de "bonnes pratiques" (agricoles ou autres) et une amélioration visible de la qualité du milieu.

- qualité des rejets

L'intérêt du public porte notamment sur la qualité des rejets arrivant en mer dans les zones sensibles (récifs, plages).

Indirectement, il portera également sur l'efficacité de progrès de l'assainissement, inscrit dans le SDAGE ... et que le public contribuera à financer notamment quand la redevance sur l'eau sera mise en place par le futur Office Local de l'Eau.

2.3.2. L'information en cas d'événements

- mortalités de poissons ...

L'absence de certitudes sur les causes ne doit pas empêcher l'information du public, ne serait-ce que pour rassurer la population sur les hypothèses rejetées.

- perturbations diverses de la qualité de l'eau et du milieu aquatique

L'information du grand public lors d'événements doit permettre :

- 1- de montrer que les autorités ont pris la mesure de l'ampleur du problème posé ;
- 2- de montrer que des actions pour comprendre, voire pour résoudre le problème, sont en cours ;
- 3- de ne pas laisser une inquiétude démesurée s'installer.

3. Propositions d'actions

De l'analyse des besoins et de l'existant, il ressort un certain manque de connaissances générales sur le littoral à côté d'un besoin de réseaux de suivi pour connaître et comprendre les évolutions des écosystèmes en milieu marin, notamment en réponse aux pressions anthropiques qui s'exercent.

Les réponses à ces besoins seront données par des études complémentaires concernant les apports terrestres à la mer, d'une part, et concernant la caractérisation du littoral d'autre part. Au fur et à mesure des connaissances acquises dans ces domaines, les réseaux de surveillance dont les objectifs sont exposés ci-dessous pourront être adaptés dans leur fonctionnement.

3.1. Etudes complémentaires sur les apports à la mer côtière

3.1.1. La méthodologie générale

Dans le cadre d'une étude sur la zone-test de l'estuaire de la Penzé (Piriou et Droit, 2001), l'IFREMER a mis au point une méthodologie pour l'élaboration de réseaux de mesures d'apports à la mer côtière (Ristori, 2002). Cette méthodologie a pour objectif de mettre en place, sur une quelconque zone côtière, un réseau de suivi optimum qui, avec le moins de mesures possibles, puisse répondre aux besoins de connaissance vis à vis des particularités du milieu marin considéré.

La démarche de mise en place du réseau est découpée en 9 étapes, dans l'ordre :

étape 1 : inventaire des problématiques marines ;

étape 2 : définition des paramètres à analyser ;

étape 3 : détermination des points d'apports à la mer ;

étape 4 : découpage des sous-bassins versants ;

étape 5 : définition des risques d'apports par les sous-bassins versants ;

étape 6 : inventaire des mesures existantes ;

étape 7 : échantillonnage exhaustif ciblé ;

étape 8 : optimisation de l'échantillonnage ;

étape 9 : mise en place effective du réseau de mesures.

3.1.2. L'adaptation au cas de La Réunion

L'étape 1 a été traitée dans le cadre de la mise en place du SDAGE de La Réunion dans une étude de l'ARVAM et l'IARE (pour le compte de La DIREN) et intitulée « Sensibilité et vulnérabilité des milieux marins de l'île de La Réunion » (Dutrieux et Quod, 1995). L'inventaire des problématiques marines locales est réalisé par le biais de l'étude, sur chacune des 52 unités géographiques identifiées, de la vulnérabilité vis à vis des usages et de la sensibilité naturelle du milieu marin.

Ensuite chaque unité géographique du littoral de La Réunion est classée en 3 catégories de sensibilité (faible, moyenne, forte) dans 3 domaines (sensibilité à l'eutrophisation, sensibilité sanitaire, sensibilité à la dégradation des peuplements) (carte 15).

Ces données permettent de répondre à **l'étape 2** du guide méthodologique. En effet dans une zone sensible à l'eutrophisation, ce sont les apports de sels nutritifs qui doivent être analysés, et en particulier l'azote dans le cas du milieu marin. Dans le cas d'une sensibilité sanitaire, il s'agit d'analyser les apports microbiologiques, en particulier les germes témoins que sont *E. coli*. Concernant la sensibilité à la dégradation des peuplements, les analyses dans les apports se porteront sur les matières en suspension (MES) et quelques substances toxiques prioritaires de la DCE (33 substances dont polluants organiques, produits phytosanitaires, métaux lourds) à définir selon les risques d'apports par les bassins versants (**étape 5**).

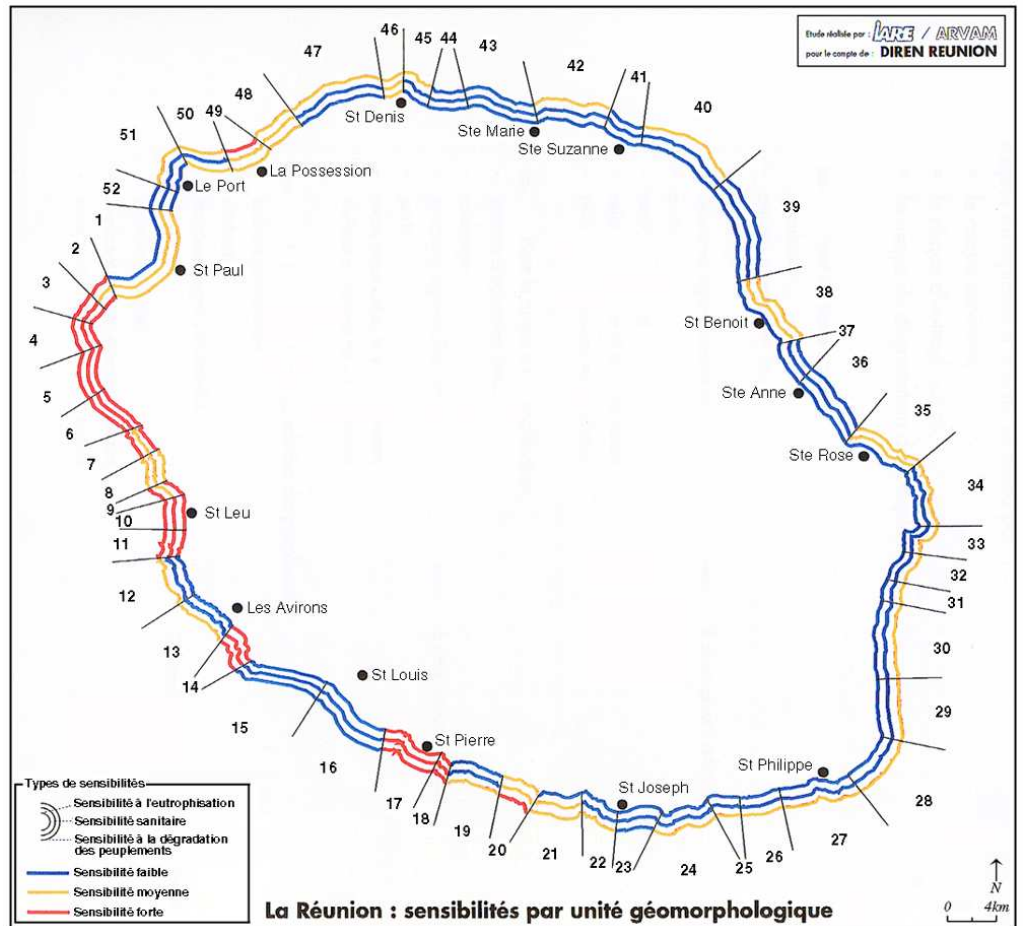
Selon les résultats de l'étude évoquée précédemment, les sels nutritifs seront à rechercher dans les apports sur les zones 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 17 et 18 de la carte 15.

Les bactéries seront analysées dans les apports des zones 3, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 17 et 18.

Les MES et quelques produits toxiques (définis selon le risque d'apport sur le bassin versant, **étape 5**) seront recherchés dans les zones 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 17, 18, 20 et 49.

L'inventaire des points à suivre par unité géographique, défini dans **l'étape 3**, se fera à l'appui de 3 sources de données :

- ❖ les points de suivis de l'ORE, dont les exutoires de 2 rivières pérennes : la ravine Saint Gilles se jetant en zone 4, et la rivière Saint Pierre se jetant en zone 17 ;



CARTE 15

- ❖ les 23 ravines asséchantes qui sont comptabilisées sur les cartes IGN, dont 1 ravine dans les zones 2, 3, 4, 5, 14, 17 et 18 ; 2 ravines dans les zones 6, 7, 9, 20 et 49 ; et 3 ravines dans les zones 10 et 11.
- ❖ les 73 points de rejets ponctuels identifiés par le SPBA de la DDE dans chacune des 14 zones sensibles (selon le tableau suivant) ;

Numéro de la ZONE (carte 15)	Nombre de points de rejets ponctuels	Nombre de ravines asséchantes	Nombre de rivières pérennes
2	4	1	
3	4	1	
4	3	1	1
5	5	1	
6	4	2	
7	2	2	
9	7	2	
10	6	3	
11	5	3	
14	6	1	
17	7	1	1
18	9	1	
20	3	2	
49	8	2	

Ce sont donc au total 98 points qui seront à suivre dans un réseau APPORTS, tout en sachant qu'en période sèche une moitié d'entre eux n'aura vraisemblablement aucun écoulement.

Pour déterminer les paramètres toxiques susceptibles de se déverser dans le milieu marin à chaque point d'apport identifié (et donc les paramètres à analyser), il s'agira de cartographier tous les sous-bassins versants des 14 zones côtières sensibles (**étape 4**), puis d'inventorier dans chacune les activités avec leur risque de rejets (**étape 5**) et enfin les analyses existantes sur ces rejets (**étape 6**).

L'**étape 7** consiste à réaliser in situ, sur tous les points d'apports cartographiés, des mesures de débit partout et des analyses de concentrations sur les paramètres recherchés.

Cet inventaire exhaustif basé sur un programme d'analyses se fera deux fois : une fois en période sèche (au moins la moitié des apports seront vraisemblablement inexistantes), et une fois en période très pluvieuse (presque tous les points devraient débiter).

L'optimisation de l'échantillonnage (**étape 8**) consiste à éliminer certains points et certains paramètres dont les flux sont insignifiants dans l'ensemble d'une zone, que ce soit en période sèche ou en période humide.

Ne resteront ainsi que les points et les paramètres potentiellement impactants qui mériteront d'être régulièrement suivis dans le cadre de la mise en place d'un réseau APPORTS pérenne (**étape 9**).

3.1.3. Les études préalables et la mise en place du réseau

3.1.3.1. L'étude préalable de faisabilité

Dans la suite des étapes 1 et 2, déjà réalisées par l'ARVAM, il pourra être demandé en 2003, à elle-même ou à un bureau d'étude, une étude préalable de faisabilité d'un réseau APPORTS A LA MER regroupant les **étapes 3, 4, 5 et 6**.

Il s'agit d'une étude bibliographique et cartographique de 2 ou 3 mois qui, avec l'appui du SPBA de la DDE, aboutira à la définition des points et des paramètres à analyser.

3.1.3.2. L'étude analytique des flux et l'optimisation de l'échantillonnage

Cette étude analytique d'une année consiste à mesurer, une fois en période sèche et une fois en période pluvieuse, les débits des apports et les concentrations des paramètres définis par l'étude de faisabilité et ceci aux points identifiés (**étape 7**).

Le traitement des données et leur hiérarchisation permettra d'éliminer certains points et certains paramètres (**étape 8**).

Le futur Office Local de l'Eau (OLE) semble l'organisme compétent indiqué pour mener cette étude analytique. Il ferait directement les mesures de débits, les prélèvements d'échantillons et le traitement des données. Les analyses seraient effectuées par le Laboratoire d'Epidémiologie et d'Hygiène du Milieu (LEHM) ou à la future structure regroupant 4 laboratoires de La Réunion (LEHM, Laboratoire départemental vétérinaire, laboratoire du SATESE et laboratoire de l'ARVAM). Pour respecter les délais de la Directive Cadre sur l'Eau, cet état des lieux sera terminé en fin 2004.

Un comité de pilotage devra être créé pour suivre cette étude et ensuite pour piloter le réseau. Il comprendra les organismes compétents sur le

milieu marin (ARVAM, IFREMER, Parc Marin, SPBA), les collectivités territoriales qui seraient partenaires (Conseil Général et Conseil Régional), et les administrations impliquées (DIREN, DRASS, DDAM). Ce Comité de pilotage pourrait être mené par la DIREN.

3.2. Etudes physiques du littoral

3.2.1. La cartographie des fonds littoraux autour de l'île

Le besoin précis, notamment en vue d'organiser des réseaux de surveillance, concerne dans l'immédiat la nature des fonds (substratum rocheux et couverture sédimentaire) et la bathymétrie.

Le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) ou le Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) sont compétents dans ce domaine.

Les utilisations qui seront faites de cette bathymétrie sont multiples : navigation, aménagements de certaines zones maritimes (installations portuaires, touristiques ...) ou aménagements à terre s'appuyant sur les fonds marins (route littorale, projet de voie ferrée littorale ...), et modèles hydrodynamiques. Or chaque usage impose notamment le degré de précision attendu dans cette étude bathymétrique. Il conviendra donc, avant de commencer les relevés bathymétriques, de définir le niveau de précision optimum en fonction des usages attendus. Cet aspect n'a pas été traité dans le cadre de ce bilan-diagnostic.

3.2.2. La courantologie fine autour de l'île

Celle-ci ne pourra être envisagée qu'après la réalisation de l'étude de la bathymétrie du littoral autour de l'île. Il sera ensuite possible d'élaborer un modèle hydrodynamique pour simuler les déplacements des masses d'eau sur le littoral réunionnais.

Selon les zones littorales concernées, les attentes sont différentes :

- connaissance générale des déplacements de masses d'eau dans la bande côtière autour de l'île, dans le but notamment de savoir ce que deviennent les apports d'eau douce par les principales rivières de l'île, en configuration courante et pendant la période des pluies, et dans le but de localiser d'éventuelles zones de dépôt de sédiments.
- connaissance fine des courants dans les zones récifales, notamment pour mieux apprécier les impacts possibles d'apports terrestres. A cette échelle, la connaissance des courants pourra s'envisager au travers de mesures sur

le terrain, d'autant que les récifs sont des édifices biologiques en constante évolution (évolution de la bathymétrie notamment).

Dans l'immédiat, le modèle hydrodynamique attendu devra permettre, pour répondre à la directive cadre sur l'eau, de proposer un découpage des eaux côtières de l'île en différentes masses d'eau, regroupées par type.

3.2.3. La typologie des masses d'eau

Ce travail est explicitement prévu par la directive cadre sur l'eau. Il ne pourra être réalisé qu'après l'obtention des données physiques nécessaires (données sédimentologiques attendues de l'étude 3.2.1. et données hydrodynamiques issues par exemple d'un modèle).

En Métropole, ce travail est actuellement réalisé par l'Ifremer pour le compte du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Son extension aux eaux côtières des départements d'outre-mer pourrait être envisagé dans le même cadre de partenariat Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (représenté par la Diren) – Ifremer.

3.3. Réseaux de mesures

3.3.1. L'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau

En dehors des études ponctuelles réalisées à différentes occasions (suivi de rejets, étude préalable à un aménagement comme l'état "0" fait avant le début du chantier pour le basculement des eaux de l'est vers l'ouest de La Réunion ...), il n'y avait pas, jusqu'en 2002, de surveillance de la qualité physico-chimique des eaux littorales réunionnaises.

Ce besoin d'un suivi qui puisse servir de référence a conduit la Diren à lancer en 2001 un projet d'étude pilote pour l'extension du RNO aux côtes réunionnaises. Dans le cadre de ce projet, le suivi hydrologique en différents points du littoral de l'île (zones récifales et zone d'influence des principales rivières de l'île), a débuté dans sa phase opérationnelle en 2002, avec l'ARVAM et ECOMAR pour la collecte d'échantillons et l'analyse des nutriments, de la chlorophylle, et du carbone organique. Les points retenus pour cette étude sont présentés sur la carte 14. Il est prévu qu'un bilan de cette phase pilote soit fait au bout de 3 ans de fonctionnement pour définir les conditions de pérennisation du réseau de surveillance (intervenants, paramètres, stratégie d'échantillonnage, gestion des données ...).

3.3.2. L'évaluation de la contamination chimique

Ce besoin de connaître le niveau des contaminants chimiques principaux et de suivre leur évolution dans le milieu marin est à l'origine de la mise en place du RNO (Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin) en métropole par le ministère chargé de l'environnement en 1974. Ce besoin existe toujours et est notamment repris par la directive cadre sur l'eau.

L'expérience acquise a progressivement conduit Ifremer chargé de la réalisation de ce réseau, à renoncer à l'analyse de routine des contaminants chimiques dans l'eau. Les dosages sont faits actuellement dans la chair de mollusques filtreurs (moules et huîtres en métropole) et dans le sédiment, deux compartiments qui offrent une plus grande stabilité des niveaux de contamination et une meilleure fiabilité des résultats (contaminants concentrés et donc plus faciles à analyser).

3.3.2.1. Les dosages dans les organismes marins : RNO matière vivante

L' **objectif** de ce réseau RNO - matière vivante est d'évaluer les niveaux de contamination chimique du milieu marin et d'en suivre l'évolution à pas de temps assez fin (observation des variations inter et intra-annuelles).

Les points suivis devront être placés à l'écart des sources ponctuelles connues de contamination, de manière à ce que les dosages réalisés servent de référence concernant le niveau moyen de la contamination du secteur. Les rejets seront envisagés dans le cadre d'un autre type de surveillance (cf. apports à la mer côtière). Une liste initiale de 7 points peut être proposée dans le cadre d'une phase pilote (cf. carte en annexe 5). Pour les points situés sur la côte ouest de l'île, l'inventaire des gisements de modioles a été réalisé par l'ARVAM en 2001 (TURQUET et al. 2001). En revanche, la localisation précise des points de suivi souhaitables sur la côte est dépend de la présence effective de ces coquillages.

Les composés analysés seront, d'une part, les paramètres classiques de la surveillance marine internationale (plomb, cadmium, cuivre, zinc, mercure, chrome, famille des HAP, des PCB, du DDT et du HCH). La liste devra être complétée selon les exigences de la directive cadre sur l'eau (nickel, substances benzéniques, diphényléthers bromés, chloroalcane, phtalate, hexachlorobutadiène, nonylphénols et octylphénols, TBT et différents pesticides) en tenant compte également de composés qui poseraient des problèmes spécifiques à La Réunion. La liste minimum de composés pouvant être immédiatement proposée est la suivante : Pb, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni, Cr, DDT + DDD + DDE, lindane (γ HCH), HAP (16 HAP classiques de la surveillance internationale), PCB (8 congénères).

L'**organisation** des différentes opérations nécessaires à la vie de ce réseau devra privilégier une certaine stabilité dans le temps de manière à garantir les conditions de la comparabilité des résultats dans le temps (stabilité de l'échantillonnage et stabilité des résultats d'analyses).

Les prélèvements, à une fréquence trimestrielle à semestrielle seront donc préférentiellement assurés par une équipe présente sur place et connaissant bien le terrain. Plusieurs structures présentes à La Réunion pourraient assurer cette prestation : l'ARVAM, l'IFREMER, ECOMAR, ...

Les analyses devront être fiables et de bonne qualité, avec notamment une sensibilité de la méthode compatible avec les niveaux bas couramment rencontrés en milieu marin. Les méthodes applicables aux coquillages ne font pas l'objet d'un agrément du ministère de l'écologie et du développement durable pour le moment ; la qualité des résultats sera donc garantie notamment par la participation du laboratoire retenu à des exercices d'intercalibration adaptés et par l'utilisation systématique de matériaux de référence certifiés.

A l'heure actuelle, seul le laboratoire de la DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et répression des fraudes) a les moyens humains et techniques pour réaliser des analyses de contaminants dans les coquillages mais ce type de prestation analytique n'est normalement pas dans ses mandats et ne pourrait pas être assurée dans le long terme (problème de moyens humains notamment). Dans un premier temps, les analyses du RNO devront donc être confiées à un laboratoire extérieur à l'île. Pour assurer l'homogénéité des résultats du RNO réunionnais avec le RNO métropolitain ou antillais, les analyses pourraient être assurées par le même laboratoire pour tous ces programmes : Ifremer pour les contaminants métalliques, Ifremer ou un laboratoire prestataire connu et habituel pour les contaminants organiques.

Dans le contexte de la création d'un pôle analytique de l'eau, les analyses pourraient à terme être confiées localement à ce laboratoire, après vérification de l'intercomparabilité des résultats avec ceux du laboratoire qui intervenait préalablement.

3.3.2.2. Le RNO sédiments sur l'ensemble du littoral de l'île

Les **objectifs** de la surveillance de la contamination chimique dans le sédiment sont les mêmes que dans la matière vivante mais l'échelle de temps n'est pas la même. Les différentes couches sédimentaires, si elles sont accessibles au carottage, peuvent donner en un prélèvement une information sur la chronologie passée des contaminations (pour les molécules stables). Le renouvellement du prélèvement en un même point au bout de plusieurs années (en fonction de la vitesse de sédimentation) permettra de connaître l'évolution des niveaux de contaminations.

Les prélèvements de sédiments seront beaucoup moins fréquents que les prélèvements d'organismes marins pour l'évaluation des niveaux de contamination et font appel à une logistique plus lourde (bateau équipé d'un portique et d'un treuil, carottier ...).

L'**organisation** des campagnes de prélèvement, les analyses et la gestion des résultats pourrait être prise en charge par l'Ifremer comme en métropole, sous réserve d'informations suffisantes quant à la présence de dépôts fins qui pourront être analysés.

Une étude de faisabilité devra donc être préalablement engagée pour localiser d'éventuels gisements de sédiments fins et étudier les moyens de leur échantillonnage.

3.3.2.3. *L'archivage des résultats*

Les résultats des mesures seront archivés dans une **base de données** adaptée et faisant l'objet d'une maintenance et d'une mise à niveau régulière pour qu'elle reste utile et utilisée.

La circulaire de la direction de l'eau du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement du 26 mars 2002 (annexe 6) concernant le système national d'information sur l'eau prévoit de confier à l'Ifremer la charge des réseaux de mesure de la qualité des eaux marines, et à la Diren "la coordination et le suivi des missions réalisées par les établissements publics, notamment l'Ifremer". A ce titre, l'Ifremer propose d'intégrer les données du RNO réunionnais à la base Quadrige, outil de gestion de l'ensemble des réseaux de mesures animés par l'Ifremer, dont le RNO métropolitain et antillais.

La responsabilité de la saisie des résultats peut être confiée :

- soit au producteur de données qui assume la responsabilité du prélèvement et de l'analyse de l'échantillon,
- soit au maître d'ouvrage du réseau, Diren ou Ifremer.

Quant à la diffusion et la valorisation des données, elle fait partie intégrante du fonctionnement du réseau. Les résultats de mesure obtenus dans le cadre du RNO à l'aide de financements publics sont publics et accessibles à tous et en particulier aux équipes scientifiques qui pourront les exploiter et les valoriser dans le cadre de leurs travaux. Il appartient au gestionnaire des résultats d'assurer l'accès de tous à la donnée. Ceci signifie la possibilité d'envoyer à la demande des fichiers de données exploitables (données accompagnées des informations nécessaires à l'utilisation prévue : indication des méthodes d'analyse, éléments d'assurance de qualité ...) voire de prévoir la présentation des résultats sous une forme simple et lisible par le plus large public par exemple sur un site web.

Un tel site a été développé par l'Ifremer pour présenter les données de la surveillance en mer en métropole (site consultable à l'adresse suivante : <http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance>). Les données réunionnaises pourraient être présentées de façon analogue, voire intégrées au site envlit moyennant quelques adaptations :

- reprise de la cartographie et des positionnements de points avec un nouveau système de projection ;
- intégration des limites administratives réunionnaises ;
- développement des cartes interactives spécifiques à ce site web ;
- modifications des pages du site pour le passage d'une région du globe à l'autre.

Le travail de développement de ce site est évalué à 15 000 euros.

3.3.3. L'Etat de santé de l'écosystème littoral

Le besoin de connaissances et de suivi des biocénoses benthiques se précise progressivement, notamment au fur et à mesure que des événements majeurs par leur intensité (marée noire) ou par leur extension (blanchissement des coraux à l'échelle mondiale) mettent en avant la richesse et la fragilité du patrimoine naturel.

Ce besoin figure dans les objectifs de la directive cadre sur l'eau et est à l'origine du réseau REBENT (éléments de présentation en annexe 7) qui se met en place actuellement en métropole avec l'Ifremer.

A La Réunion, les zones récifales font l'objet d'un suivi écologique qui s'est structuré à partir de 1998, selon une méthodologie mise au point par ECOMAR et l'ARVAM (Conand et al. 1998) à partir d'un protocole australien : le réseau RECIFS. Il comporte 14 stations réparties sur les 4 complexes récifaux de l'île (pente externe et platier) et suivies une fois par an. Les paramètres suivis sont : observation du benthos fixé avec l'évaluation du taux de recouvrement par catégorie (corail, algue, éléments abiotiques, autres) et suivi des peuplements ichtyologiques sur la base du dénombrement d'espèces bioindicatrices de l'état du milieu et de la pression de pêche (Association Parc Marin de La Réunion, 2000). La carte en annexe 3 situe les radiales de ce réseau RECIFS, avec des radiales situées en secteurs dégradés et des radiales situées dans des secteurs en bonne santé.

Il serait intéressant d'étendre ce réseau à des zones non récifales, en appliquant le principe qui fonde le REBENT : identification des habitats caractéristiques du littoral réunionnais hors zone récifale et élaboration d'un protocole de suivi de ces habitats. Ce complément de réseau pourra s'appuyer notamment sur les inventaires biologiques réalisés préalablement à des intervention sur le domaine marin (état "0" dans le cadre d'étude d'impact pour des aménagements portuaires, l'implantation

de station d'épuration ou de rejets industriels ...). La carte en annexe 8 en présente quelques uns.

La compétence dans ce domaine sera recherchée auprès de bureau d'étude comme l'ARVAM ou du laboratoire universitaire ECOMAR, pour le complément au réseau RECIFS existant, l'Association du Parc Marin n'ayant pas vocation à intervenir hors zone récifale (ceci est à préciser avec eux).

L'organisation de ce réseau benthique réunionnais pourra comprendre deux volets séparés (volet récifs + volet hors récifs), de préférence avec un mode de gestion des données unique et notamment une base de données unique qui assurera de fait une cohérence entre les deux composantes du réseau.

Une étude préalable à la mise en place du REBENT non récifal sera nécessaire pour faire l'inventaire, à partir de la bibliographie et à partir de sondages terrain, des types d'habitats présents sur le littoral réunionnais et donc du nombre de secteur qu'il faudra prévoir de suivre.

3.3.4. La contamination par les toxines marines : réseau ECOTOX

Le réseau ECOTOX, qui existe dans le principe mais qui demande à être réactivé, a été mis en place pour répondre à un besoin de suivi des épisodes de toxines marines à l'échelle des pays membres de la Commission de l'Océan Indien.

Ce réseau assure notamment le suivi des populations de dinoflagellés benthiques pour la détection d'espèces potentiellement productrices de toxines ciguatériques.

La base existe avec un suivi hebdomadaire de *Gambierdiscus toxicus* à Saint-Leu depuis 1993 par l'ARVAM. La présence de ce dinoflagellé est généralement corrélée à une dégradation de l'état de santé des coraux. En fonction de l'évolution des différentes zones récifales de La Réunion, il pourrait être intéressant d'étendre ce réseau aux 3 autres zones récifales de l'île. Ces zones ont des évolutions différentes, notamment en relation avec des pressions terrestres (infiltrations d'eaux douces) et anthropiques différentes et l'influence d'événements majeurs (cyclones) qui peuvent toucher différemment les récifs.

Les espèces de dinoflagellés épiphytiques à surveiller sont (Turquet et Quod, 1999) :

- *Gambierdiscus cf toxicus* (ciguatoxines)
- *Ostreopsis*
- *Prorocentrum*.

Cette analyse requiert une certaine expertise quant à la reconnaissance des espèces phytoplanctoniques impliquées. Cette expertise est détenue notamment par l'ARVAM, qui pourrait assurer la poursuite de ce réseau de surveillance ou former d'autres acteurs.

De plus, en cas d'abondance d'espèces potentiellement productrices de toxines, des tests de toxicité sur les poissons doivent être réalisés. Là encore la compétence analytique est actuellement à l'ARVAM, la collecte des échantillons de poissons à tester étant assurée par le CRPMEM.

Les informations collectées pourraient être archivées dans la base de données Quadrigé mais cette solution paraît inadaptée à la dimension régionale nécessaire d'un tel réseau, à moins d'étendre Quadrigé aux autres partenaires du réseau ECOTOX de la COI. Il serait plus raisonnable d'intégrer ce programme à la base de données COREMO développée par l'ARVAM pour l'enregistrement, par chaque pays concerné, des données des différents réseaux récifs au sein de la COI.

Le petit nombre de partenaires impliqués dans la surveillance des zones récifales (ECOMAR, ARVAM, Association du Parc Marin) a permis une bonne coordination des programmes et notamment l'utilisation des mêmes points de prélèvement pour les différents suivis et études réalisées. C'est un atout certain pour la bonne connaissance du fonctionnement de ces écosystèmes.

3.3.5. Le Réseau APPORTS

A la suite des deux études de cadrage (voir paragraphes 3.1.3.1. et 3.1.3.2.), le réseau APPORTS au littoral réunionnais pourra être effectivement lancé (**étape 9**) en 2005 ou 2006 pour respecter les délais de la Directive Cadre sur l'Eau. Le maître d'ouvrage pourrait être le Conseil Régional qui s'est dit très intéressé par la préservation de la qualité des milieux littoraux. Le Conseil Général et le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable seraient potentiellement des partenaires financiers. L'OLE serait le maître d'œuvre.

Pour assurer la compatibilité et la coordination avec les autres réseaux de suivi à La Réunion, la DIREN dirigerait la Comité de pilotage et de suivi mis en place auparavant lors de l'étude préalable (voir paragraphe 3.1.3.2.)

Si les tests devant être réalisés en métropole en 2003 s'avèrent concluants, la base Quadrigé pourrait accepter le recueil des données d'apports .

Le coût annuel du réseau ne peut être estimé avant les deux études de cadrage qui vont définir précisément les types et les nombres d'analyses à effectuer.

3.4. Organisation des études et réseaux : synthèse des propositions

La lecture des tableaux récapitulatifs présentés ici doit se faire verticalement : pour chaque catégorie d'intervenants, différents choix peuvent être proposés pour une même opération.

Pour chaque opération, les solutions sont présentées dans l'ordre des préférences selon Ifremer.

Les coûts des études sont donnés à l'annexe 9.

3.4.1. Les études

Objet :	financeur	Comité de pilotage	réalisation		
			échantillonnage	analyses	gestion de la données
Etudes préalables au réseau APPORTS					
Inventaire des pressions et des risques sur les bassins versants des zones sensibles	Diren	Diren, Ifremer, Dde(Spba)	ARVAM		
	C.Régional		Bureau d'étude		
Etude analytique et optimisation de l'échantillonnage	Diren	Diren, Drass, Ddam, Arvam, Ifremer, Dde, C.général, C.régional	OLE	Pôle Analytique La Réunion	DIREN
	C.Régional				
Etudes physiques du littoral					
bathymétrie du littoral	Diren		SHOM		
	C.Régional		BRGM		
nature des sédiments	Diren		BRGM		
	C.Régional		Université (LSTUR...)		
modèles hydrodynamiques	Diren		Ifremer DEL/AO Brest – La Réunion		
typologie des masses d'eau	Diren		Ifremer DEL/AO Brest		
Etude pilote RNO – organismes marins					
choix de l'espèce (compléments à l'étude 2001)	Diren		ARVAM		Diren
étude pilote	Diren		ARVAM	Ifremer DEL/PC Nantes	Diren – Quadriga
			CREOCEAN autre bureau d'étude		
Etude pilote RNO – sédiments					
bibliographie	Diren		ARVAM		
campagne de repérage			ARVAM	granulométrie : LSTUR ?	

3.4.2. Les réseaux de mesures

Objet :	financeur	Comité de pilotage	réalisation		
			échantillonnage (1)	analyses (2)	gestion de la données
RNO – hydro qualité physico-chimique de l'eau	MEDD		ARVAM	pôle analytique départemental	Quadrige – saisie par (1) ou (2)
			Ifremer – la Réunion		
			DDE – SPBA	ECOMAR	
RNO – matière vivante qualité chimique du milieu par dosage dans la chair d'une espèce bioindicatrice	MEDD		Ifremer – la Réunion	Ifremer DEL/PC – Nantes	Quadrige
			ARVAM (si pérennité)	pôle analytique départemental	
RNO – sédiments dosage dans les sédiments fins	MEDD		Ifremer DEL/PC – La Réunion	Ifremer DEL/PC Nantes	Quadrige
RNO – diffusion des résultats	MEDD			Ifremer – DEL/AO Nantes	site Ifremer envlit
	C. régional ou général			service spécialisé	site réunionnais
réseau état de santé de l'écosystème – compléments hors lagon du réseau RECIFS	Diren		ARVAM / ECOMAR	ARVAM / ECOMAR	COREMO (base actuelle pour RECIFS)
ou couplage de ce réseau écosystème à REBENT	idem REBENT		ARVAM / ECOMAR	ARVAM / ECOMAR	Quadrige
réseau ECOTOX : surveillance des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines et réalisation de tests biologiques	MAAPAR		ARVAM	ARVAM	COREMO
	IFRECOR		Parc Marin (futur syndicat mixte)	Parc Marin (si formation et équipement)	Quadrige
Réseau APPORTS	Conseil Régional	Diren, Ifremer, Dde, Drass, Ddam	OLE	Pôle analytique de La Réunion	Diren -QUADRIGE

MEDD : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

MAAPAR : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales

4. Conclusion

La Réunion, comme tous les départements et régions français, bénéficie des systèmes de contrôle de l'environnement et de la santé publique prévus par les lois de la République française : contrôle des installations classées pour la protection de l'environnement, contrôle de la qualité de l'eau potable ...

Ce système devra être renforcé dans les mois à venir en application des prescriptions de la directive cadre communautaire sur l'eau qui s'attache à l'obtention d'un bon état écologique des eaux des pays membres de l'Union Européenne à l'horizon 2015. L'appréciation de cet état écologique et de son évolution passe par la mise en place d'une surveillance coordonnée de ses différentes composantes (qualité chimique, microbiologique, phytoplanctonique de l'eau, état de santé des écosystèmes) pour l'ensemble des eaux littorales de l'île à répartir, selon la directive cadre sur l'eau, par type de masses d'eau.

Il apparaît que le domaine récifal de la côte ouest, qui fonde une des richesses de l'île, est déjà assez bien servi par un réseau de surveillance de l'état de santé des édifices coralliens et un suivi des populations phytoplanctoniques potentiellement nuisibles pour l'homme (production de toxine ciguatérique). En revanche la surveillance des apports à la mer de toute nature et de l'impact des activités humaines devrait être renforcée. Des connaissances de base sur le milieu marin et son fonctionnement restent à acquérir dans le cadre d'études ponctuelles : bathymétrie, courantologie, inventaire des espèces.

Le domaine non récifal semble être moins bien connu, et moins bien suivi, à l'exception de la baie de Saint-Paul qui par ses atouts (seule baie sableuse assez bien abritée de l'île) constitue un centre d'intérêt notamment pour l'économie de l'île (projets de développement d'élevage aquacole, de développement d'activités nautiques, zone d'intérêt stratégique pour les activités portuaires militaires et civiles) qui sont à l'origine d'autant d'études dans le milieu marin (courantologie connue ...). Le domaine non récifal demande la mise en place d'un suivi de la qualité physico-chimique et chimique du milieu marin, et d'un suivi des biocénoses benthiques. Il présente les mêmes lacunes que le domaine récifal en matière de connaissances de base.

La priorité des actions à engager est le comblement de ces lacunes dans le domaine de la connaissance physique du milieu marin : bathymétrie, cartographie des fonds et plus particulièrement de la couverture sédimentaire et hydrodynamisme. Ces études sont notamment un préalable indispensable au découpage et à la typologie des masses d'eau prévus par la directive cadre sur l'eau.

Ces connaissances physiques alimenteront également les études de faisabilité à réaliser pour mettre en place les différents réseaux de surveillance identifiés pour répondre aux besoins en matière de données sur les eaux marines à La Réunion.

Pour ce qui concerne les réseaux de surveillance à mettre en place, il convient de tenir compte du poids du niveau international (qualifié sur place de "régional", au sens région sud – ouest de l'océan indien) dans le fonctionnement général de l'île. En effet, il est économiquement et écologiquement lié à celui des pays voisins avec notamment un partage de la ressource halieutique de la grande pêche hauturière et un partage des territoires de migrations de certaines espèces aquatiques marines.. Pour la protection des récifs coralliens, la démarche actuelle suivie à La Réunion s'inscrit déjà dans cette dimension régionale (Plan d'action régional en écotoxicologie marine, sous l'égide de la commission de l'océan indien).

A l'opposé, les ressources techniques de l'île, notamment en terme de potentiel analytique nécessitent dans l'état actuel des choses une collaboration étroite avec la métropole. Le RNO à mettre en place pour le suivi de la qualité chimique du milieu marin réunionnais pourrait ainsi profiter des acquis de la métropole, depuis la phase analytique jusqu'à l'archivage des données.

L'organisation des différents réseaux devra permettre d'assurer la cohérence des mesures réalisées et une bonne efficacité dans les périodes de crise (épisode de mortalité de poissons par exemple). Les acteurs intervenant actuellement dans le domaine marin sont peu nombreux et travaillent souvent en partenariat. Il convient de préserver et développer ce mode de fonctionnement, en s'appuyant notamment sur la Diren et l'Ifremer, deux services publics présents à La Réunion, qui ont compétence dans le domaine marin. En pratique, la cohérence des réseaux de mesure pourra passer par un système d'archivage et de gestion des données unifié. Pourquoi pas Quadrigé, base de données pour le milieu marin qui a déjà fait ses preuves ?

5. Bibliographie

Association Parc Marin de La Réunion, 2000, rapport d'activité : 81p + annexes.

Comité de Bassin Réunion, 2001, SDAGE – volume 2 Réglementation et préconisations. Diren : 111p.

CONAND C., CHABANET P., BIGOT L., QUOD J.P., 1998, Manuel méthodologique pour le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud-ouest de l'Océan Indien. PRE/COI-UE : 27p.

DUTRIEUX E., CANOVAS S., DENIS J., HENOCQUE Y., QUOD J.P. et BIGOT L., 2000, Guide méthodologique pour l'élaboration de cartes de vulnérabilité des zones côtières de l'Océan Indien. Réalisé par Créocéan, Ifremer et Arvam pour le compte de l'UNESCO/IOC et le PRE-COI/UE. COI Manuels et Guides n°38 : 40p.

DUTRIEUX E., QUOD J.P. coord., 1995, Sensibilité et vulnérabilité des milieux marins de l'île de la Réunion. Document préparé dans le cadre de la mise en place du SDAGE Réunion. IARE, ARVAM pour le compte de la Diren : 137p.

Groupe Communautaire Littoral, 2002, Document d'orientation pour l'évolution des réseaux de suivi de la qualité des eaux côtières et de transition en France : 15p

JOANNY M. et BELIAEFF B. (coordination), 2002, Mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau : Propositions IFREMER pour une typologie des eaux côtières et de transition. rapport interne Ifremer DEL/AO : 52p.

JOANNY M., 2002. Document d'orientation pour l'évolution des réseaux de suivi de la qualité des eaux côtières et de transition en France. Contribution du Groupe Communautaire littoral du MEDD, 30 mai 2002.

LASSERRE G.(coord.), 1975. Atlas des Départements Français d'Outre – Mer. 1- La Réunion. CNRS, IGN : 37 planches.

OCEA et DIREN, 2000, Projet de réserve naturelle sur les formations récifales de la côte ouest et sud de La Réunion. Diren : 27p + annexes.

Office International de l'Eau, 2002, Mission d'assistance à la mise en place de l'Office Local de l'Eau. Phase 1. Etat des lieux. Département de la Réunion : 70p.

PIRIOU J.Y., DROIT J., 2001. Apports nutritifs et bactériens en estuaire de Penzé, année 2000. Rapp.IFREMER RST.DEL/SR/01.08, septembre 2001, 124p. + annexes.

QUOD J.P., TURQUET J., 1996, Etude de faisabilité préalable à la mise en place d'un plan d'action régional en écotoxicologie marine. Commission de l'Océan Indien – programme régional environnement : 61p.

RISTORI S., 2002. Guide méthodologique d'aide à la mise en place d'un réseau de mesure des apports en zone côtière. Mémoire de fin d'études à Ifremer, ingénieur 3^{ème} année Ecole Des Métiers de l'Environnement : 44p.

TURQUET J. coordonnateur, 2000, Suivi et prévention des intoxications par consommation d'animaux marins dans le sud ouest de l'océan indien. Manuel méthodologique. Coopération Commission de l'Océan Indien – programme régional environnement : 50p.

TURQUET J. et QUOD J.P., 1999, VIGITOX Phase 2. Réponse d'urgence à une aggravation du risque d'écotoxicité par la consommation d'animaux marins. 1. Formation à la reconnaissance des micro-algues. 2. Synthèse des résultats de la phase 1. GREEN/OI – Projet Environnement COI/UE : 44p.

TURQUET J., PRIOT C., CONEJERO S., QUOD J.P., 2001. Mise au point d'un intégrateur biologique pour l'évaluation de la qualité du milieu marin insulaire tropicale. Etude de pré-faisabilité. ARVAM rapport de contrat avec la DIREN de La Réunion : 33p + annexes.

Université de La Réunion – laboratoire d'écologie marine, 2001, Présentation du laboratoire et publications récentes : 19p.

6. Liste des sigles

ARDA : association réunionnaise pour le développement de l'aquaculture (association "loi 1901").

ARVAM : agence pour la recherche et la valorisation marine (association "loi 1901").

BRGM bureau des recherches géologiques et minières.

COI : commission de l'Océan Indien (Les Comores, Madagascar, Ile Maurice, La Réunion, Les Seychelles).

CRPMEM : comité Régional des Pêches maritimes et des élevages marins.

DAF : direction de l'agriculture et de la forêt.

DCE : directive cadre sur l'eau (directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000).

DDE : direction départemental de l'équipement.

DGCCRF : direction générale de la consommation, de la concurrence et de la répression des fraudes.

DIREN : direction régionale de l'environnement.

DRASS : direction régionale des affaires sanitaires et sociales.

DRIRE : direction régionale de la recherche, de l'industrie et de l'environnement.

DSV : direction des services vétérinaires.

ECOMAR : laboratoire d'écologie marine (Université de La Réunion).

IARE : institut des aménagements régionaux et de l'environnement.

IFREMER : institut français de recherche et d'exploitation de la mer.

LEHM : laboratoire d'épidémiologie et d'hygiène du milieu.

OLE : office local de l'eau.

ORE : observatoire réunionnais de l'eau (association "loi 1901").

REBENT : réseau benthique.

RNO : réseau national d'observation de la qualité du milieu marin.

SATESE : service d'assistance technique aux exploitants de station d'épuration (service du conseil général).

SDAGE : schéma directeur de l'aménagement et de la gestion des eaux.

SHOM : service hydrographique et océanographique de la marine.

SPBA : service des ports et bases aériennes.

SREPEN : société réunionnaise pour l'étude et la protection de l'environnement (association "loi 1901").

7. Annexes

annexe 1 : Proposition technique d'expertise pour le bilan-diagnostic des données sur les eaux du littoral réunionnais.

annexe 2 : liste des entretiens réalisés du 12 au 23 octobre 2002.

annexe 3 : réseau de surveillance de l'état de santé des récifs coralliens (réseau "RECIFS"). Cartes établies d'après le rapport d'activité 2000 de l'Association du Parc Marin.

annexe 4 : fiche d'intervention de l'Association du Parc Marin en cas de mortalité de poissons

annexe 5 : proposition de localisation des points pour le réseau RNO-organismes marins.

annexe 6 : circulaire du 26 mars 2002 du MATE sur le SIE

annexe 7 : présentation du réseau REBENT : extraits d'un exposé de B. Guillaumont

annexe 8 : recensement des inventaires biologiques réalisés ces dix dernières années sur le littoral réunionnais.

annexe 9 : coût estimatif des études

ANNEXE

BILAN-DIAGNOSTIC DES DONNEES SUR LES EAUX DU LITTORAL REUNIONNAIS

Evaluation des données disponibles et des besoins Propositions de programmes complémentaires de surveillance

PROPOSITION TECHNIQUE D'EXPERTISE

Proposition rédigée par **Philippe LEMERCIER** (Délégation La Réunion), **Anne GROUHEL** (DEL/PC, Nantes) et, **Jean Yves PIRIOU** (DEL/SR, Brest).

Délégation de la Réunion
Rue Jean Bertho
BP 60
97 822 Le Port Cedex

Tél. 262 42 03 40
Fax 262 43 36 84

institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer

Etablissement public à caractère
industriel et commercial

Siège social

155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France

R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 731 Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368

téléphone 33 (0)1 46 48 21 00
télécopie 33 (0)1 46 48 22 96
<http://www.ifremer.fr>

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

1.1. Une actualité réunionnaise qui met en évidence un déficit de données sur l'eau

A l'instar d'un épisode de mortalités, survenu en fin d'année 2000 des mortalités de poissons ont été observées sur le littoral réunionnais durant le mois d'avril 2002. Ces mortalités ont été suffisamment importantes pour entraîner une grave inquiétude locale.

Ces phénomènes réactivent une réflexion qui avait été initiée par la DIREN et le Réseau de Bassin de la Réunion en 1997, sur les enjeux d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux marines et les conditions de son efficacité dans le contexte écologique et économique de l'île.

Ces deux crises et la difficulté de les expliquer ont mis en évidence le déficit d'informations quant à l'état du milieu et ses évolutions (en particulier lors des pluies tropicales et des cyclones) et l'urgence de mettre en place, à La Réunion, un véritable programme complet et cohérent de surveillance spécifique des milieux littoraux.

L'expertise actualisée d'Ifremer dans ce domaine est sollicitée afin de construire une stratégie globale de surveillance du littoral réunionnais.

1.2. L'application à La Réunion de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau

La récente **Directive Cadre Européenne sur l'Eau** (2000/60/CE) prescrit, au niveau de chaque Etat membre, la mise en place, d'ici 2006 :

- de programmes de surveillance de l'état des masses d'eau côtières (article 8, paragraphe 1) pour en évaluer l'état actuel et veiller à le préserver ou l'améliorer ;
- d'un inventaire de tous les rejets, de source ponctuelle ou diffuse, dans les eaux de surface (article 10, paragraphe 1).

Ceci concerne les eaux douces et marines côtières et porte aussi bien sur l'état écologique que chimique.

Cette mise en place passe par la **réalisation d'une étude de bilan-diagnostic** des réseaux de données sur l'eau sur tout le territoire.

L'étude proposée fera le point sur l'existant (réseaux en eau de mer et réseaux en eau douce, dont les apports à la mer). Elle comprendra surtout des propositions d'évolution de l'existant à partir d'un inventaire des besoins en relation avec les possibilités techniques sur place. Elle sera accompagnée, dans sa réalisation, par un comité de pilotage placé sous l'égide du Préfet.

2. PROPOSITION D'EXPERTISE DE L'IFREMER :

Dans le cadre du bilan-diagnostic des réseaux de suivi de la qualité des eaux du littoral réunionnais, l'Ifremer analysera les données disponibles concernant le milieu marin ainsi que les apports à la mer. Compte-tenu du fonctionnement hydraulique particulier de l'île, avec un réseau hydrographique court et une alimentation souvent de type torrentiel, l'analyse proposée par l'Ifremer intégrera la qualité des eaux douces, qui influence largement celle du littoral, en s'appuyant pour ce qui les concerne sur les organismes compétents dans ce domaine et sur l'étude confiée en 1997 par la DIREN à l'ARVAM.

Ce bilan-diagnostic s'attachera notamment aux conditions d'application de la Directive Cadre Européenne sur l'eau (DCE) et aux compléments d'études à envisager pour y parvenir. Il identifiera les acteurs possibles.

2.1. Objectifs de l'étude

2.1.1. Evaluation

Actualiser la demande locale émanant des collectivités, de la DIREN et des autres services de l'Etat, des professionnels et des utilisateurs du littoral, des scientifiques, etc. Préciser les perspectives d'un programme de surveillance du littoral dans les domaines :

- de la protection de la santé publique ;
- de la protection des ressources vivantes exploitées
- de la préservation et la mise en valeur du patrimoine naturel (lagons,...).

2.1.2. Faire le point

- Faire le point sur les différents réseaux existants (réseaux en mer et réseaux terrestres susceptibles d'apporter des informations sur les apports en mer) à La Réunion et sur les réflexions déjà menées par le passé sur ce sujet. Bilan cartographique comparé des réseaux existants ou en gestation, des secteurs à problèmes récurrents (pollutions chroniques, manifestations d'eutrophisation, rejets ponctuels, mortalités piscicoles ou coralliennes, événements et anomalies exceptionnels, etc...)

- Bilan des informations techniques et environnementales existant sur la sectorisation et la structure du milieu marin et qui pourraient apporter des réponses aux contraintes apportées par l'application de la Directive Cadre (bathymétrie, confinement, sectorisation du SDAGE, etc...)
- Faire le point avec l'ensemble des structures locales (Université, ARVAM, Muséum, etc.) et identifier celles susceptibles d'intervenir dans certaines des composantes d'un futur programme global de surveillance des milieux (eaux, sédiments, benthos, pelagos).

2.2. Contenu du rapport d'étude

Pour être en accord avec la Directive Cadre Européenne et à ses exigences, le rapport s'appuiera sur les recommandations du « *document d'orientation pour l'évolution des réseaux de suivi de la qualité des eaux côtières et de transition en France* » de mai 2002. Ce document récent a été rédigé par le groupe de travail *DCE LITTORAL FRANCE* piloté par M. Y. Auffret (MEDD/DE).

Le rapport proposera certaines approches et/ou études pour la mise en place de réseaux complémentaires à ceux déjà existants (ou bientôt opérationnels) de façon à aboutir à une stratégie globale de "réseau de réseaux". Il comprendra une évaluation des besoins d'études complémentaires éventuelles pour étendre les réseaux de surveillance.

Ce rapport d'étude comprendra ainsi trois grands chapitres :

- **Chapitre 1 - Bilan** de la situation actuelle du suivi ① de la qualité du milieu marin à La Réunion, au niveau des compartiments pélagique (masse d'eau) et benthique (fond) et ② des apports à la mer, et de la qualité des eaux douces constituant ces apports . Ce constat de l'existant sera illustré par une carte des points de mesures et des tableaux de données selon les paramètres analysés. Parmi ceux-ci, citons les pesticides, les bactéries, les métaux lourds, les sels nutritifs, ...ainsi que les informations géographiques et physiques disponibles du milieu marin.
- **Chapitre 2 - Diagnostic** des besoins complémentaires inventoriés. A titre d'exemples, mentionnons :
 - Une carte des zones manquant de points d'analyses par rapport aux besoins exprimés .
 - Un inventaire des études éventuellement nécessaires pour placer ces points manquants (zonages de masses d'eau marine, modélisation de panaches en mer, cartographie d'espèces benthiques majeures, mesures complémentaires de flux de polluants, stockage de contaminants dans le sédiment et évolution dans la matière vivante, ...)
- **Chapitre 3 – Propositions** d'actions de mise en œuvre.
 - Proposition d'une liste d'actions à mettre en œuvre et leur contenu détaillé (pré-devis), intégrées dans une coordination logique d'ensemble.
 - Proposition d'un calendrier d'actions (avec ordre des priorités) sur plusieurs années comprenant les études préalables éventuelles et la mise en place effective des réseaux.

- Proposition d'une liste d'acteurs potentiels pour chaque réseau de suivi, avec, si possible, une proposition de son organisation, dans le cas des réseaux littoraux .

2.3. Moyens à mettre en oeuvre, organisation et échéances

Le bilan-diagnostic sera fait à partir des informations collectées au préalable auprès des acteurs concernés par la délégation Ifremer de La Réunion, puis par deux agents métropolitains de la Direction de l'Environnement Littoral experts en réseaux de surveillance du milieu marin ou d'apports au littoral.

En 2002, l'intervention de l'Ifremer pourrait comprendre les opérations suivantes :

- Collecte de données préalables par la délégation Ifremer de La Réunion.
- Préparation des rencontres et de la logistique par cette même délégation.
- Mission de 10 jours à l'automne par deux experts de l'Ifremer de Nantes et Brest pour collecter et trier les données ainsi que pour rencontrer les différents acteurs avec le délégué Ifremer.
- Réalisation du rapport tel que défini au paragraphe 2.2.
- Proposition d'un développement envisageable d'un système de surveillance adapté aux spécificités de La Réunion.
- Remise du rapport pour le 15 décembre 2002.

PROPOSITION FINANCIERE

	H.T.	T.T.C.
Frais de déplacement 2 billets A/R Métropole-Réunion		2 400 €
Frais de mission - 2 experts - 10 jours de mission /expert		1 545 €
Frais de logistique locale (forfait)		1 400 €
Temps d'experts 45 jours ⁽¹⁾ à 567 €/j + 8,5 % de T.V.A.	25 515 €	27 685 €
Total		33 030 €

⁽¹⁾ 5 jours de préparation, 10 jours de mission par expert, 20 jours d'élaboration du rapport rédigé en collaboration, entre autres, avec le représentant Ifremer au groupe de travail DCE-Littoral-France.

Annexe 2 : liste des entretiens réalisés du 12 au 23 octobre 2002

Liste (par ordre alphabétique) des structures rencontrées :

ARDA : association réunionnaise pour le développement de l'aquaculture (association "loi 1901")

ARVAM : agence pour la recherche et la valorisation marine (association "loi 1901")

Association Parc Marin (association "loi 1901")

BRGM : bureau des recherches géologiques et minières

Conseil général – direction des infrastructures départementales

Conseil régional

DAF : direction de l'agriculture et de la forêt

DAF – SPV : service de protection des végétaux

DDE SPBA : direction départemental de l'équipement – service des ports et bases aériennes

DIREN : direction régionale de l'environnement

DRAM : direction régionale des affaires maritimes

DRASS : direction régionale des affaires sanitaires et sociales

DSV : direction des services vétérinaires

ECOMAR : laboratoire d'écologie marine (Université de La Réunion)

Mairie de St Paul – services de l'eau

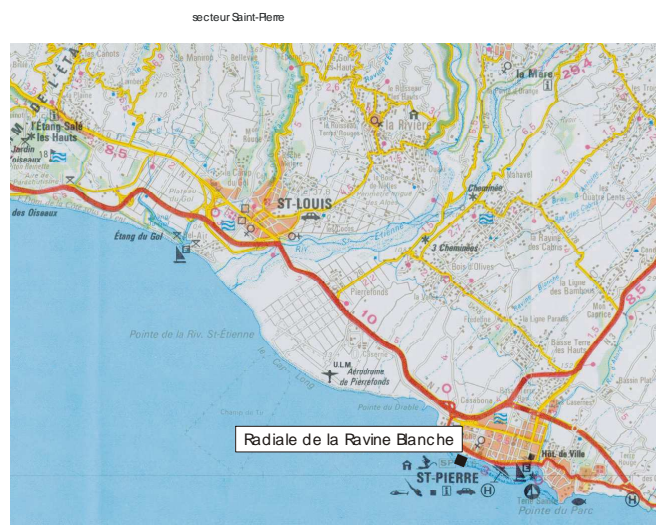
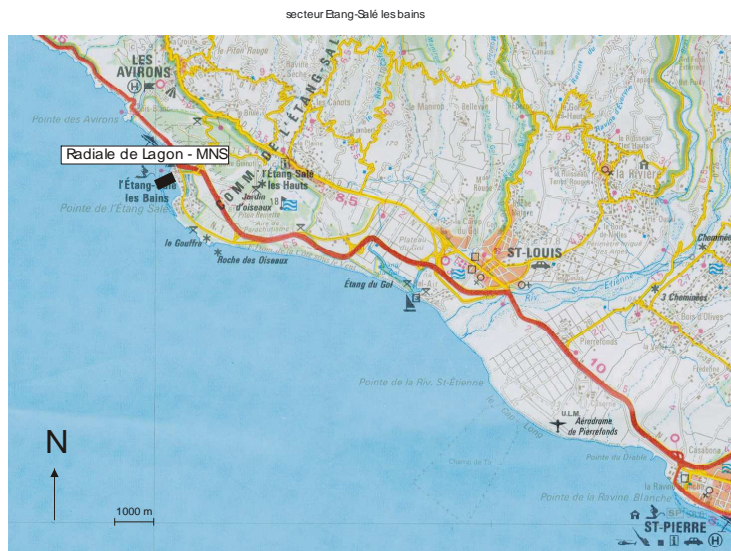
ORE : observatoire réunionnais de l'eau (association "loi 1901")

SATESE : service d'assistance technique aux exploitants de station d'épuration (service du conseil général)

SREPEN : société réunionnaise pour l'étude et la protection de l'environnement (association "loi 1901")

Réseau de surveillance de l'état de santé des récifs coralliens

cartes établies d'après le rapport d'activité 2000 de l'Association Parc Marin



FICHE ALERTE MORTALITE POISSONS

Nom de l'observateur :

Fonction de l'observateur :

Lieu de l'observation :

- plage
- lagon
- pente externe

.....
.....

Description

De

l'observation (Nombre, taille et espèces des poissons).....

.....
.....
.....

FICHE ENQUETE MORTALITE POISSONS

Fiche n°:

Date :

Nom de l'observateur :

Heure :

Zone d'observation : laisses lagon pente externe

Etat de la mer :

Couleur de la mer :

Vent :

Odeur de la mer :

Marée :

Présence d'autres organismes morts :

Sens du courant :

Présence d'une source de pollution accidentelle :

Lieu de l'observation	Espèce	nombre	Taille (cm)	Etat du poisson			Signes particuliers	Prélèvement
				subclaquant (S)	Frais (F)	Décomposé (D)		

Nombre total d'individus observés :**Nombre total d'individus prélevés :**

Fiche de Mesures et Prélèvements

Fiche n° :

Date :

Nom de l'observateur :

Heure :

Zone d'observation : lagon pente externe

Site	Point GPS	T(°C)	pH	Conductivité	N° prélèvement eau	N° prélèvement plancton
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

Point GPS	Coordonnées
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Notice d'utilisation de la fiche « Enquête mortalité »

Etat de la mer :

L'état de la mer doit être noté (belle, calme, peu agitée, agitée, forte...) car il donne une information sur les conditions d'observations. Les poissons en surface sont en effet plus facilement repérables par mer calme.

Vent :

La force et la direction du vent peuvent renseigner sur les mouvements des poissons dérivant en surface.

Marée :

La phase de la marée doit être notée (montante ou descendante). Cette information est importante surtout pour les observations en bord de plage car les poissons sont amenés au bord essentiellement lorsque la mer monte. Il serait donc judicieux d'effectuer ces observations en fin de marée montante afin d'optimiser les découvertes.

Sens du courant :

Selon le sens du courant, les poissons dérivant en surface ne vont pas se retrouver au même endroit et l'analyse des données risque d'être faussée si cette information n'est pas précisée.

Couleur et odeur de la mer :

Si une couleur ou une odeur suspecte ou inhabituelle de la mer est remarquée, il faut le signaler. Ces indicateurs peuvent traduire une pollution ponctuelle, un bloom phytoplanctonique, ... et peuvent donc orienter les recherches des causes de mortalité.

Présence d'autres organismes morts :

Il faut noter si la mortalité n'affecte que les poissons ou bien les groupes taxonomiques de l'écosystème récifal (oursins, holothuries, coquillages, zourites, ...). Cette donnée représente un indicateur supplémentaire pouvant aider à comprendre les mécanismes de la mortalité observée.

Présence d'une source de pollution accidentelle :

Si une source de pollution ponctuelle est observée (rejet d'eaux usées, vidange de piscine, nappe d'hydrocarbures, pêche par empoisonnement, etc.), il est important de le signaler. Ce pourrait en effet être une cause explicative.

RECAPITULATIF D'UNE MISSION MORTALITE**Avant de partir**

Chaque équipe doit emporter :

- quelques fiches vierges « Enquête mortalité » qui se trouvent dans la pochette « Mortalités de poissons » du classeur « Fiches vierges » conservé dans les locaux du Parc Marin,
 - PMT,
 - 2 glacières avec 2 blocs de congélation par glacière,
 - épuisette,
 - gants de protection,
 - pastilles d'oxygène (Si les poissons doivent être amenés vivants au laboratoire),
 - 1 flacon vide de 1 litre,
 - caméra sous-marine ou appareil photo, ou appareil étanche jetable,
-
- kit de terrain WTM,
 - filet à plancton,
 - GPS,
 - 4 flacons vides de 1 litre
 - une dizaine de piluliers
- } Pour la première sortie

Sur le terrain

On doit :

- réaliser les observations sur les parcours définis,
 - prélever des poissons subclaquants,
 - remplir les fiches « Enquête mortalité »,
 - prélever l'eau à la couleur suspecte,
-
- faire les prélèvements d'eau,
 - faire les mesures physico-chimiques,
 - faire les traits verticaux à phytoplancton ,
 - enregistrer les coordonnées des sites où des mesures physico-chimiques et des prélèvements d'eau et de plancton ont été faits.
- } Pour la première sortie

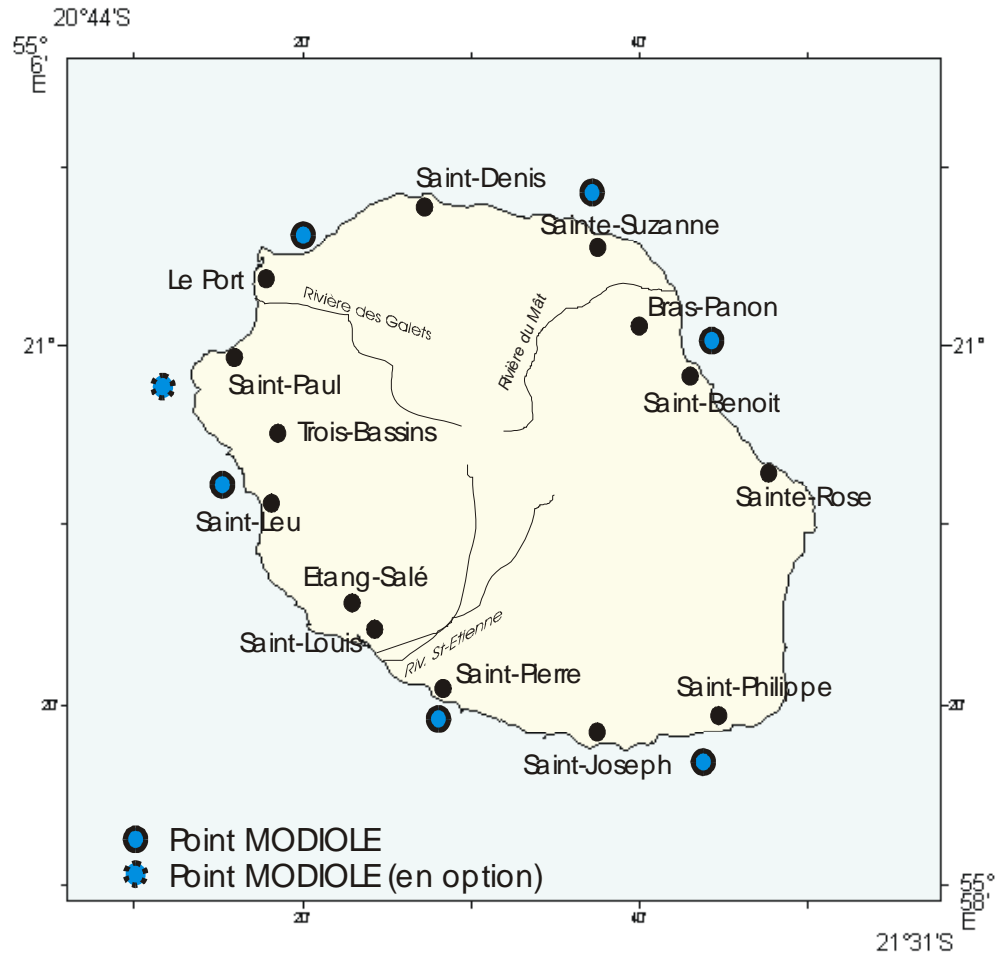
De retour de la mission

Il faut :

- mettre les fiches remplies dans la pochette « fiches remplies » de la pochette « Mortalités de poissons » du classeur « Fiches remplies »,
- faire le point avec la responsable scientifique et/ou le directeur du Parc Marin,
- tenir à jour la liste totale des espèces observées ainsi que la courbe d'évolution de la crise.
- prévenir la Sous-Préfecture si des poissons venimeux (poissons-pierres et ptérois) ont été observés en surface.

Proposition pour un réseau de surveillance de la contamination chimique du littoral réunionnais.

Ce schéma s'appuie notamment sur le travail de recensement des populations de modioles de la côte ouest, réalisé par l'ARVAM (TURQUET, 2001)





République Française

Paris, le 26 mars 2002

DIRECTION DE L'EAU

243

Le Ministre de l'Aménagement du Territoire
et de l'Environnement

à

Madame et Messieurs les Préfets coordonnateurs
de bassin
Messieurs les Préfets des Départements d'Outre-Mer**Objet** : Système national d'information sur l'eau.

La connaissance de la ressource et de son état est un enjeu majeur pour la politique de l'eau : qu'il s'agisse des actions réglementaires, des actions de planification ou encore de l'association du public à la décision de choix structurants pour la gestion des eaux, l'Etat a besoin de disposer de manière pérenne d'informations fiables, actualisées et pertinentes.

La mise en œuvre de la directive européenne 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau renforce d'autant cette exigence. Elle prescrit ainsi la mise en place d'ici-2006 d'un système d'information permettant de connaître la qualité des milieux aquatiques et d'identifier les causes de leur dégradation, de façon à orienter puis évaluer les actions à mettre en œuvre pour que ces milieux atteignent le bon état.

Aussi, comme je vous l'ai indiqué dans ma circulaire du 19 novembre 2001, je souhaite engager dès maintenant une action de modernisation et d'optimisation du système d'information sur l'eau. Cette action, si elle doit se dérouler au sein des bassins, nécessite cependant un minimum d'harmonisation, tant sur la forme que sur le fond, au risque sinon de perdre toute lisibilité et toute efficacité du dispositif au niveau national. C'est pourquoi deux démarches ont été engagées, et sont détaillées en annexe :

- d'une part, **une simplification des modalités de financement**, visant à « décroiser » les financements provenant des agences de l'eau et du FNSE (Fonds National de Solidarité pour l'Eau) et **une définition des principes d'organisation des réseaux**, notamment du rôle des différents acteurs (annexe 1).

Ainsi, si le pilotage de l'ensemble du système d'acquisition de connaissance est du ressort de l'Etat, notamment dans le cadre du comité de suivi que je vous demande de mettre en place (cf infra), la maîtrise d'ouvrage des réseaux sera répartie entre différents acteurs.

Adresse postale : 20 avenue de Ségur 75302 PARIS 07 SP
Téléphone 01.42.19.12.01 - Télécopieur 01.42.19.12.06

Plus précisément, nonobstant les mesures directement effectuées par certains services de l'Etat tels que les DIREN et les Cellules qualité des eaux littorales, les agences de l'eau prendront en charge les réseaux de mesure de la qualité physico-chimique des eaux, le Conseil supérieur de la pêche les réseaux de mesure de la qualité piscicole des eaux, l'IFREMER les réseaux de mesure de la qualité des eaux marines, et le BRGM les réseaux de mesure de la piézométrie.

Pour leur part, les DIREN, outre pour certaines leur activité concernant les mesures de qualité des eaux et de piézométrie, prendront en charge les réseaux de mesure concernant l'hydrométrie. De plus, elles assureront la coordination et le suivi des missions réalisées par les établissements publics, notamment le BRGM et l'IFREMER.

Le FNSE contribuera au financement de l'ensemble du dispositif à l'exception de la partie réalisée par les agences, qu'elles financent en propre.

- d'autre part, le lancement d'une étude de bilan-diagnostic des réseaux de données sur l'eau sur tout le territoire. Cette étude doit permettre de dresser l'inventaire complet des données sur l'eau, de porter un diagnostic sur l'existant au regard des besoins, notamment induits par les récentes directives européennes, et surtout de formuler des propositions d'évolution (voir projet de cahier des charges en annexe 4).

Dans ce contexte, et à partir de ces éléments, il vous revient d'engager la mise en œuvre de ces dispositions, d'organiser le pilotage de la démarche, et de définir un schéma directeur des données sur l'eau dans votre bassin.

Pour ce faire, je vous demande de mettre en place un comité de suivi des données sur l'eau qui réunira tous les services de l'Etat et les établissements publics du bassin que vous jugerez opportun d'associer. Les services de la DIREN de bassin et de l'agence de l'eau vous apporteront leur concours et en assureront le secrétariat technique.

Ce comité aura pour mission de s'assurer de la mise en œuvre optimale des dispositions précitées, de piloter l'étude de bilan-diagnostic dans le bassin et de définir le schéma directeur des données sur l'eau.

A partir de l'analyse du système d'information actuel et en fonction d'une part des orientations nationales sur l'amélioration des connaissances dans le domaine de l'eau, récapitulées en annexe 2 et d'autre part des résultats de l'étude de bilan-diagnostic, ce schéma décrira le système d'information à mettre en œuvre. Pour ce faire, il précisera les différents projets à mener dans ce cadre et les partenariats à établir entre les différentes instances publiques du bassin impliquées dans le système d'information (cf convention type en annexe 3).

Le schéma directeur devra respecter les principes de simplicité, de cohérence et de facilité d'accès et d'utilisation des données. Il sera également conçu en recherchant l'efficacité économique, compte-tenu des moyens importants qui sont d'ores et déjà consacrés au système d'information. Enfin, le schéma directeur sera présenté pour approbation au comité national du système d'information sur l'eau que j'ai mis en place.

Vous voudrez bien me faire part, sous le présent timbre, de toute question ou difficulté que vous auriez dans l'application de cette circulaire.

Pour le ministre et par délégation,
le directeur de l'eau


Bernard BAUDOT

REBENT

REseau BENThique

Etude d'Avant - Projet

Pourquoi le REBENT ?

Contribuer à répondre à la demande croissante de connaissance et de suivi des biocénoses benthiques côtières :

- Plans d'intervention, évaluations d'impacts de pollutions accidentelles.
- Définition et suivi de zones d'intérêt patrimonial, impacts des pollutions chroniques et des usages, gestion intégrée (Application des directives « Habitats » et « Cadre Eau », Convention OSPAR/Biodiversité, SMVM...).
- Conséquences du changement climatique.
- Comblent une lacune dans les réseaux de surveillance de l'environnement marin côtier et contribuent à la modélisation biologique.

1ère étape : *l'APS REBENT Bretagne*

Objectifs :

- Penser réseau national en prenant appui sur une zone pilote : la Bretagne.
- Rechercher une cohérence et une optimisation des moyens entre les niveaux européen/national/local.
- Définir le contenu et les moyens de réalisation du réseau depuis l'acquisition des données, leur gestion et leur traitement, jusqu'à la diffusion des résultats.

Stratégie REBENT : *Objectifs*

Le REBENT ne répondra pas en détail à tous les besoins

Il doit permettre de :

- **Bâtir un cadre de normalisation** : acquisition, traitement et gestion des données biologiques benthiques et des paramètres physiques structurants (données zonales, données ponctuelles).
- **Mettre à disposition en tout point une connaissance minimale et cohérente** susceptible d'aider à la prise de décision et offrant la vision du contexte régional.
- **Constituer un système de veille** pour détecter des changements sur des habitats/biocénoses (échelle privilégiée : échelle régionale ; bilans pluriannuels).

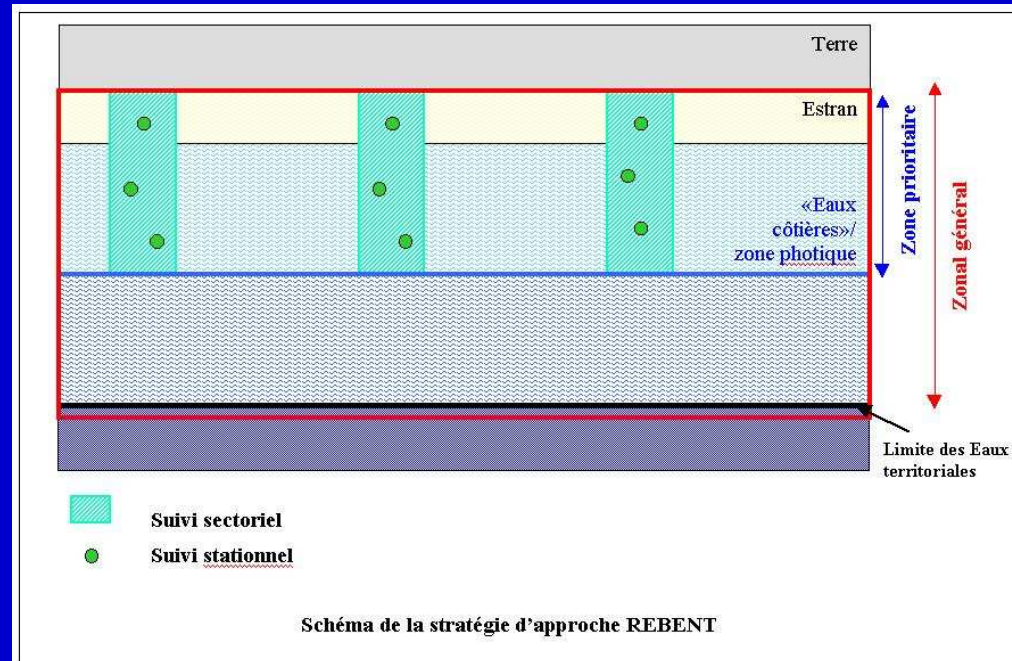
Stratégie REBENT

- **Délimitation et caractérisation des habitats** : (1) cartographie générale (2) cartographie détaillée sur des secteurs.
- **Qualification de l'état et suivis d'évolution** :
 - Extension/régression d'habitats, taux de couverture, distribution géographique des espèces,
 - Composition spécifique qualitative/quantitative, structure fonctionnelle (sur un réseau de points).
- **Définition du cadre de normalisation**

Zones prioritaires : estran et subtidal proche («Eaux côtières»).

Différents niveaux emboîtés

- Sélection de secteurs et de points
- Sélection d'habitats/biocénoses prioritaires
- Des rythmes scientifiques et réglementaires privilégiés (1, 3, 6 ans)



Stratégie REBENT : Exemple de transcription régionale (la Bretagne)

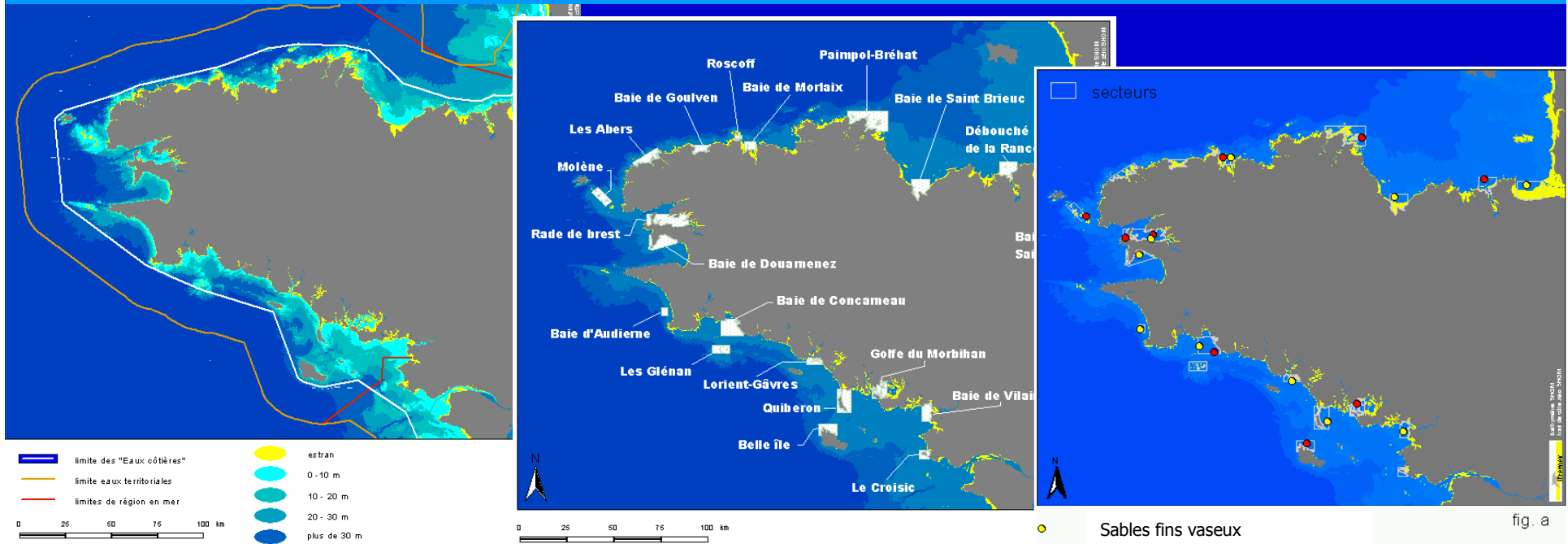


fig. a

Zonal général

Zonal sectoriel

Stationnel

Superficie

Précision, répétitivité

Ifremer



Zonal général : *Les produits REBENT*

Objectif : Recherche d'une information minimale et cohérente en tout point.

Produits proposés à moyen terme :

● Intertidal :

- **Carte des grands types d'habitats** (orthophotographies, et si possible MNT, interprétation morphosédimentaire et observations *in situ*).
- **Cartes quantitatives de la couverture végétale** (capteurs satellitaires ou aéroportés, mesures *in situ*).

● Subtidal :

- **Synthèse des cartes de peuplements existantes** (si possible ensemble des Eaux territoriales, harmonisation des typologies, comblement des lacunes).
- **Délimitation de biocénoses prioritaires sur la base des informations actualisées** (ex : maërl, herbiers...), **ou établissement de cartes de probabilité de distribution** (sur la base des préférences connues vis à vis de paramètres structurants (ex : ceintures de laminaires).

Zonal sectoriel

Apports :

- Référence détaillée pour l'évolution spatiale des habitats,
- Aide à la gestion locale,
- Connaissance du contexte du référentiel stationnel,
- Identification des préférences vis à vis des paramètres structurants.

Contenu :

- **Cartographie détaillée des habitats** (imagerie aérienne et acoustique, vidéo sous-marine, compléments sédimentaires et biologiques...),
 - Interprétation morphosédimentaire,
 - Biocénoses et espèces remarquables (principales ceintures algales, herbiers, hermelles...),
- **Caractérisation des principales biocénoses** (prélèvements biologiques, échantillonnage stratifié).

Approche stationnelle

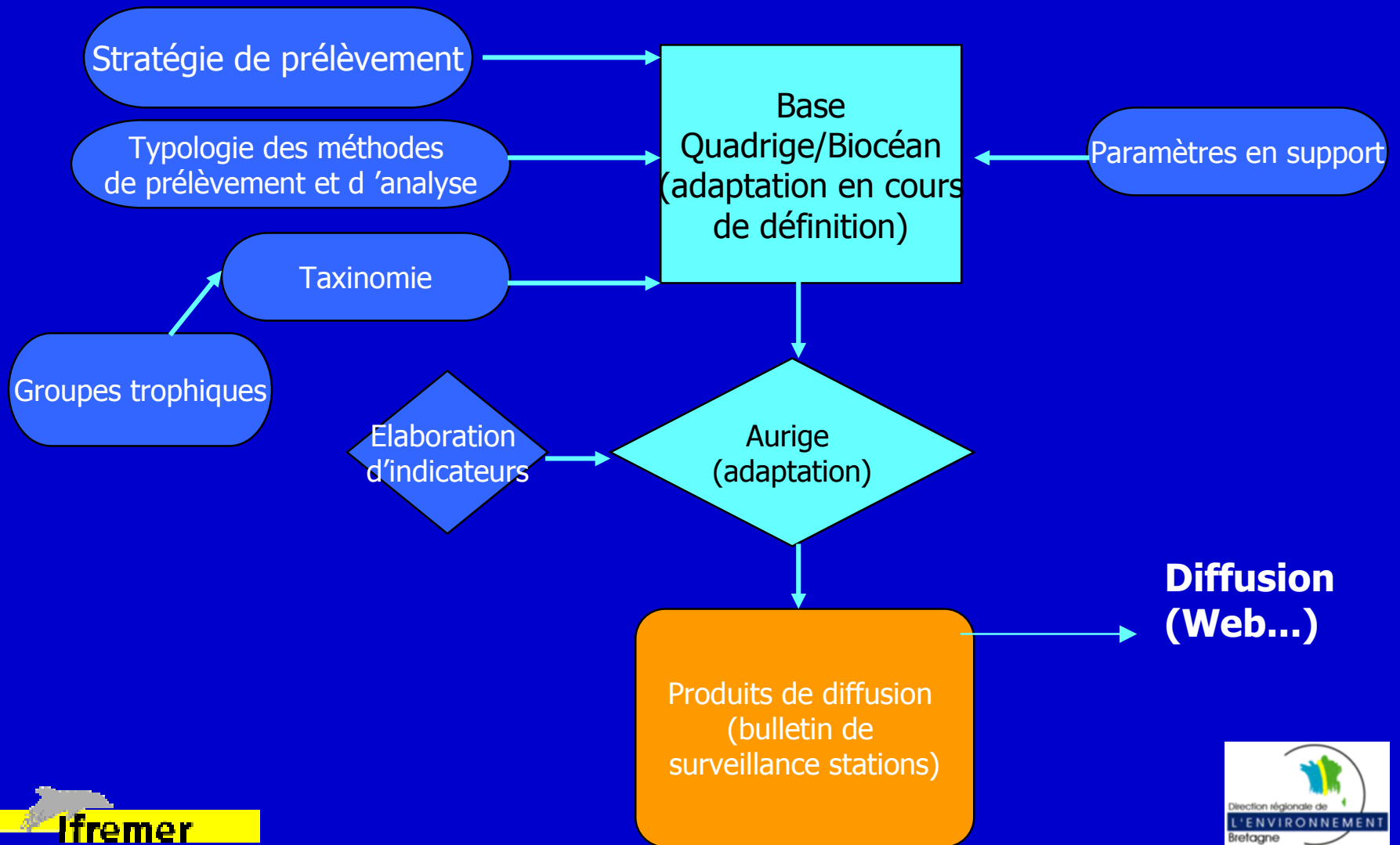
Objectifs : Détecter et caractériser les changements qualitativement (biocénoses, groupes d'espèces, espèces) et quantitativement (biomasse, abondances, structure...), tenter de les expliquer,

Produit : bulletin de surveillance (bilan d'évolution des tendances)

- **Sélection de biocénoses suivies** : critères de représentativité (surface, distribution géographique), intérêt particulier (patrimonial et/ou économique), faisabilité technique/coût
- **Protocole** : défini par type d'habitat (1 à x méthodes d'observation ou de prélèvement)
- **Variabilité spatiale** : plusieurs stations pour chaque biocénose (une dizaine dans le cas de la Bretagne)
- **Périodicité** : bisannuelle (fin d'hiver et fin d'été, pour la faune)

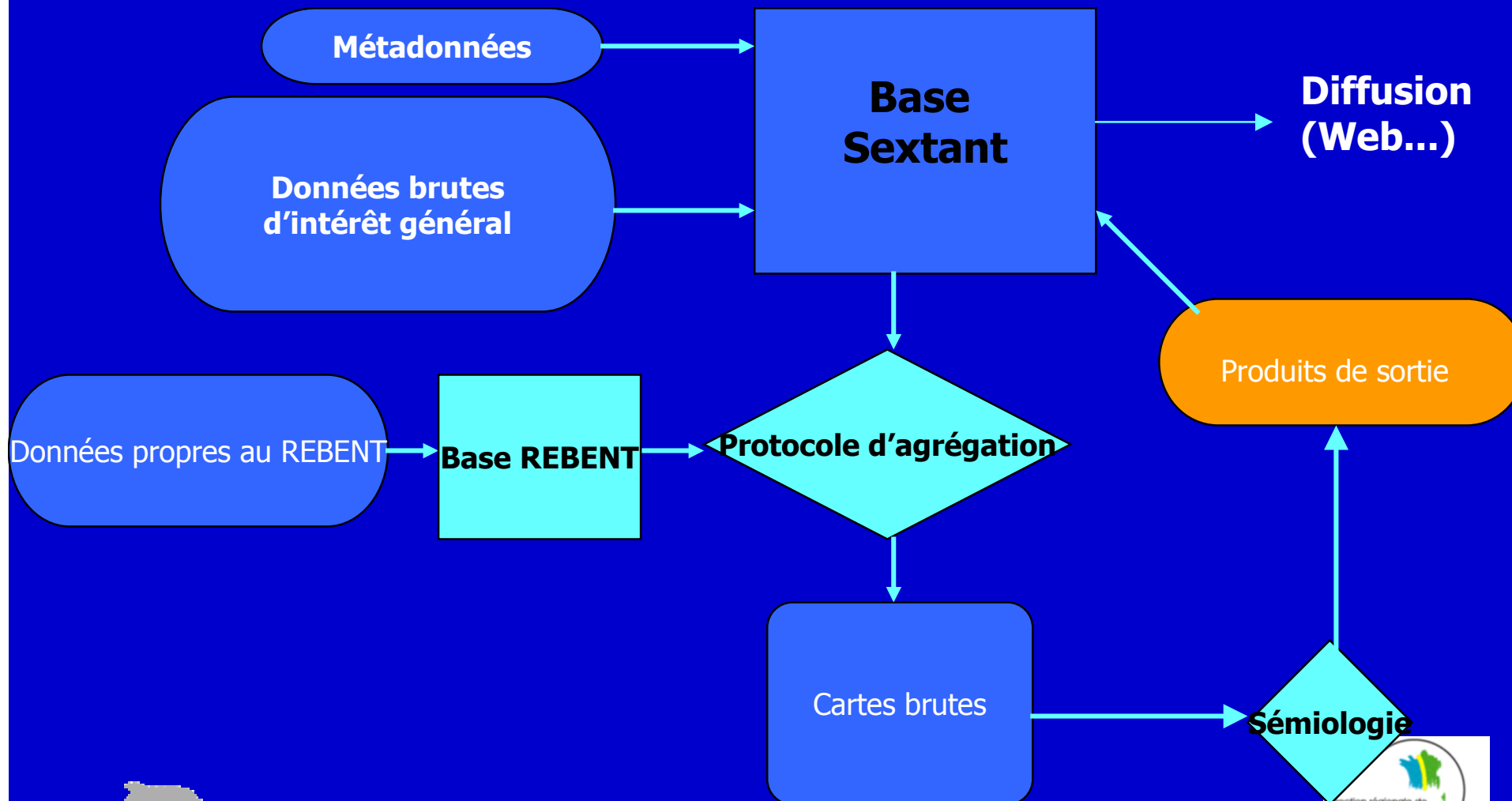
REBENT

Schéma de gestion des données stationnelles benthiques

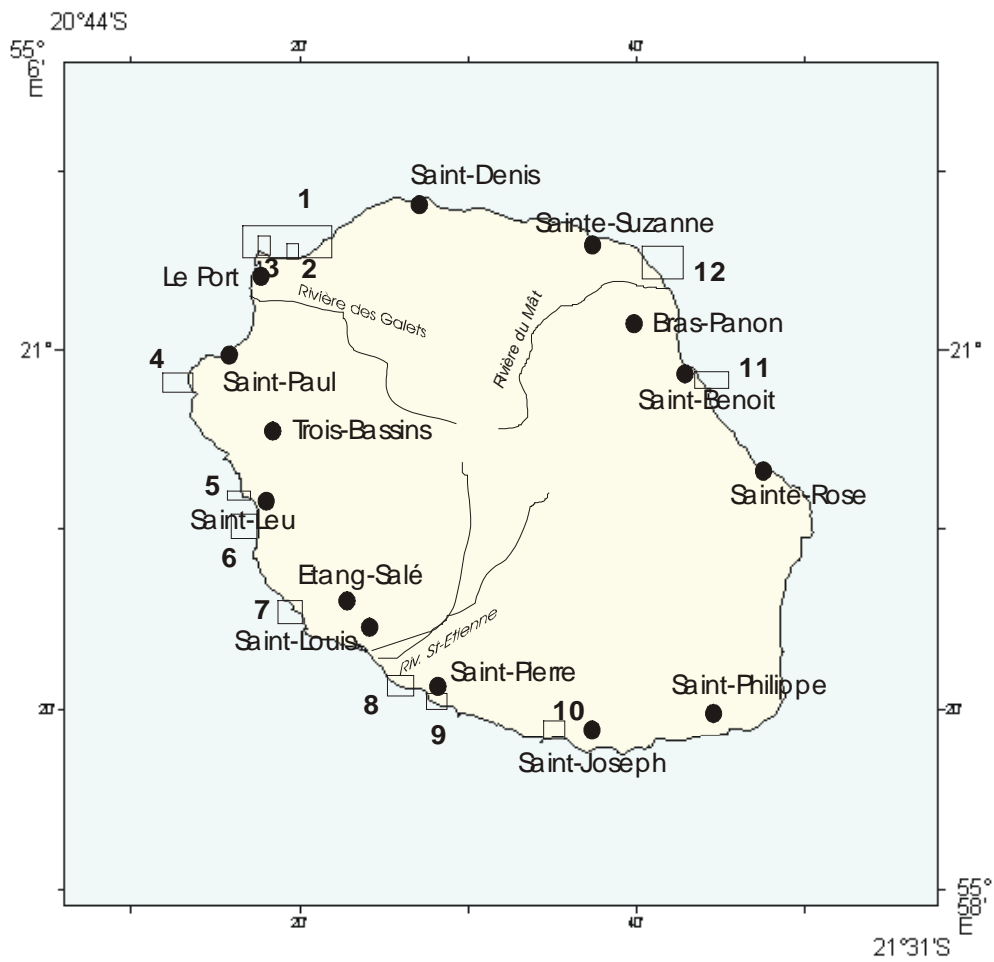


REBENT

Schéma de gestion des données zonales benthiques



Inventaire des études biologiques sur le littoral réunionnais



intitulé	secteur géographique	resp. de l'étude	financeur	date(s)	ref.
suivi de l'impact et de l'efficacité des dispositifs d'amarrage	Saint-Gilles	ARVAM (2000)	Parc marin/C.R./C.G.	1998-	4
radiale de Planch'Alizés : suivi mensuel des sels nutritifs	lagon de St Gilles – la Saline	ECOMAR		1990 ? -	4
étude depuis la destruction par le cyclone Firinga en 1989	récif de Saint-Leu Ville	ECOMAR		1992-1993	6
suivi de la baie de la Possession	baie de la Possession	ARVAM	CCIR – DDE	1998 – 2001	1
état "0" : peuplement benthos et poissons	baie de la Possession	IARE	CCIR	1998	1
suivi environnemental	Saint-Gilles – La Saline	ARVAM	Parc Marin		4
photos aériennes pour identifier les zones sensibles	tout le littoral	ARVAM/IARE	Diren	1996	
basculement des eaux EST – OUEST : état de référence qualitatif	littoral ouest	ECOMAR/ORE/ARDA/Univ P.et M. Curie	C. G.	1999	
rejets sucriers Beaufonds – St Benoît	St Benoît	ARVAM	Dist. Riv. du Mât	1994, 1997, 2000	11
rejets sucriers de la distillerie de Savanna	St André	ARVAM/IARE		1994	12
état initial au large de la distillerie de Savanna	St André	IARE/Ifremer/Univ La Réunion		1992	12
aménagement du port de Saint-Leu	Saint-Leu	ARVAM	comm. St Leu	2000	6
état initial avant centrale électrique	baie de la Possession	ARVAM	EDF		2
étude de faisabilité pour un ouvrage en mer	baie de Manapany	ARVAM	SOGREAH	1996	10
sensibilité écologique du milieu marin	Manapany les bains	ARVAM	comm. St Joseph	2000	10
suivi environnemental . état initial – def du suivi 1998-2000	Pointe des Galets – La Possession	ARVAM	DDE/CCI	1997-1998	1
réaménagement des berges du front de mer et du port	Saint-Leu	ARVAM	BCEOM	1998	6
aménagements de l'avant-port: exp. écolo et physico-chimique	Saint-Pierre	ARVAM	BCEOM	1996	9
extension du dépôt d'hydrocarbure : impact sur les fonds marins	Pointe des galets	ARVAM	SRPP	1994-1995	3
étude d'impact STEP	St Pierre / Le Tampon	ARVAM	CEREMHER	1996	8
impact du creusement de l'Etang – salé sur les coraux	Etang-salé	IARE/ARVAM	Comm. Etang-Salé	1996	7
étude des récifs préalablement à STEP	Etang-Salé	ECOMAR	SIGH	1986	7
étude des récifs préalablement à STEP	Saint-Leu	ECOMAR	SIGH	1987	5
expertise fonds marins avant enrochement ravine des Lataniers	La Possession	IARE	BCEOM	1994	2
port et endiguement de la ravine des Lataniers	La Possession	ARVAM/IARE	SEDRE	1995	2

annexe 9 : coût estimatif des études

Etudes complémentaires sur les apports à la mer côtière

Etude préalable de faisabilité (3.1.3.1.) : environ **10000 euros** estimés pour cette étude bibliographique et cartographique

Etude analytique des flux et optimisation de l'échantillonnage : la prestation possible de l'OLE peut être globalement estimée à **15000 euros** pour cette étude. Les analyses en laboratoire peuvent être estimées à environ **3000 euros** concernant les sels nutritifs et les bactéries. Le coût des analyses des polluants toxiques ne peut pas être estimé avant l'étude préalable de faisabilité (3.1.2.1.) qui définira les paramètres et le nombre d'échantillons.

Etude de faisabilité d'un RNO – sédiments :

Etude bibliographique pour la pré-localisation de sédiments fins : **8 000 €**

Prospection terrain pour vérifier les éléments de l'étude bibliographique : 10 jours bateau soit environ **15 500 €**

achat de matériel (carottier, flaconnage ...) pour un premier échantillonnage en vue d'une analyse granulométrique et sédimentaire : **8 000 €**

réalisation d'analyses granulométriques : environ **5 000 €** pour une centaine d'échantillons analysés. Si cette analyse ne peut pas être réalisée sur place, il faut ajouter des frais de transport des échantillons (compter de l'ordre de **300 €**).

Etude pilote pour un RNO matière – vivante :

collecte d'échantillons :

matériel **1 500 €**

frais de collecte (sur une base de 4 échantillons par point et par an, sur 7 points) **5 500 €**.

réalisation des analyses : 507 € par échantillon soit **14 200 €** pour 28 échantillons annuels.

transport des échantillons jusqu'à un laboratoire d'analyse métropolitain : environ 300 € par envoi, soit **1200 €** annuellement.

animation du réseau : **2 mois** de temps personnel (environ **26 000 €**).