

**Direction des opérations**

**Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse**

**Laboratoire Environnement Ressources Languedoc-Roussillon**

Coordination : Bruno Andral, Peggy Sargian

Décembre 2010 - RST.DOP/LER-PAC/10-20

## **Directive Cadre Eau**

**DISTRICT "CORSE"**

**CONTROLES DE SURVEILLANCE/OPERATIONNEL**





# **Directive Cadre Eau**

## **Contrôles de surveillance/opérationnel**

### **Résultats de la campagne 2009**

#### **District "CORSE"**

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse :	Boissery P., Giraud A.
IFREMER :	Andral B., Bouchoucha M., Derolez V., Gonzalez J.L., Laugier T., Miralles F., Munaron D., Sargian P., Sartoretto S., Tomasino C.
STARESO :	Chery A., Lejeune P., Pelaprat C.
Université de Liège :	Gobert S., Goffart A.
Université de Nice :	Markovic L., Thibaut T., Blanfune A.

## PARTENAIRES DE LA CAMPAGNE 2009



## Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> <b>Diffusion :</b> libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> <b>Validé par :</b> B. Andral Adresse électronique : bruno.andral@ifremer.fr		<b>date de publication :</b> Déc. 2010 <b>nombre de pages :</b> 97 <b>bibliographie :</b> Oui <b>illustration(s) :</b> Oui <b>langue du rapport :</b> F
<b>Titre : Contrôle de surveillance/opérationnel – Campagne DCE 2009</b>		
Contrat n° 20009-0108 & 0109    Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Coordination : Andral B., Sargian P.		
Destinataire : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse		
<p><b>Résumé</b> Les programmes de surveillance liés à la mise en œuvre de la DCE sont coordonnés par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL). Dans chaque bassin hydrographique ce sont les Agences de l'eau qui, avec l'Etat, prennent en charge l'application, la mise en œuvre de ces réseaux.</p> <p>Sur la façade méditerranéenne, Ifremer a assuré pour le compte du Schéma Directeur des Données sur l'Eau la maîtrise d'ouvrage de la deuxième campagne du contrôle de surveillance et la première campagne du contrôle opérationnel, en coordonnant l'ensemble de l'acquisition des données et de leur synthèse en collaboration avec de nombreux partenaires : les Universités, des bureaux d'études, des structures locales de gestion et les services de l'Etat.</p> <p>Les résultats de cette seconde campagne de contrôles DCE (surveillance et opérationnel) permettent d'avoir une bonne vision d'ensemble de la qualité des eaux littorales à l'échelle du district "Corse".</p> <p>Outre le suivi de la contamination chimique dans la matière vivante, cette campagne s'est enrichie d'un suivi dans la colonne d'eau avec l'utilisation d'échantillonneurs passifs.</p> <p>En eaux côtières, le déclassement de certaines masses d'eau en état moyen et médiocre est du aux deux éléments de qualité biologique que sont l'herbier de posidonies et les macroalgues. Pour les eaux de transition, leur qualité biologique est très hétérogène selon les paramètres, avec toutefois le déclassement récurrent par les macrophytes pour une grande majorité d'entre elles.</p> <p>La classification officielle de l'état des masses d'eau du district se fera par le Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE), sous la responsabilité technique de l'ONEMA.</p>		
<b>Mots-clés :</b> surveillance, phytoplancton, benthos de substrat meuble, posidonie, macrophytes, macroalgues, substances prioritaires, bioaccumulation, état biologique, état chimique, état écologique.		



# SOMMAIRE

<b>Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>I- Programme de surveillance DCE</b> .....	<b>10</b>
I.1- Mise en œuvre dans le district .....	10
I.2- Typologie et définition des masses d'eau .....	11
I.3- Caractérisation du bon état d'une masse d'eau.....	13
I.3.1- Qualité chimique.....	13
I.3.1.1- Descripteurs .....	13
I.3.1.2- Classification .....	14
I.3.2- Qualité biologique .....	15
I.3.2.1- Descripteurs .....	15
I.3.2.2- Classification .....	16
I.4- Stratégie d'échantillonnage .....	17
I.4.1- Appui des réseaux de surveillance existants.....	17
I.4.2- Opérations de terrain.....	17
<b>II- Méthodologie</b> .....	<b>20</b>
II.1- Chimie .....	20
II.1.1- Suivi dans le biote .....	20
II.1.2- Suivi dans l'eau .....	23
II.2- Hydrologie.....	28
II.2.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole.....	28
II.2.2- Traitement et analyse des données .....	29
II.2.3- Classification.....	30
II.3- Phytoplancton.....	30
II.3.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole.....	30
II.3.2- Traitement et analyse des données .....	31
II.3.3- Classification.....	32
II.4- Posidonie .....	34
II.4.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole.....	34
II.4.2- Traitement et analyse des données .....	34
II.4.3- Classification.....	37
II.5- Macroalgues .....	38
II.5.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole.....	38
II.5.2- Traitement et analyse des données .....	39
II.5.3- Classification .....	41
II.6- Macrophytes .....	41
II.6.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole.....	41
II.6.2- Traitement et analyse des données .....	41
II.6.3- Classification .....	41
II.7- Macrofaune benthique de substrat meuble.....	42
II.7.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole.....	42
II.7.2- Traitement et analyse des données .....	43
II.7.3- Classification.....	44
<b>III- Résultats</b> .....	<b>46</b>
III.1- Evaluation du statut DCE des masses d'eau côtières.....	46
III.1.1- Pointe Palazzu - Sud Nonza (FREC01ab).....	46
III.1.2- Golfe de Saint-Florent (FREC01c) .....	47
III.1.3- Canari (FREC01d) .....	47

III.1.4- Cap Corse Est (FREC02ab) .....	48
III.1.5- Littoral bastiais (FREC02c) .....	49
III.1.6- Plaine orientale (FREC02d) .....	49
III.1.7- Golfe de Porto-Vecchio (FREC03b) .....	50
III.1.8- Golfe de Sant'Amanza (FREC0351c).....	51
III.1.9- Littoral S.E. de la Corse (FREC03ad).....	51
III.1.10- Goulet de Bonifacio (FREC03f) .....	52
III.1.11- Littoral S.O. de la Corse (FREC03eg) .....	53
III.1.12- Golfe d'Ajaccio (FREC04b) .....	54
III.1.13- Pointe Senetosa – Pointe Palazzu (FREC04ac).....	54
III.2- Evaluation du statut DCE des masses d'eau de transition .....	55
III.2.1- Etang de Biguglia (FRET01) .....	55
III.2.2- Etang de Diane (FRET02).....	56
III.2.3- Etang d'Urbino (FRET03) .....	56
III.2.4- Etang de Palo (FRET04) .....	57
<b>IV- Synthèse cartographique .....</b>	<b>58</b>
<b>V- Conclusions .....</b>	<b>62</b>
<b>VI- Annexes.....</b>	<b>63</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>95</b>

## Introduction

L'Union Européenne s'est engagée dans la voie d'une reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques en adoptant le 23 octobre 2000 la directive 2000/60/CE, dite directive cadre sur l'eau, transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004. Cette directive impose à tous les Etats membres de maintenir ou de recouvrer un bon état écologique des milieux aquatiques d'ici à 2015. Ce bon état englobe l'état biologique et l'état chimique d'une masse d'eau (unité élémentaire de surveillance).

Afin de fournir une image d'ensemble cohérente de ces états biologique et chimique, et conformément à l'article 8 de la DCE, un programme de surveillance des eaux côtières et des eaux de transition est établi et défini dans le cadre de l'élaboration des Schémas Directeurs des Données sur l'Eau (SDDE) prévu par la circulaire du 26 mars 2002. Ce programme de surveillance est mené sur la durée d'un plan de gestion, soit 6 ans. Pour répondre à cette demande, il doit comprendre :

- ✓ Un réseau de suivi, constitué :
  - du contrôle de surveillance, dont les objectifs principaux sont d'apprécier les états biologique et chimique des masses d'eau, d'évaluer à long terme les éventuels changements du milieu liés à l'activité humaine.
  - du contrôle opérationnel, entrepris pour établir l'état des masses d'eau identifiées comme risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux, et pour évaluer les changements de l'état de ces masses d'eau suite aux programmes de mesures.
  - du contrôle d'enquête, effectué pour rechercher les causes d'une mauvaise qualité en l'absence de contrôle opérationnel.
  - de contrôles additionnels, requis pour vérifier les pressions qui s'exercent sur les zones protégées, e.g. les secteurs ou activités déjà soumis à une réglementation européenne (zones conchylicoles, Natura 2000, baignades...).
- ✓ Des sites de référence, pour mesurer les conditions de références biologiques de chaque type de masse d'eau.
- ✓ Des sites d'intercalibration, pour comparer entre Etats membres les valeurs mesurées aux bornes du bon état écologique.

La circulaire DCE 2007/20 constitue le cadre réglementaire de la constitution et de la mise en œuvre de ce programme de surveillance pour les eaux littorales (côtières et de transition) en ce qui concerne les façades Manche, Atlantique et Méditerranée. La première campagne de surveillance a été mise en œuvre en 2006 (Andral & Orsoni, 2007). Au titre du réseau de suivi, les contrôles de surveillance et opérationnel menés en 2009 font l'objet du présent rapport pour le district "Corse".

La classification officielle de l'état des masses d'eau du district se fera par le Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE), sous la responsabilité technique de l'ONEMA.

# I- Programme de surveillance DCE

## I.1- Mise en œuvre dans le district

La surveillance de la qualité des eaux littorales est depuis le début des années 1990 un sujet mobilisateur pour le bassin Rhône Méditerranée & Corse. Cette préoccupation traduite dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) s'est concrétisée par un effort important au cours des dernières années.

Parmi ces avancées, il est important de souligner les travaux relatifs à la mise en œuvre du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM). Le RLM et les coopérations qu'il a générées ont permis de développer un bon nombre de méthodes, d'outils, de réseaux ou de concepts liés à la surveillance de l'espace littoral méditerranéen<sup>1</sup>. La mise en œuvre des réseaux DCE s'inscrit dans la continuité de ses travaux.

Au-delà de ces aspects techniques, les coopérations institutionnelles entre les acteurs littoraux, l'Etat et ses établissements publics, la communauté scientifique et les gestionnaires de milieux aquatiques ont préfiguré avant l'heure l'organisation souhaitée par la DCE.

Fort de cette expérience, les principes de base qui ont permis de définir les premières campagnes de contrôle de surveillance et opérationnel sont les suivants :

- ✓ S'appuyer sur l'organisation et la dynamique existantes (coopération Agence de l'Eau/IFREMER) et fédérer autour de la communauté scientifique pour faire émerger une "dynamique de la surveillance DCE",
- ✓ Définir les contrôles de surveillance et opérationnel avec des experts associés,
- ✓ Bâtir la surveillance DCE sur les réseaux actuels en les faisant évoluer si besoin,
- ✓ S'appuyer sur le concept "des champs proche, moyen et lointain" tel que présenté dans la figure 1, afin de définir la stratégie spatiale,
- ✓ Organiser au mieux la campagne de contrôle comme une campagne pluridisciplinaire s'appuyant sur la logistique du Réseau Intégrateur Biologique (RINBIO) et ainsi permettre une optimisation des coûts liés à la logistique,
- ✓ Acquérir rapidement les données et les informations pour respecter le calendrier, capitaliser de la connaissance pour le plan de gestion et acquérir de l'expérience sur la réalisation d'une campagne pluridisciplinaire,
- ✓ Assurer la bancarisation des données, la traçabilité de l'opération et la porter à connaissance.

Le principe de base adopté à l'échelle du district est d'instaurer les contrôles de surveillance et opérationnel dans des secteurs bien définis par rapport aux rejets du bassin versant, qu'ils soient naturels ou anthropiques. Ces contrôles s'appuient sur les notions de champ définis au niveau du bassin, dans le cadre du RLM en mer et du RSL (Réseau de Suivi Lagunaire) en eaux de transition (Fig. 1) :

<sup>1</sup> <http://sierm.eaurmc.fr/rlm/index.php>

- ✓ Champ proche : quelques centaines de mètres de la côte, zone directement influencée par un apport ;
- ✓ Champ moyen : zone de dilution des divers apports d'un secteur
- ✓ Champ lointain : zone du large ou hors de l'influence direct des apports d'un secteur.

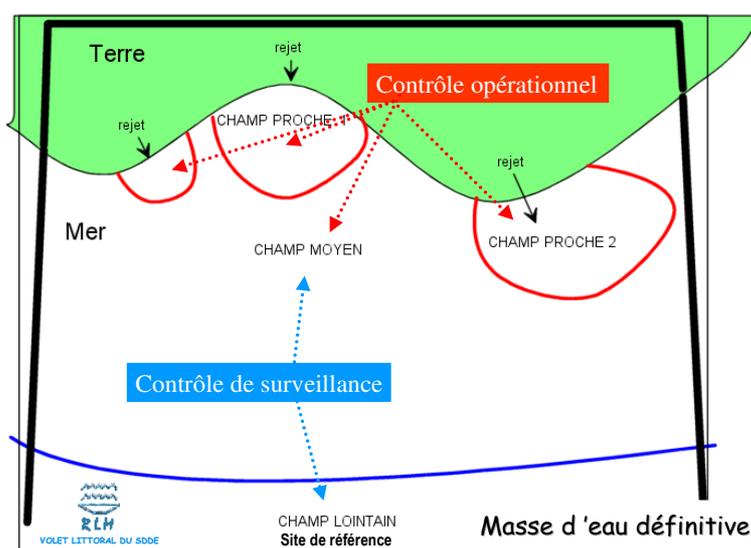


Figure 1. Détermination des points de contrôles, dans les différents champs.

## I.2- Typologie et définition des masses d'eau

Au sens de la DCE, la distinction entre masses d'eau côtières et masses d'eau de transition se fait selon les définitions établies dans l'article 2 de la Directive Cadre :

- ✓ Les masses d'eau de transition (MET) correspondent "*aux masses d'eaux de surface à proximité des embouchures de rivières, qui sont partiellement salines en raison de leur proximité d'eaux côtières, mais qui sont fondamentalement influencées par des courants d'eau douce*".
- ✓ Les masses d'eau côtières (MEC) représentent "*les eaux de surface situées en-deçà d'une ligne dont tout point est situé à une distance d'un mille marin au-delà du point le plus proche de la ligne de base servant pour la mesure de la largeur des eaux territoriales et qui s'étendent, le cas échéant, jusqu'à la limite intérieure d'une eau de transition*".

Au niveau du district "Corse", une seule catégorie de masse d'eau côtière est identifiée, de type 3W (i.e. sites côtiers rocheux non affectés par des apports d'eaux douces).

A l'échelle de ce district, et au sein de cette unique catégorie de masse d'eau, 4 types ont été identifiés comme entités homogènes, basé sur leur faciès sédimentaire, leur profondeur et leur courantologie (Fig. 2).

Pour les masses d'eau de transition, un seul type a été retenu : les lagunes de plus de 50 hectares. Une typologie précise des lagunes n'existe pas à ce jour. Elles sont donc actuellement de type **T10** "lagunes méditerranéennes".

Conformément à la méthodologie arrêtée au niveau du Bassin, l'état des lieux du district, également réalisé selon un principe de co-construction avec des experts locaux, a abouti à un découpage plus fin des masses d'eau naturelles, tenant compte des pressions exercées sur chacune d'elles. Ce découpage a identifié un nombre final de 14 MEC et 4 MET pour le district "Corse" (Annexe 1).

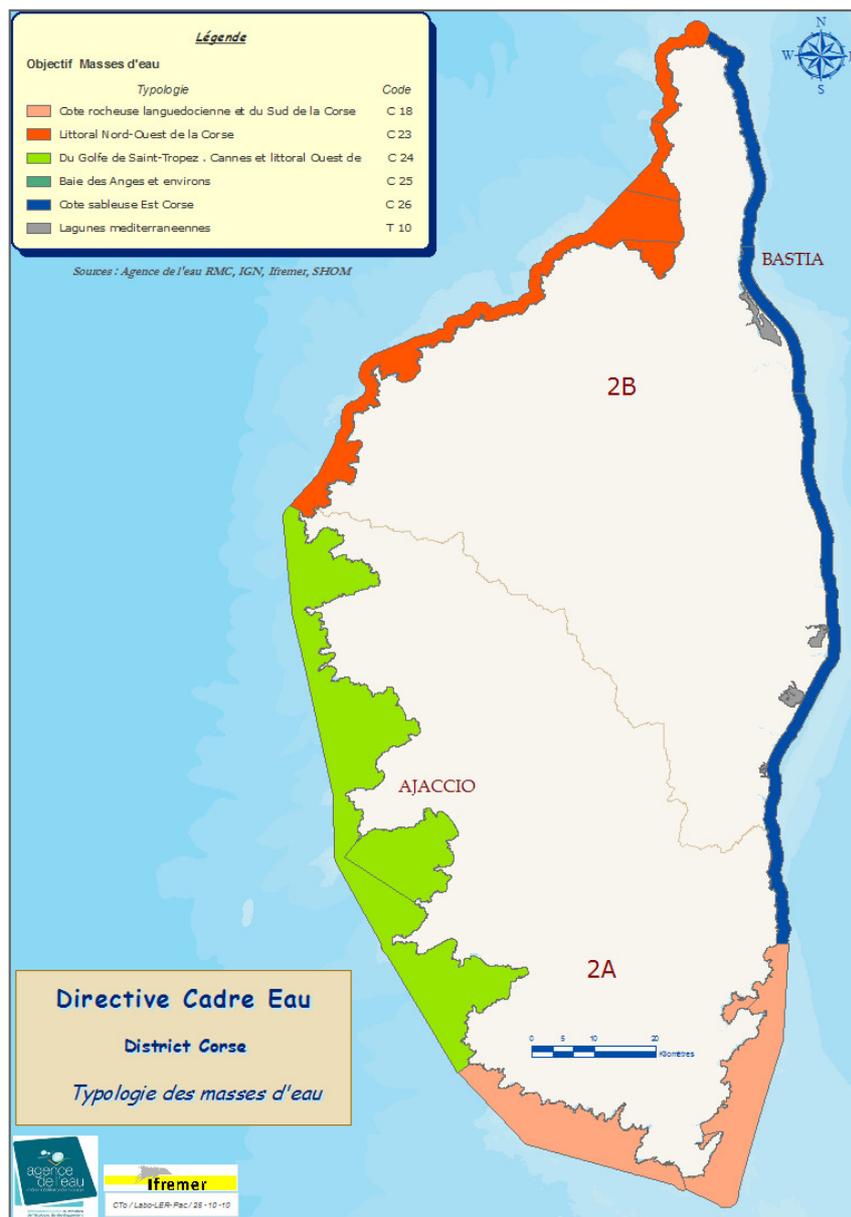


Figure 2. Typologie des masses d'eau côtières et de transition du district "Corse".

### I.3- Caractérisation du bon état d'une masse d'eau

L'objectif principal de la DCE consiste en une cartographie de l'état chimique actuel et une cartographie de l'état biologique actuel de chaque masse d'eau pour les eaux côtières et les eaux de transition du district "Corse", selon les modalités suivantes (Fig. 3):

- ✓ Etat chimique "agrégé" à partir de 41 substances prioritaires et dangereuses prioritaires, avec une représentation en **deux classes d'état chimique**.
- ✓ Etat biologique "agrégé" à partir des différents éléments de qualité, avec une représentation en **cinq classes d'état biologique** ;

Le bon état écologique d'une masse d'eau est alors, pour la DCE, défini comme étant le moins bon de ces deux états, avec identification du paramètre déclassant (principe du "one out, all out").

Afin d'établir l'état général des masses d'eau, la directive s'appuie sur l'évaluation d'un certain nombre d'éléments de qualité qui peuvent différer selon la catégorie de masse d'eau considérée : eaux de transition *versus* eaux côtières.

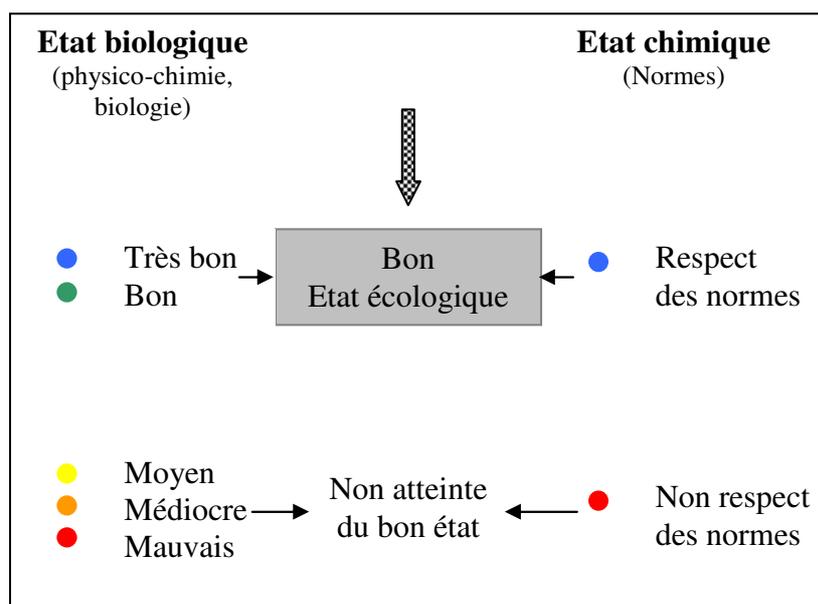


Figure 3. Représentation schématique de la définition de la qualité d'une masse d'eau au titre de la DCE.

#### I.3.1- Qualité chimique

##### I.3.1.1- Descripteurs

Le bon état chimique doit être établi dans chaque masse d'eau, pour les 33 substances prioritaires figurant dans l'annexe X de la Directive et pour les 8 substances figurant dans l'annexe IX, issues de la liste I de la Directive "Substances dangereuses" (76/464/CEE) (Annexe 2).

Dans le district "Corse", la stratégie d'échantillonnage de ces substances a bénéficié de l'expérience du Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin (ROCCh ; anciennement RNO) mis en œuvre par l'IFREMER à l'échelle nationale, pour le compte du MEDDTL, et de celle du Réseau Intégrateur Biologique (RINBIO) mis en œuvre par l'IFREMER à l'échelle de la façade méditerranéenne, en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse.

Cette expérience conjointe a permis l'élaboration de recommandations techniques et opérationnelles adaptées aux caractéristiques du milieu marin littoral méditerranéen basées sur deux principes fondamentaux :

- ✓ Pour les substances hydrophobes et intermédiaires, la mesure des niveaux de contamination se fait soit dans les sédiments fins superficiels, soit dans le biote. La mesure directe dans l'eau pose des problèmes de représentativité de prélèvements ponctuels dans un milieu dynamique. Néanmoins, l'utilisation d'échantillonneurs passifs devrait permettre de mesurer les concentrations de certains contaminants hydrophobes directement dans la colonne d'eau, de même que certaines substances hydrophiles.
- ✓ Le suivi de l'évolution des concentrations dans le biote (e.g. mollusques bivalves) est réalisé dans le cadre des contrôles de surveillance et opérationnel, de manière à pouvoir apprécier les tendances temporelles.

Ainsi, la campagne DCE 2009 s'est articulée sur le plan d'échantillonnage du réseau RINBIO.

### I.3.1.2- Classification

L'état chimique d'une masse d'eau est destiné à vérifier le respect des normes de qualité environnementale<sup>1</sup> (NQE) fixées par la directive 2008/105/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2008.

Cet état chimique ne comporte que deux classes, respect ou non respect des NQE. Il s'exprime donc de manière binaire, par rapport à une valeur seuil, la NQE (Annexe 2) : on associe alors un code couleur au statut de chaque substance. Bleu pour le bon état et rouge pour le mauvais (Tableau 1).

Tableau 1. Code couleur associant l'état chimique au respect ou non des normes de qualité environnementale d'une masse d'eau.

Bon état	Mauvais état

Le bon état chimique est établi lorsque l'ensemble des NQE est respecté.

<sup>1</sup> NQE : Concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement.

## I.3.2- Qualité biologique

### I.3.2.1- Descripteurs

#### ↪ **Phytoplancton**

Le phytoplancton regroupe les algues unicellulaires autotrophes et constitue le premier maillon du réseau trophique aquatique. Il figure parmi les éléments de qualité biologique retenus pour la classification de l'état biologique des masses d'eau littorales, côtières et de transition. Il est évalué à partir de trois paramètres : biomasse, abondance et composition selon les termes même de la DCE, et complété par des paramètres d'appui tels que l'hydrologie.

#### ↪ **Posidonie**

Dans les eaux côtières méditerranéennes, l'herbier de posidonies a été retenu pour renseigner l'indicateur angiosperme. *Posidonia oceanica* (L.) Delile est une espèce endémique à la Méditerranée. Les herbiers constitués par cette plante occupent de vastes surfaces et jouent un rôle écologique, géologique et économique majeur : production primaire élevée, lieu de frayères, pôle de biodiversité, production d'oxygène et protection contre l'érosion du littoral. Très largement distribués sur les fonds littoraux du bassin méditerranéen, les herbiers de posidonies constituent de bons indicateurs biologiques globaux de la qualité du milieu marin. Leur étude se base l'évaluation de 5 paramètres que sont la densité, la surface foliaire, la profondeur et le type de limite inférieure, ainsi que la charge en épiphytes.

#### ↪ **Macroalgue**

L'essentiel des zones infralittorales rocheuses est colonisé par les macroalgues. Ces dernières se répartissent principalement en fonction de la disponibilité du substrat, des conditions hydrodynamiques qui contrôlent la fixation des différentes espèces et de la quantité de lumière qu'elles reçoivent et donc de la turbidité du milieu.

Outre leur contribution à la production primaire des eaux côtières, elles représentent un abri ou un support pour de nombreuses espèces et jouent un rôle écologique important dans le contrôle de la biodiversité. Toutes ces caractéristiques en font un élément de qualité biologique évident pour l'évaluation de l'état biologique d'une masse d'eau côtière dans le contexte de la DCE. A ce titre cet indicateur a été retenu dans la stratégie de suivi de ces masses d'eau. La mise en œuvre de ce descripteur repose sur une cartographie exhaustive de la distribution et de l'abondance des communautés des étages médio- et infralittoral supérieurs ainsi que de la géomorphologie de la côte.

#### ↪ **Macrophyte**

Dans les lagunes côtières, les peuplements macrophytiques sont essentiellement présents sur substrat meuble, les espèces fixées sur substrat dur étant très rares. Les macrophytes de substrat meuble peuvent être séparés en deux groupes d'espèces, dépendamment de leur forme de vie et de la qualité du milieu associé :

- ✓ Les espèces de référence : Les phanérogames marines et algues pollu-sensibles, peuplements souvent fixés ;

- ✓ Les algues opportunistes, sous forme de peuplements dérivants.

L'évolution vers des écosystèmes dégradés se traduit par une succession de communautés de macrophytes : les espèces de référence sont remplacées par des espèces opportunistes ou dérivantes, caractérisant alors une perte de la qualité du milieu. Le suivi de ces espèces (% de recouvrement par les espèces de référence, % de recouvrement végétal total et richesse spécifique) constitue donc un indicateur de l'état des masses d'eau de transition.

#### ↪ **Macrofaune benthique de substrat meuble**

De part la faible mobilité et la grande sensibilité de certaines espèces, la composition des communautés benthiques de substrat meuble fournit des informations aussi bien sur la situation présente que sur les événements passés ayant affectés la zone à plus ou moins long terme (quelques semaines à quelques années). Plusieurs études ont ainsi mis en évidence des réponses relativement rapides de cette faune à différentes perturbations, qu'elles soient anthropiques ou naturelles. En milieu marin, différents indices biotiques basés sur la polluo-sensibilité des espèces indicatrices sont proposés et amplement utilisés. En milieu lagunaire, les particularités de ce type de milieu (faible hydrologie, faible profondeur, salinité, milieu plus ou moins fermé...) font qu'ils correspondent "naturellement" à des stades de dégradation. L'utilisation des indices et paramètres des eaux côtières doit donc être adaptée.

L'abondance et la diversité de la macrofaune benthique de substrat meuble permettent d'élaborer des indices représentatifs de la qualité du milieu. Ces indices sont associés à une analyse de la granulométrie et de la teneur en matière organique du sédiment, deux paramètres d'appui à l'interprétation des résultats.

#### ↪ **Ichtyofaune**

Les milieux de transition assurent pour l'ichtyofaune de nombreuses fonctions écologiques (nourriceries, alimentation...).

Une étude sur les peuplements piscicoles des eaux de transition méditerranéennes est portée par le CEMAGREF dans le cadre du projet LITEAU II. Cette étude permet de définir et développer un indicateur "poisson". Cet indicateur est établi à partir de plusieurs métriques. L'étude est actuellement en cours de finalisation, à savoir combinaison des métriques et définition des seuils par métrique.

#### I.3.2.2- Classification

Selon la DCE, l'état biologique correspond à la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Sa définition en cinq classes s'établit sur la base d'un écart aux conditions de référence par type de masse d'eau. Ces conditions de référence sont établies comme les composantes optimales de la qualité biologique. Elles sont déterminées à partir d'analyses spatiales, de données historiques, de modélisation et de jugements d'experts. Dès lors, un site considéré comme ayant un statut biologique optimal représente les meilleures valeurs des métriques sélectionnées (maximum ou minimum en fonction de la nature de la métrique : la quantité minimale de phosphore et le recouvrement maximal de l'herbier de posidonies).

Ainsi, pour une masse d'eau donnée, le ratio entre le statut d'un élément de qualité biologique (BQE : Biological Quality element) et le statut de référence est calculé, et est défini comme l'EQR ("Ecological Quality Ratio"). Il correspond au rapport entre la valeur de la métrique mesurée et la valeur de la métrique dans des conditions de référence.

L'état biologique est alors exprimé sur une échelle de 1 (correspondant à la condition de référence) à 0 (mauvais état), subdivisée en 5 classes de qualité (Tableau 2).

Tableau 2. Code couleur associant l'état biologique aux valeurs d'EQR correspondantes (valeurs chiffrées données à titre indicatif).

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	
Valeur EQR	1	0,750	0,550	0,325	0,100	0

## I.4- Stratégie d'échantillonnage

La DCE n'impose pas de surveiller l'ensemble des masses d'eau du district. Elle doit être orientée sur une sélection de masses d'eau représentatives du district concerné pour leur typologie et les pressions auxquelles elles sont soumises. Le contrôle de surveillance porte sur les masses d'eau représentatives de la typologie. Le contrôle opérationnel permet quant à lui de suivre l'évolution des masses d'eau à risques, de non atteinte du bon état écologique (NABE) ou soumises à des pressions importantes suite aux programmes de mesures qui y seront opérés. A ce titre, une même masse d'eau peut être soumise aux deux contrôles.

13 masses d'eau côtières et 4 masses d'eau de transition ont été retenues à l'échelle du district (Fig. 4 et Tableau 3).

### I.4.1- Appui des réseaux de surveillance existants

La mise en œuvre du programme s'appuie sur les réseaux existants, qu'ils soient nationaux ou opérés dans le cadre de la politique littoral du bassin :

- ✓ Le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines : REPHY
- ✓ Le réseau intégrateur biologique : RINBIO
- ✓ Le réseau d'observation de la contamination chimique : ROCCh
- ✓ Le réseau de suivi lagunaire : RSL
- ✓ Le réseau de surveillance Posidonie : RSP
- ✓ Le réseau littoral méditerranéen : RLM

### I.4.2- Opérations de terrain

La deuxième campagne du contrôle de surveillance en 2009 s'est accompagnée de la première campagne de contrôle opérationnel. La fréquence du suivi dépend du type de la masse d'eau, des paramètres de qualité suivis et de la période de l'année, allant d'une fréquence mensuelle (phytoplancton) à annuelle ou pluriannuelle (macrophyte, benthos, posidonie). Le calendrier et les fréquences de suivi des contrôles sont présentés en Annexe 3.

#### I.4.2.1- Moyens humains

Du fait de leurs missions statutaires, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse et l'IFREMER coopèrent depuis de nombreuses années en matière de connaissance, de surveillance, de protection, de gestion et de mise en valeur du littoral méditerranéen. L'IFREMER a été identifié par le SDDE du bassin comme l'organisme responsable de la coordination opérationnelle de ces campagnes d'acquisition des données ainsi que leur bancarisation au sein de la base de données environnementales Quadrige<sup>2</sup>.

Divers organismes spécialisés ont été associés à ce programme pour la mise en œuvre des campagnes, du traitement et de l'interprétation des données, sous la responsabilité de l'IFREMER (LER/PAC, Station de Bastia) :

- ✓ La station marine STARESO ;
- ✓ L'Office de l'Environnement de la Corse ;
- ✓ Le Laboratoire de Chimie de Rouen ;
- ✓ Les Universités : Liège, Nice ; Bordeaux ;
- ✓ La réserve naturelle des bouches de Bonifacio ;
- ✓ Phare et Balises ;
- ✓ Sentinelle ;
- ✓ Ferme marine de Sant'Amanza.

#### I.4.2.2- Moyens logistiques

Grâce à la logistique du RINBIO et l'appui du N/O EUROPE, il a été possible de réaliser sur l'ensemble des masses d'eau côtières du district les prélèvements relatifs aux paramètres chimie, posidonie et macrofaune benthique. Pour les paramètres hydrologie et phytoplancton, les prélèvements ont été assurés grâce au concours des moyens nautiques mis à disposition par les différents partenaires du programme.

Pour les lagunes et certaines masses d'eau côtières (hydrologie), les prélèvements ont été assurés grâce aux moyens nautiques du LER/PAC de la station de Bastia.



Figure 4. Définition des masses d'eau côtières et de transition du district "Corse" prospectées au titre de la campagne DCE 2009.

Tableau 3. Liste des descripteurs de qualité chimique et biologique suivis dans le cadre de la campagne DCE 2009, pour chaque masse d'eau concernée dans le district "Corse".

	Code EU	Nom masse d'eau	CS	CO	Chimie		Biologie				
					Contaminant	hydrologie	Phytoplancton	Posidonie	Macroalgue	Macrophyte	Benthos
MEC Corse	FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	√	√	√	√	√	√	-		√
	FREC01c	Golfe de St-Florent		√	√	√	√	√	√		√
	FREC01d	Canari		√	√	√	√	√	√		√
	FREC02ab	Cap Corse est	√		√	√	√	√	√		√
	FREC02c	Littoral bastiais		√	√	√	√	√	-		√
	FREC02d	Plaine orientale	√		√	√	√	√	-		√
	FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio		√	√	√	√	√	√		√
	FREC03c	Golfe de Sant'Amanza		√	√	√	√	√	√		√
	FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse	√		√	√	√	√	-		√
	FREC03f	Goulet de Bonifacio		√	√	√	√	√	√		√
	FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse	√		√	√	√	√	√		√
	FREC04b	Golfe d'Ajaccio		√	√	√	√	√	√		√
	FREC04ac	Pointe Senetosa - Pointe Palazzu	√		√	√	√	√	-		√
MET Corse	FRET01	Etang de Biguglia	√	√	-	√				√	√
	FRET02	Etang de Diana	√	√	√	√				√	√
	FRET03	Etang d'Urbino	√	√	-	√				√	√
	FRET04	Etang de Palu	√		-	√				√	√

CS : contrôle de surveillance ; CO : contrôle opérationnel.

- : descripteur non prospecté pour la masse d'eau concernée, □ descripteur non pertinent pour la masse d'eau prospectée.

## II- METHODOLOGIE

### II.1- Chimie

#### II.1.1- Suivi dans le biote

##### 🔗 Protocole

Le biomonitoring utilisant la moule repose sur l'hypothèse que la charge en contaminant chez cet animal reflète la concentration en contaminants biodisponibles dans l'eau sous forme particulaire et/ou dissoute, selon un processus de bioaccumulation.

Les techniques dites des bioindicateurs quantitatifs utilisent cette propriété pour suivre la contamination chimique du milieu, tout en atténuant les fluctuations à court terme. Les stratégies développées sont de deux types : celles qui utilisent les populations indigènes de moules sauvages ou cultivées (biomonitoring passif) et celles qui ont recour aux transplants d'individus provenant d'un site de référence (biomonitoring actif).

Les gisements naturels de moules n'étant pas présents sur tout le linéaire côtier en Méditerranée française pour renseigner l'ensemble des masses d'eau retenues, le réseau RINBIO s'appuie sur cette dernière stratégie pour évaluer les niveaux de contamination chimique dans le champ moyen de chaque masse d'eau.

### ✓ Principe

La moule de Méditerranée, *Mytilus galloprovincialis*, est le modèle biologique utilisé en raison des facilités d'approvisionnement, de sa robustesse et de la bonne connaissance de cette espèce.

Le lot de moules est originaire des filières en mer des Aresquiers en Languedoc-Roussillon, zone reconnue pour être peu contaminée au regard des résultats des précédentes études. Pour garantir l'homogénéité des lots, une taille de 50 mm est respectée, à plus ou moins 5 mm, et correspond à de jeunes adultes d'environ 18 mois.

Chaque échantillon est composé d'un lot de 2,5 kg de moules calibrées, stockées dans une poche ostréicole. Les échantillons sont ré-immergés dans leur site d'origine 4 à 5 jours avant la campagne de pose.

Une immersion de 2,5 mois, comprise entre mars et juillet est recommandée pour obtenir un compromis entre plusieurs exigences :

- ❖ Immerger des individus avec suffisamment de réserves énergétiques pour éviter des différences importantes de composition biochimique chez les individus à l'échelle du réseau ;
- ❖ Opérer pendant la phase de repos sexuel où le métabolisme des individus est le plus stable.

Pour les stations des eaux côtières, le mouillage de sub-surface est constitué d'une poche ostréicole, reliée à un lest de 30 kg et maintenue en pleine eau à une profondeur de 15 m grâce à un flotteur (Fig. 5).

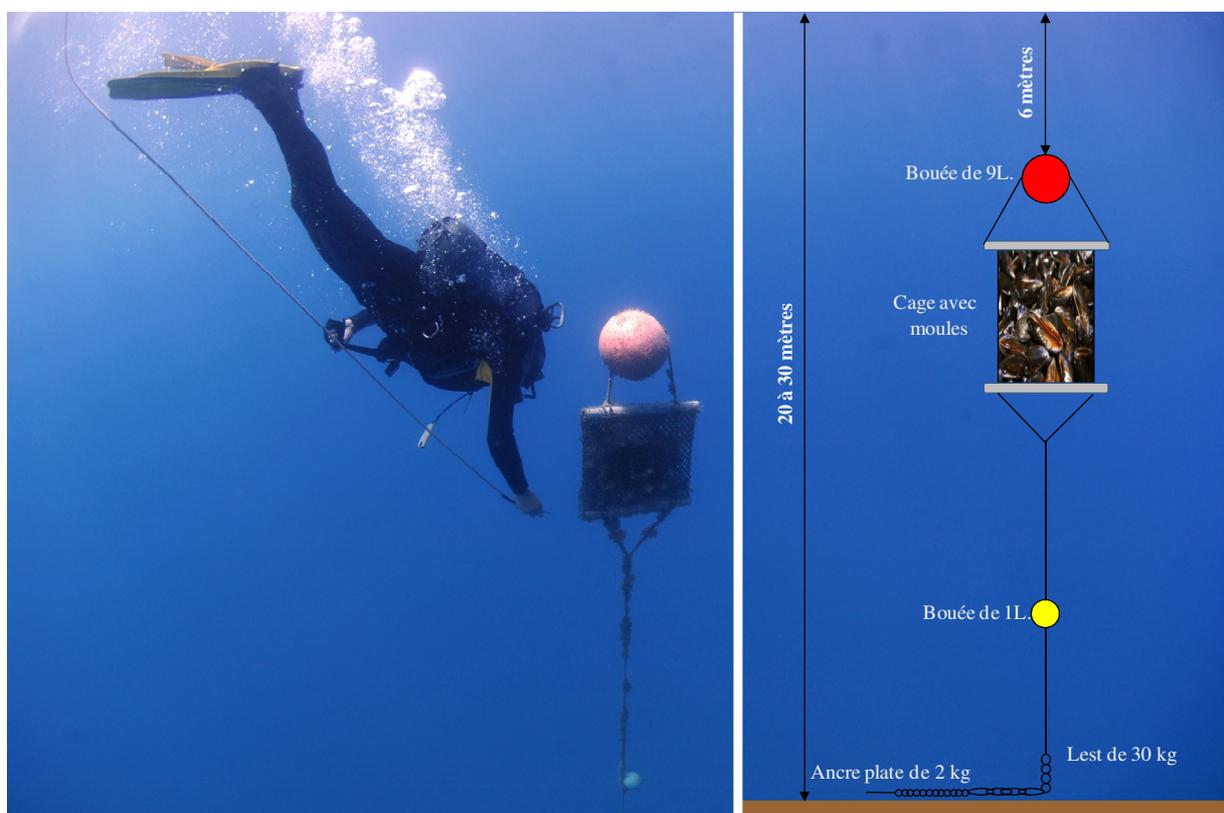


Figure 5. Photo et illustration de la structure de mouillage RINBIO.

Pour les stations des eaux de transition, le lot composé de 2,5 kg de moules est également stocké en poche ostréicole. La profondeur des stations, variable selon la configuration bathymétrique des lagunes, permet de maintenir les échantillons à plat à mi-profondeur, sur un trépied ou fixés aux tables conchylicoles.

#### ✓ *Stratégie d'échantillonnage*

En 2009, le plan d'échantillonnage du RINBIO comporte 24 stations en mer et 1 station lagunaire pour le district concerné. Au total, 14 d'entre elles sont retenues au titre de la campagne DCE 2009 (Andral & Tomasino 2010).

#### ✓ *Opérations de pose et de relève*

L'immersion des échantillons en mer ouverte est réalisée entre les 7 et 14 mars 2009 avec le N/O EUROPE. L'utilisation d'un navire permet de conditionner un vivier de 3,5 m<sup>3</sup>, soit l'ensemble des poches nécessaires à la campagne.

La campagne de relève est menée entre les 23 et 29 mai 2009. La récupération s'est principalement faite en plongée.

Sur site, et par station, les moules sont lavées à l'eau de mer, dégrappées, triées en séparant les individus morts des individus vivants. La mortalité de chaque poche est déterminée. Un lot de 15 individus est constitué pour le suivi biométrique des échantillons et un lot d'environ 120 individus pour la mesure des contaminants (§ II.1.1.2).

#### ☞ *Substances analysées*

Des procédures standardisées sont utilisées pour estimer pour chaque échantillon, la mortalité du lot, la taille de la coquille, les poids humide et sec de chair, le poids sec de coquille et l'indice de condition.

Sur les 14 stations retenues au titre de la DCE, les contaminants appartenant aux annexes IX et X de la directive sont sélectionnés en fonction de leur potentiel de bioaccumulation. Les critères retenus sont une valeur du coefficient de partage octanol/eau ( $\log K_{ow}$ ) supérieure à 3 pour un composé susceptible de se bioaccumuler et la disponibilité d'une méthode analytique opérationnelle dans la matière vivante.

#### ☞ *Traitement et analyse des données*

Des normes de qualité environnementale (NQE) sont construites à partir de l'évaluation du risque que la substance concernée fait courir à l'environnement ou à la santé humaine.

Ces NQE sont définies comme "*la concentration en un polluant ou groupe de polluants dans l'eau, le sédiment ou le biote qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement*" (art. 2 § 35 de la DCE).

Les NQE pour les 41 substances prioritaires retenues par la DCE sont définies dans la directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008. Elles sont utilisées pour l'évaluation de

l'état chimique des masses d'eau du district (Annexe 2). Ces NQE étant exprimées en concentration dans l'eau, il convient de convertir les résultats obtenus dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau. La méthode utilisée dans le cadre de cette étude est décrite dans le bulletin RNO 2006. Elle permet de convertir les concentrations dans le biote en concentrations équivalentes dans l'eau avec l'utilisation d'un facteur de bioconcentration (BCF) :

$$C_{\text{mollusque}} = C_{\text{eau}} \times \text{BCF}_{\text{mollusque}}$$

Et donc : 
$$C_{\text{eau}} = C_{\text{mollusque}} / \text{BCF}_{\text{mollusque}}$$

Avec :

$C_{\text{eau}}$  : la concentration dans l'eau ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )

$C_{\text{mollusque}}$  : la concentration dans le mollusque considéré ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  de poids humide)

BCF : le facteur de bioconcentration

Si les valeurs des BCF pour les molécules concernées ne sont pas disponibles, une méthode de calcul, basée sur la valeur du  $\log K_{\text{ow}}$  est utilisée :

- ✓ Si  $2 < \log K_{\text{ow}} < 6$ , alors  $\log \text{BCF} = 0,85 \times \log K_{\text{ow}} - 0,7$
- ✓ Si  $\log K_{\text{ow}} > 6$ , alors  $\log \text{BCF} = -0,2 \times \log K_{\text{ow}}^2 + 2,74 \times \log K_{\text{ow}} - 4,72$

Cette méthode de conversion entre le biote et l'eau présente néanmoins des facteurs d'incertitude importants :

- ✓ Elle ne permet pas la prise en compte des processus de métabolisation de la substance (processus *a priori* inexistant chez les mollusques) ;
- ✓ Il existe des incertitudes sur les valeurs des BCF. Afin d'être conservatif, la valeur la plus faible a été utilisée dans les calculs (plus le BCF est faible, plus la concentration dans l'eau est maximisée).

La conversion du résultat obtenu en poids humide est faite en divisant la mesure réalisée en poids sec de chair par le rapport entre le poids humide de chair et le poids sec de chair mesuré pour chaque échantillon.

## II.1.2- Suivi dans l'eau

### II.1.2.1- Protocole

En milieu aquatique, la plupart des contaminants chimiques sont présents à l'état de traces, notamment dans la fraction dissoute. L'utilisation d'échantillonneurs passifs permet, pour certains composés, de les extraire et de les concentrer *in situ* réduisant ainsi une partie des difficultés, et du coût, liées à l'analyse des contaminants à l'état de traces et facilitant ensuite leur détection analytique en laboratoire. Ces techniques permettent de perturber au minimum la spéciation des contaminants échantillonnés et présentent l'avantage de pouvoir être mis en œuvre rapidement. De plus, ces systèmes permettent aussi une mesure de la concentration en contaminant dissous

"biodisponible", alors que souvent les techniques classiques ne le permettent pas (mesures de la concentration dissoute "totale").

Il existe différents échantillonneurs passifs à ce jour, dépendamment des composés ciblés. Ainsi, pour le suivi au titre de la DCE, les résultats de la campagne 2009 issus seulement des échantillonneurs POCIS, pour les composés hydrophiles et DGT pour les métaux sont exploités à ce jour (présentés ci-après) pour le district "Corse" (Gonzalez et al. 2011).

Concernant le suivi des composés hydrophobes, une campagne de pose et relève de SBSE (Stir Bar sorptive Extraction) a eu lieu en 2009. A ce jour, les résultats sont en cours de traitement et seront présentés ultérieurement (Gonzalez et al. 2011).

### ↳ Principe

POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) :

Les POCIS ont été conçus pour l'échantillonnage intégratif des composés organiques hydrophiles. Ils permettent de détecter leur présence (analyse qualitative) et, après "calibration" en laboratoire, leur concentration moyenne "intégrée" sur le temps d'exposition de 1 à 4 semaines (analyse quantitative), lorsque les limites de détection le permettent.

Chaque POCIS contient 200 mg de phase solide adsorbante emprisonnée entre deux membranes microporeuses, semi-perméables en polyéthersulphone. Les membranes sont maintenues par deux disques en aciers inoxydable serrés en trois points par des vis (Fig. 6). La surface totale d'échange avec le milieu est d'environ 41 cm<sup>2</sup>, le rapport entre la surface d'échange et la masse de phase adsorbante est de l'ordre de 200 cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>.

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

Au cours de l'immersion, la température et la salinité de l'eau doivent être connues car le Rs varie plus ou moins en fonction de ces paramètres.

DGT (Diffusive Gradients in Thin-films) :

La technique DGT est utilisée pour extraire et concentrer *in situ* les contaminants métalliques pris en compte pour la surveillance DCE (cadmium, nickel et plomb). Les DGT sont des dispositifs très simples à mettre en œuvre qui permettent, après un temps d'immersion relativement court (quelques heures), une évaluation des espèces métalliques dissoutes les plus biodisponibles. Au cours de leur immersion, les DGT accumulent (sur une résine Chelex 100) les cations métalliques dissous les plus labiles (ions hydratés, complexes minéraux, "petits" complexes organiques) en fonction de leur concentration dans le milieu et du temps d'immersion de l'échantillonneur.

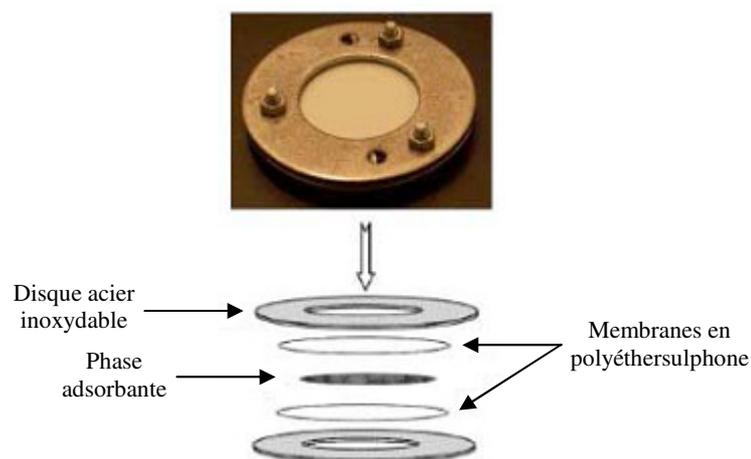


Figure 6. Vue éclatée d'un POCIS

Le dispositif est composé d'un support plastique, sur lequel sont disposés successivement une phase pour laquelle les cations métalliques ont une très forte affinité, un hydrogel de diffusion d'épaisseur connue et une membrane de protection (Fig. 7). Les cations métalliques migrent à travers le gel de diffusion et se fixent de façon irréversible sur la résine. C'est la diffusion, contrôlée par les propriétés physiques du gel, la température et la concentration en métal dans le milieu à échantillonner, qui détermine la cinétique sur la résine.

Au cours de l'immersion, la température de l'eau doit être connue car les coefficients de diffusion varient sensiblement avec ce paramètre du milieu et la valeur mesurée à 25°C, fournie par Lancaster Research Ltd, doit être ajustée.

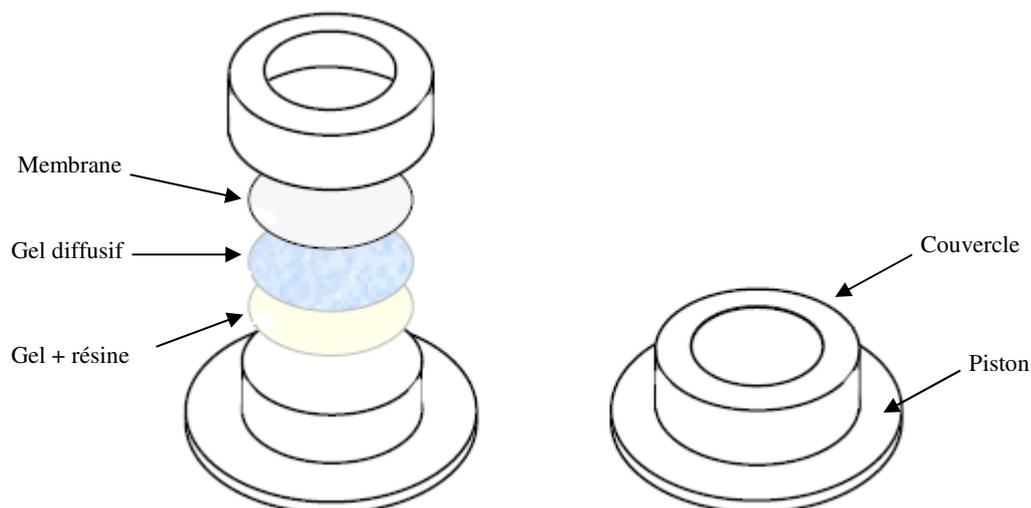


Figure 7. Illustration du dispositif expérimental utilisé pour la technique DGT dans l'eau.

#### ↳ Stratégie d'échantillonnage

Les opérations prévues pour la mise en place des échantillonneurs DGT sont réalisés sur l'ensemble des masses d'eau côtières du district "Corse". Pour les POCIS, seules les masses d'eau soumises au contrôle de surveillance ont été prospectées.

### ☞ Opérations de pose et de relève

A chaque station concernée, un triplicat DGT et/ou 2 triplicats POCIS sont immergés sur deux lignes de mouillage différentes (Fig.8). Ces lignes sont constituées, à la base, d'un lest non métallique relié à une bouée de surface par un bout. Les profondeurs d'immersion des échantillonneurs sont indiquées dans le tableau 4.

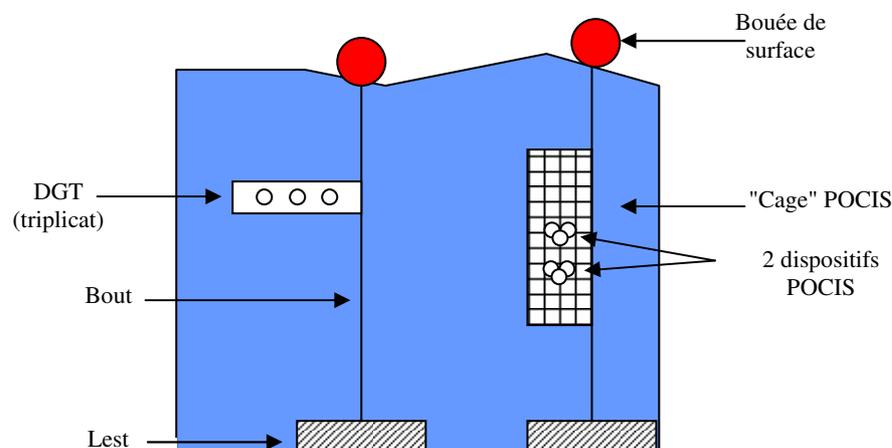


Figure 8. Illustration de la structure de mouillage des DGT et POCIS

Tableau 4. Caractéristiques des stations retenues pour l'échantillonnage passif.

Code masse d'eau	Nom de la station	DGT		POCIS	
		Date de pose	Date de relève	Date de pose	Date de relève
FREC01ab	Revellata	13/03/09	15/03/09	13/03/09	10/04/09
FREC01c	Saint-Florent	06/04/09	07/04/09		
FREC01d	Canari	06/04/09	07/04/09		
FREC02ab	Rogliano	07/03/09	09/03/09	07/03/09	16/04/09
FREC02c	Bastia sud	07/03/09	09/03/09		
FREC02d	Poggio-Mezzana	08/03/09	10/03/09	08/03/09	15/04/09
FREC03b	Porto-Vecchio	09/03/09	11/03/09		
FREC03ad	Santa Giuglia	08/03/09	10/03/09	08/03/09	14/04/09
FREC03c	Sant'Amanza				
FREC03eg	Figari-Bruzzi	02/04/09	03/04/09	12/03/09	12/04/09
FREC03f	Bonifacio	02/04/09	03/04/09		
FREC04b	Ajaccio sud	12/03/09	14/03/09		
FREC04ac	Cargèse	13/03/09	15/03/09	13/03/09	11/04/09
FRET02	Etang de Diana	30/06/08	02/07/08	30/06/08	21/07/08

Tous les DGT, sauf 1 (Sant'Amanza), ont pu être récupérés après une période d'immersion de l'ordre de 24-48 h, tandis que 5 POCIS sur 6 sont récupérés et exploitables (Tableau 4). Les deux types d'échantillonneurs sont conditionnés et stockés par les équipes terrain en suivant une procédure spécifique.

### II.1.2.2- Substances analysées

Après la récupération, les échantillons sont envoyés à différents laboratoires pour préparation et analyse :

- ✓ POCIS pour le laboratoire de physico-toxicochimie des systèmes naturels (LPTC) de l'Université de Bordeaux I pour les alkylphénols et les 5 herbicides hydrophiles de la DCE ;
- ✓ POCIS pour l'IFREMER Sète pour les 5 herbicides ;
- ✓ DGT pour l'IFREMER la Seyne/Mer pour l'analyse du cadmium, du nickel et du plomb.

### II.1.2.3- Traitement et analyse des données

#### POCIS :

Les différents protocoles d'extraction et d'analyse permettent d'obtenir les concentrations des contaminants organiques recherchés dans les POCIS. Les résultats obtenus à ce stade sont exprimés en  $\text{ng.g}^{-1}$  de phase adsorbante et rendent compte pour tous les contaminants recherchés de leur présence ou non dans les échantillonneurs. A partir de ces résultats, pour calculer la concentration moyenne dans l'eau durant le temps d'exposition, il faut connaître le taux d'échantillonnage ( $R_s$ ) de chaque molécule ciblée, ainsi que les conditions d'exposition. Le  $R_s$  doit être déterminé précisément en laboratoire, il lie la concentration dans le POCIS à la concentration dans l'eau selon l'équation :

$$C_{\text{POCIS}} = C_{\text{eau}} \times R_s \times t$$

Avec :

$C_{\text{POCIS}}$  : concentration dans le POCIS ( $\text{ng.g}^{-1}$ )

$C_{\text{eau}}$  : concentration moyenne dans l'eau pendant la période d'exposition ( $\text{ng.L}^{-1}$ )

$R_s$  : taux d'échantillonnage ( $\text{L.j}^{-1}.\text{g}^{-1}$ )

$t$  : temps d'immersion du POCIS (j)

#### DGT :

La résine de chaque DGT est retirée, placée dans un tube en polyéthylène "propre" (conditionné métaux traces) et élue pendant au moins 24h avec 1,8 ml d'acide nitrique suprapur 1M.

L'éluat est analysé par ICP/MS pour déterminer la masse  $M$  des différents éléments métalliques accumulés dans la résine. Connaissant le temps d'immersion et la température de l'eau, il est alors possible de calculer les concentrations dans l'eau en métaux traces sous forme soluble "labile" (Davison & Zhang 1994) selon l'équation suivante :

$$C_{\text{DGT}} = M\Delta g / tADm$$

Avec :

$M$  : masse du cation métallique analysée après élution de la résine

$\Delta g$  : épaisseur du gel de diffusion

$t$  : temps d'immersion du DGT

$A$  : surface du gel exposée

$D_m$  : coefficient de diffusion du métal dans le gel (pré-déterminé par Lancaster Research Ltd et à corriger en fonction de la température mesurée dans le milieu d'exposition).

Des blancs, réalisés sur chaque nouveau lot de DGT utilisé, permettent de contrôler et de quantifier de possibles contaminations lors de la préparation de ces échantillonneurs.

La mesure de tous les métaux en triplicat permet d'évaluer un écart-type sur la concentration en métal "labile" qui prend en compte la contamination potentielle des blancs (valeur à  $t = 0$ ), la répétabilité des DGT, et l'éventuelle variation de la contamination dans le milieu échantillonné.

## II.2- Hydrologie

Les paramètres hydrologiques généraux permettant de comprendre l'activité biologique d'un écosystème côtier sont :

- ✓ La température et la salinité, dont les variations influent notamment sur la production et la diversité phytoplanctonique ;
- ✓ La turbidité, qui, par l'estimation de la transparence de l'eau, permet de déterminer la quantité de lumière disponible pour le développement phytoplanctonique, des macroalgues et des angiospermes. Elle est fonction de la quantité, de la taille et de la forme des particules en suspension et varie selon les apports des fleuves, de la remise en suspension du sédiment et de la concentration en plancton ;
- ✓ L'oxygène dissous, qui est un paramètre vital gouvernant la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. Sa concentration dans l'eau dépend de facteurs physiques (température, salinité, mélange de la masse d'eau), chimiques (oxydation) et biologiques (photosynthèse, respiration). Sa mesure est importante, et en particulier à la suite de blooms phytoplanctoniques ou de macroalgues dont la décomposition peut conduire à une anoxie du milieu ;
- ✓ Les nutriments, sur lesquels repose la production photosynthétique et dont les principaux sont les nitrates, les nitrites, l'ammonium, les phosphates et les silicates. S'ils ne sont pas directement toxiques pour le milieu marin, l'augmentation des flux déversés en zone côtière peut être considérée comme une pression à l'origine de nuisances indirectes pouvant conduire au phénomène d'eutrophisation.

### II.2.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole

Le suivi des paramètres hydrologiques (température, salinité, turbidité et oxygène dissous) est réalisé en parallèle du phytoplancton. Les stations de suivi sont reprises dans le tableau 3 du Chapitre I.4.

La circulaire DCE 2007/20 précise, pour les paramètres physico-chimiques généraux (température, salinité, turbidité, oxygène dissous et nutriments) la fréquence des prélèvements par plan de gestion en Méditerranée (Annexe 3).

Les mesures sont effectuées *in-situ* en sub-surface, à -1m, simultanément avec les prélèvements d'eau destinés à l'analyse du phytoplancton. De même, l'analyse des éléments nutritifs en lagunes est réalisée simultanément aux autres paramètres, et effectuée selon les procédures IFREMER (Aminot & Kérouel 2004).

## II.2.2- Traitement et analyse des données

Pour les données d'oxygène dissous dans les masses d'eau côtières, la métrique retenue est le percentile 10 (P10) calculé sur des données mensuelles, selon la formule reportée en annexe 4.

Concernant les nutriments dans les masses d'eau côtières, l'indicateur DCE associé est défini comme étant la combinaison des indices : ammonium, nitrate, nitrite, phosphate et silicate. A ce jour, la pertinence des indices phosphate et silicate est toujours à l'étude. Seule une première évaluation a été réalisée cette année sur les concentrations en azote organique dissous (NID), c'est à dire sur la somme ammonium + nitrate + nitrite.

La démarche consiste à définir la métrique de l'indice NID comme la concentration normalisée à 33‰ de salinité de l'ensemble des mesures effectuées dans un écotype sur l'ensemble d'un plan de gestion de 6 ans.

Cette concentration est ensuite relativisée par rapport aux percentiles 90 de la chlorophylle *a*, sous forme d'EQR (droite EQRchl *a* = NID normalisé à 33‰). Cette démarche analytique est appliquée sur les données disponibles dans Quadrigé<sup>2</sup> sur la période 2003-2008. Du fait de la mise en place du contrôle de surveillance pour le paramètre nutriments uniquement en 2009 pour la Méditerranée, le nombre de données acquises sur cette façade est jugé insuffisant pour être exploité, et seuls les seuils d'EQRchl *a* de la région Manche/Atlantique sont actuellement retenus. Deux concentrations en NID sont ainsi définies comme valeurs seuils entre les états "très bon état/bon état" et "bon état/état moyen" : elles sont respectivement de 16 et 29 µM.

Considérant les concentrations mesurées en NID en Méditerranée (Annexe 5), et les valeurs seuils ainsi estimées pour la façade Manche/Atlantique, l'ensemble des masses d'eau côtières prospectées présentent un très bon état vis-à-vis de cet indicateur. Une grille de diagnostic spécifique à la façade Méditerranéenne devrait être développée au cours des prochaines années, avec l'augmentation croissante du nombre de données exploitables.

Concernant les lagunes, chaque paramètre analysé (température, turbidité, nutriment, oxygène dissous) a son importance pour une interprétation globale de la qualité de la masse d'eau. Ces données sont exploitées dans leur ensemble et sont reportées directement dans la grille de diagnostic présentée dans le paragraphe suivant.

## II.2.3- Classification

### ↳ Eaux côtières

Actuellement, dans le cadre des travaux du groupe national, seule la grille du paramètre oxygène dissous a été validée pour la Méditerranée. (Tableau 5).

Tableau 5. Grille de diagnostic pour la concentration en oxygène dissous (Percentile 10 O<sub>2</sub> dissous ; mg.L<sup>-1</sup>).

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
P10 O <sub>2</sub> dissous		5		3		2		1	
EQR	Très bon	0,6	Bon	0,36	Moyen	0,24	Médiocre	0,12	Mauvais

### ↳ Eaux de transition

Pour les eaux de transition, les grilles de diagnostic de qualité se basent sur celles mises en œuvre dans le cadre du RSL, visant à qualifier l'état de la colonne d'eau vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 6). Chaque grille conduit à un état général obtenu en retenant l'avant dernier état le plus déclassant. Les données retenues dans cette évaluation concernent le suivi estival de l'année. Un travail portant sur l'élaboration d'une grille pluriannuelle est prévu, ciblé sur les paramètres azote total, phosphore total et oxygène dissous.

Tableau 6. Grille de diagnostic des différentes variables mesurées pour les eaux de transition (grille RSL).

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
Δ % O <sub>2</sub> SAT		20		30		40		50	
TUR (NTU)		5		10		25		40	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)		0,3		1		1,5		4	
NID (μM)		2		6		10		20	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)		0,3		0,5		0,75		1	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)		1		3		5		10	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)		1		3		5		10	
NT (μM)		50		75		100		120	
PT (μM)		0,75		1,5		2,5		4,5	

| Δ% O<sub>2</sub> SAT | : écart par rapport à 100% de saturation  
 TUR : Turbidité  
 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> : concentration en phosphates  
 NID : concentration en azote inorganique dissous  
 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : concentration en nitrites

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : concentration en nitrates  
 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : concentration en ammonium  
 NT : concentration en azote total  
 PT : concentration en phosphore total

## II.3- Phytoplancton

### II.3.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole

Le suivi du phytoplancton est réalisé dans les stations de suivi reprises dans le tableau 3 du Chapitre I.4. Les prélèvements de phytoplancton sont réalisés en sub-surface (-0.5 à

-1 m), à l'aide de flacons de 1L. Les échantillons sont conservés à l'abri de la lumière et de la chaleur.

La fréquence par plan de gestion recommandée dans la circulaire DCE 2007/20 pour le suivi du phytoplancton dans les lagunes est reportée dans l'annexe 3.

## II.3.2- Traitement et analyse des données

Pour le phytoplancton, l'indicateur comporte les paramètres suivants, requis par la DCE :

- ✓ La concentration en chlorophylle *a* (chl *a*) (indicateur de biomasse) ;
- ✓ Les blooms (indicateurs d'efflorescence et d'abondance) ou l'abondance des cellules mesurée par cytométrie en flux (CMF) ;
- ✓ La composition taxonomique.

A noter ici que le paramètre composition est actuellement en cours de révision et n'est donc pas considéré par la suite pour l'évaluation de la qualité du descripteur phytoplancton. Le classement des masses d'eau pour cet élément de qualité se fait donc avec deux paramètres (chl *a* et blooms/abondance).

### II.3.2.1- Biomasse

L'indice retenu pour la biomasse est la concentration en chl *a*. Elle constitue le pigment photosynthétique commun à tous les végétaux aquatiques. Sa mesure dans l'eau est simple et traduit bien la biomasse phytoplanctonique tout en étant complémentaire de l'information apportée par le dénombrement des espèces.

La métrique définie est le percentile 90 (P90) des valeurs des concentrations en chl *a*, calculé sur des données mensuelles acquises pendant les 6 années du plan de gestion (2004-2009) et parfois des périodes plus courtes en fonction des données disponibles et selon les masses d'eau. La formule du calcul du P90 est détaillée dans l'annexe 6.

### II.3.2.2 Abondance

#### ↳ Eaux côtières

L'indice retenu pour l'abondance est la notion de bloom (ou d'efflorescence) de toutes les espèces identifiées au microscope par la méthode Utermöhl. L'utilisation de cet indice apporte une information plus spécifique que la chlorophylle, puisque toutes les espèces ne contiennent pas de la chlorophylle dans la même proportion.

La métrique utilisée pour cet indice est le pourcentage d'échantillons pour lesquels un taxon dépasse la concentration-seuil fixée pour un bloom, rapporté au nombre total d'échantillons. Une seule valeur-seuil est définie pour les eaux côtières corses, de 25 000 cell.L<sup>-1</sup>, sans distinction de taille entre les petites (< 20 µm) et grandes cellules (> 20 µm).

Afin de minimiser les biais, seule la valeur maximale est retenue pour une masse d'eau, pour une quinzaine de jours et pour un taxon donné. Si deux taxons différents dépassent le seuil dans un même échantillon, il n'est compté qu'un seul bloom.

### ↳ Eaux de transition

Pour les lagunes, les méthodes classiques de dénombrement des cellules ne permettent pas d'assurer le comptage des très petites cellules, composantes majeures du phytoplancton des lagunes. L'application de la cytométrie en flux (CMF), mise en œuvre dans le cadre du RSL et du RLC depuis 2000, permet le dénombrement et la différenciation des cellules picophytoplanctoniques (taille cellulaire < 3 µm) et nanophytoplanctoniques (taille cellulaire > 3 µm). Cette méthode est retenue pour les lagunes. Les données issues du dénombrement par CMF sont donc traitées au moyen des deux métriques suivantes :

- ✓ Abondance des cellules picophytoplanctoniques (par unité de volume :  $\times 10^6$  cells.L<sup>-1</sup>).
- ✓ Abondance des cellules nanophytoplanctoniques (par unité de volume :  $\times 10^6$  cells.L<sup>-1</sup>).

De la même façon que pour les données de biomasse, la métrique estimée pour l'abondance phytoplanctonique dans les lagunes correspond au percentile 90 des données de mesure en CMF acquises pendant les 6 années du plan de gestion (2004-2009) et parfois des périodes plus courtes en fonction des données disponibles et selon les masses d'eau. La formule du calcul du P90 est détaillée dans l'annexe 6.

## II.3.3- Classification

### II.3.3.1- Biomasse

La grille de diagnostic retenue est développée et spécifique aux côtières corses (Tableau 7).

Tableau 7. Grille de diagnostic pour la biomasse phytoplanctonique des masses d'eau côtières et de transition pour le district "Corse", exprimée en fonction des valeurs du P90 de la concentration en Chl *a* (µg L<sup>-1</sup>), et valeurs des EQRs correspondants.

Type masse d'eau	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
Type 3W Corse		0,75		1,22		2,44		4,88	
Type T10		5		10		20		40	

EQRb	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
EQRb Type 3W Corse		0,8		0,49		0,25		0,12	
EQRb Type T10		0,67		0,33		0,17		0,08	

### II.3.3.2- Abondance

#### ↳ Eaux côtières

Tableau 8. Grille de diagnostic pour l'abondance phytoplanctonique des masses d'eau côtières, exprimée en fonction du pourcentage annuel de blooms, et valeurs des EQRs correspondants.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
% blooms/an		20		39		70		90	
EQRa	Très bon	0,83	Bon	0,43	Moyen	0,24	Médiocre	0,19	Mauvais

#### ↳ Eaux de transition

Deux grilles sont disponibles, dépendamment de la fréquence du suivi considérée : annuel vs pluriannuel :

- ✓ La grille de qualité retenue, pour un jeu de données portant sur une seule année, est celle élaborée dans le cadre du suivi estival du RSL (Tableau 9). Pour cette approche annuelle, il n'y a pas de valeurs référence définies, permettant de calculer un EQR<sub>abondance</sub>. Dès lors, seul un niveau de qualité est attribué, et vient en appui aux résultats de biomasse. Dans ce cas, seul l'EQR établi pour la biomasse est alors retenu pour qualifier l'état de l'élément de qualité phytoplancton.

Tableau 9. Grille de qualité pour l'abondance phytoplanctonique des masses d'eau de transition, exprimée en fonction des deux classes de taille déterminées par CMF ( $\times 10^6$  cell.L<sup>-1</sup> ; P90) pour un suivi annuel.

		Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
Cell/L,10 <sup>6</sup>	< 3µm		20		50		100		500	
Cell/L,10 <sup>6</sup>	> 3µm		2		5		10		50	

- ✓ La grille de diagnostic retenue, pour un jeu de données portant sur plusieurs années (e.g. plan de gestion de 6 ans) est celle élaborée au titre de la DCE et présentée dans le tableau 10.

La définition de valeurs de référence pour les abondances des deux classes phytoplanctoniques permet de calculer un EQR<sub>abondance</sub>, qui est le minimum des EQR obtenus entre celui du picophytoplancton et celui du nanophytoplancton. L'indicateur de l'élément phytoplancton résulte donc de la combinaison des deux indices biomasse et abondance. Ces deux indices sont transformés en EQR et l'indicateur phytoplancton est la moyenne de ces deux EQRs ainsi définis.

Tableau 10. Grille de diagnostic pour l'abondance phytoplanctonique des masses d'eau de transition, exprimée en fonction des deux classes de taille déterminées par CMF ( $\times 10^6 \text{ cell.L}^{-1}$  ; P90), et valeurs des EQRs correspondants.

		Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
Cell/L, $10^6$	< $3\mu\text{m}$		30		75		150		750	
Cell/L, $10^6$	> $3\mu\text{m}$		6		15		30		150	
EQRa		Très bon	0,5	Bon	0,2	Moyen	0,1	Médiocre	0,02	Mauvais

## II.4- Posidonie

### II.4.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole

Le suivi de l'herbier de posidonies est réalisé dans les stations de suivi présentées dans le tableau 3 du Chapitre I.4.

Sur chaque station, deux secteurs caractéristiques de l'herbier ont été suivis :

- ✓ La limite inférieure de l'herbier
- ✓ La profondeur intermédiaire (-15 m)

Afin de caractériser les herbiers de *Posidonia oceanica*, cinq paramètres sont choisis pour obtenir une image globale de la qualité des eaux selon une méthode rapide, facilement reproductible et peu coûteuse. Les paramètres retenus sont : (1) la limite inférieure, (2) le type de limite, (3) la densité, (4) la surface foliaire et (5) la charge épiphytaire sur les feuilles. Ces paramètres sont mesurés selon un protocole standardisé (Gobert *et al.* 2009 ; Tableau 11).

Tableau 11. Paramètres de l'herbier de posidonies en fonction de la tranche bathymétrique.

Paramètre	Tranche bathymétrique
Profondeur	LI
Type de limite	LI
Densité	PI
Surface foliaire	PI
Charge épiphytaire	PI

LI : limite inférieure

PI : Profondeur intermédiaire

### II.4.2- Traitement et analyse des données

#### II.4.2.1- La limite inférieure : profondeur et type

Sur chaque site, la profondeur de la limite inférieure (mètres) et l'état dynamique de cette limite sont notées *in situ* en plongée en scaphandre autonome. Des images par vidéo tractée sont également prises. L'état de la limite inférieure est ainsi définie (Meinesz & Laurent 1978 ; Figure 9) :

- ✓ Limite progressive : elle est caractérisée par la présence de rhizomes plagiotropes disposés de manière parallèle dans le sens de la pente. L'herbier n'édifie pas de mat, mais il colonise un substrat situé plus profondément. Ce type de limite rend compte d'un bon état de santé de l'écosystème et peut être l'expression d'une amélioration de la transparence des eaux (Pergent *et al.* 1995).
- ✓ Limite franche : cette limite est brusque, nette entre les derniers rhizomes de posidonies et le sédiment (absence de mat morte en aval de la limite). Elle est caractérisée par la présence de rhizomes généralement orthotropes, sans édification d'une véritable mat. Ce type de limite traduit une stabilité de l'écosystème.
- ✓ Limite régressive : elle est caractérisée par la présence d'une étendue de mat morte, recouverte ou non par le sédiment, en aval de la limite de l'herbier proprement dite. Quelques faisceaux de feuilles subsistent en aval de la limite actuelle. Ce type de limite traduit une perturbation de l'écosystème et une régression des herbiers.

#### II.4.2.2- Densité

Le nombre de faisceaux est mesuré dans des quadrats de 40 cm de côté. A chaque station, un total de 20 quadrats est lancé au hasard, en évitant les tâches de sable. Les comptages sont ramenés par unité de surface (nombre de faisceaux.m<sup>-2</sup>).

#### II.4.2.3- Surface foliaire

Au laboratoire, les faisceaux sont détachés des rhizomes et décortiqués en respectant l'ordre distique d'insertion des feuilles. Pour cela, les feuilles sont séparées selon le protocole de Giraud (1977, 1979). Elles sont ensuite dénombrées et classées en fonction de leur âge (Figure 10):

- ✓ Feuille adulte pourvue d'une base (ou pétiole) ;
- ✓ Feuille intermédiaire, dépourvue de pétiole ou dont le pétiole est inférieur à 2 mm ;
- ✓ Feuille juvénile dépourvue de pétiole et dont la longueur n'excède pas 50 mm.

Chaque feuille est numérotée en fonction de sa position dans le faisceau. Les paramètres biométriques de chacune d'elles (longueur totale, longueur du pétiole et largeur) sont ensuite mesurés au mm près. Sur la base de ces données biométriques, la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm<sup>2</sup>.faisceau<sup>-1</sup>, est calculée à l'aide de la formule suivante (Pergent-Martini *et al.* 1994) :

$$SF = \left( \sum \text{des longueurs des feuilles intermédiaires} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires} \right) + \left( \sum \text{des longueurs des feuilles adultes} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles adultes} \right)$$

#### II.4.2.4- Charge épiphytaire

La charge des feuilles en épiphytes est mesurée. Après les mesures de biométrie, chaque feuille est grattée sur les deux faces, avec une lame de rasoir, pour en retirer l'ensemble des épiphytes. L'ensemble des feuilles et l'ensemble des épiphytes d'un

même faisceau sont mis à sécher séparément à 70°C pendant 48h. Ils sont ensuite pesés avec une précision du milligramme.

Le ratio épiphytes/feuilles par faisceau est calculé de la manière suivante :

$$E/L_{\text{faisceau}} = \text{poids sec des épiphytes} / \text{poids sec des feuilles}$$

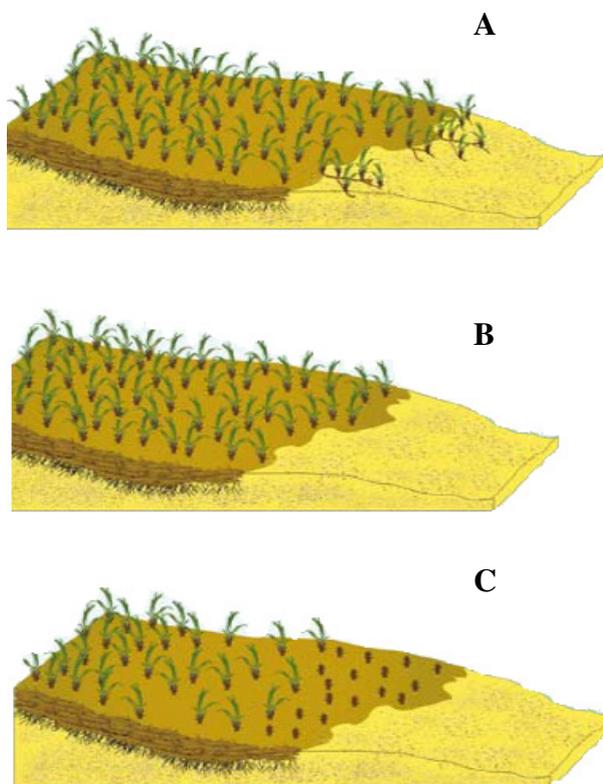


Figure 9. Illustration des différents types de limite inférieure de l'herbier de posidonies : (A) limite progressive, (B) limite franche et (C) limite régressive.

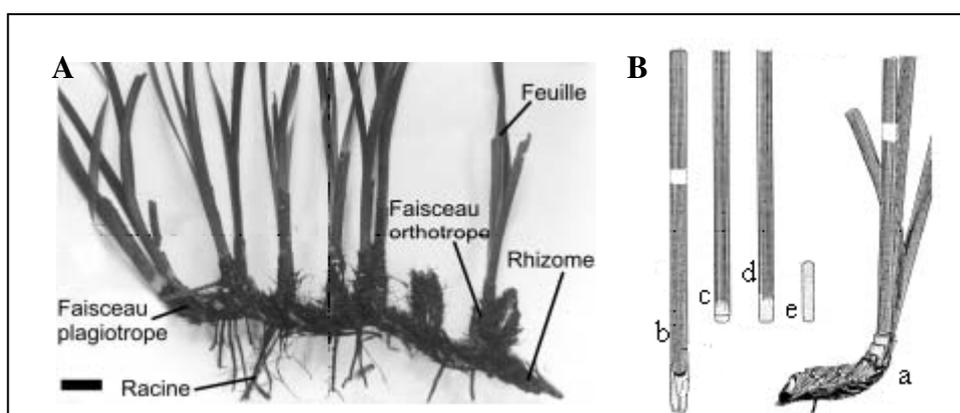


Figure 10. Illustration (A) de rhizome et faisceaux de *Posidonia oceanica* et (B) des différents types de feuilles : (a) faisceau entier, (b) et (c) feuilles adultes, (d) feuille intermédiaire, et (e) feuille juvénile.

Les données présentées dans ce rapport concernent les prélèvements réalisés au printemps 2009 (Chéry *et al.* 2010).

## II.4.3- Classification

### II.4.3.1- Conditions de référence

Pour chacun des 5 paramètres retenus, des conditions de référence sont calculées sur la base de données acquises aux cours de deux campagnes de terrain.

Dans le district "Corse", des valeurs limites ont été définies. Elles correspondent :

- D'une part, aux valeurs de référence correspondant au développement d'herbier exempt de perturbation (classe bleue) ;
- D'autre part, aux valeurs critiques correspondant à un herbier dégradé (classe rouge).

Ces valeurs, établies d'après des résultats de campagne de terrain sont reprises dans le tableau 12.

Tableau 12. Valeurs de référence des 5 paramètres retenus pour le descripteur "Posidonie".

Valeurs limites	Profondeur limite	Densité	Surface foliaire	Charge épiphytaire
Valeur de référence	41	483	546	0
Valeur de la classe rouge	17	0	0	1

### II.4.3.2- Calcul de l'EQR

Le calcul de l'EQR est basé sur une procédure modifiée de l'approche "POMI" (Romero *et al.* 2007). Cette approche est en accord avec les recommandations et instructions de la DCE. Le calcul de l'EQR est basé sur les 5 paramètres définis ci-dessus et retenu pour le BQE posidonie :

$$EQR' = (N_{\text{densité}} + N_{\text{surface foliaire}} + 1/2N(E/L) + N_{\text{limite inférieure}c})/3,5^1$$

Avec :

- ✓  $N_{\text{densité}} = (\text{densité station} - \text{densité de la classe mauvaise}) / (\text{densité de référence} - \text{densité de la classe mauvaise})$  ;
- ✓  $N_{\text{surface foliaire}} = (\text{surface foliaire station} - \text{surface foliaire de la classe mauvaise}) / (\text{surface foliaire de référence} - \text{surface foliaire de la classe mauvaise})$  ;
- ✓  $N(E/L) = 1 - (E/L)$
- ✓  $N_{\text{limite inférieure}c} = \text{limite inférieure corrigée par l'état de la limite} = (\text{limite inférieure station} - \text{limite inférieure de la classe mauvaise}) / (\text{limite inférieure de référence} - \text{limite inférieure de la classe mauvaise})$ .

<sup>1</sup> les paramètres densité, surface foliaire et limite inférieure ayant un coefficient de 1 et la charge en épiphytes de 0,5, la somme des N a été divisée par (1+1+1+0,5)=3,5.

La valeur de la profondeur de la limite inférieure pour chaque station est corrigée en tenant compte de la dynamique de cette limite (régression, stabilité, progression) :

- ✓ Si la limite est franche (stable), alors la profondeur de la limite inférieure corrigée correspond à la profondeur de la limite inférieure mesurée si la limite est franche ;
- ✓ Si la limite est progressive, alors la profondeur de la limite inférieure corrigée correspond à la profondeur de la limite inférieure mesurée + 3 m.
- ✓ Si la limite est régressive, alors la profondeur de la limite inférieure corrigée correspond à la profondeur de la limite inférieure mesurée – 3 m.

Pour obtenir une valeur de l'EQR corrigée par rapport à l'affectation d'une limite de l'EQR comprise entre 0 et 0,1 pour la classe mauvaise, classe caractérisée par l'absence d'herbier, la formule suivante est appliquée :

$$EQR = (EQR' + 0,11)/(1 + 0,10)$$

L'interprétation des valeurs de l'EQR est réalisée d'après la grille de diagnostic suivante (Tableau 13).

Tableau 13. Grille de diagnostic pour l'élément de qualité "Posidonie" pour les masses d'eau côtières.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
EQR Posidonie		0,775		0,550		0,325		0,100	

## II.5- Macroalgues

### II.5.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole

L'état de développement biologique des communautés littorales impose le choix de la période d'acquisition des données. Ainsi, l'ensemble du littoral corse a été cartographié lors d'une campagne au printemps 2010. Pour ce faire, la méthode CARLIT (CARtografia LIToral ; Ballesteros *et al.* 2007) est utilisée. Cette méthode est basée sur la cartographie exhaustive de la distribution et de l'abondance des communautés des étages médio- et infralittoraux supérieurs ainsi que de la géomorphologie de la côte. Elle intègre trois paramètres :

- ✓ Le linéaire côtier rocheux occupé par diverses communautés d'algues et d'invertébrés ;
- ✓ La sensibilité des communautés aux perturbations ;
- ✓ Les caractéristiques géomorphologiques de la côte.

Les communautés rocheuses des étages médio- et infralittoraux (frange supérieure de l'étage infralittoral souvent émergée) sont cartographiées à partir d'une petite embarcation longeant les côtes au plus près.

Un niveau de sensibilité écologique aux perturbations, sur une échelle de 1 (peu sensible) à 20 (très sensible) est donné pour chaque communauté (Tableau 14).

Les communautés ayant les niveaux de sensibilité les plus forts représentent les communautés climax de la zone littorale.

Les populations de *Cystoseira. amentacea* var. *stricta*/*Cystoseira mediterranea* sont divisées en 5 classes :

- ✓ *C. amentacea* var. *stricta*/*C. mediterranea* 5: ceinture continue;
- ✓ *C. amentacea* var. *stricta*/*C. mediterranea* 4: ceinture discontinue;
- ✓ *C. amentacea* var. *stricta*/*C. mediterranea* 3: patchs abondants;
- ✓ *C. amentacea* var. *stricta*/*C. mediterranea* 2: individus abondants;
- ✓ *C. amentacea* var. *stricta*/*C. mediterranea* 1: individus isolés.

## II.5.2- Traitement et analyse des données

Un indice de qualité environnementale (EQ : Environmental Quality) est calculé à partir de ces mesures pour un secteur de côte ou une masse d'eau selon l'équation suivante :

$$EQ = \frac{\sum (l_i \times SL_i)}{\sum l_i}$$

Avec :

$l_i$  : longueur de côte occupée par la communauté  $i$  ;

$SL_i$  : niveau de sensibilité pour la communauté  $i$ .

Un EQR est ensuite obtenu en pondérant le EQ par une valeur de EQ mesurée dans un site de référence pour un type morphologique donné (6 types différents ; tableau 15) :

$$EQR_{\text{masse d'eau } x} = \frac{\sum \frac{EQ_{ssi} \times l_i}{EQ_{rsi}}}{\sum l_i}$$

Avec :

$i$  : situation morphologique de la côte étudiée ;

$EQ_{ssi}$  : EQ dans le site étudié pour la situation  $i$  ;

$EQ_{rsi}$  : EQ dans le site de référence pour la situation  $i$  ;

$l_i$  : longueur de la côte étudiée pour la situation  $i$ .

Tableau 14. Niveau de sensibilité des communautés utilisées dans la méthode CARLIT le long des côtes de la Corse – mai 2010 (d'après Ballesteros *et al.* 2007).

Comunautés ou espèces	Niveau de sensibilité (SL)
<i>Cystoseira mediterranea</i> 5	20
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20
<i>Cystoseira crinita</i>	20
<i>Cystoseira brachycarpa</i> var. <i>balearica</i>	20
Récif barrière de posidonies	20
<i>Zostera noltii</i>	20
Trottoir à Lithophyllum	20
<i>Cymodocea nodosa</i>	20
<i>Cystoseira mediterranea</i> 4	19
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19
<i>Cystoseira mediterranea</i> 3	15
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15
<i>Cystoseira mediterranea</i> 2	12
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12
<i>Cystoseira compressa</i>	12
<i>Cystoseira mediterranea</i> 1	10
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10
<i>Carollina elongata</i>	8
<i>Haliptilon</i>	8
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6
<i>Lithophyllum incrustans</i>	6
Autres algues encroûtantes	6
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>	6
Corallines encroûtantes	6
Algues vertes	3
Cyanobactéries	1

Tableau 15. EQ de référence pour chaque type de morphologie de la côte.

Morphologie de la côte	EQ <sub>réf.</sub>
Blocs naturels	12,2
Côte basse naturelle	16,6
Côte haute naturelle	15,3
Blocs artificiels	12,1
Côte basse artificielle	11,9
Côte haute artificielle	8,0

Les données présentées dans ce rapport sont issues des travaux de Thibaut *et al.* (2010)

### II.5.3- Classification

A partir des valeurs EQR calculées (entre 0 et 1), un statut biologique est déterminé pour chaque masse d'eau (Tableau 16).

Tableau 16. Grille de diagnostic pour l'élément de qualité "Macroalgue" pour les masses d'eau côtières.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
EQR Macroalgue		0,75		0,60		0,40		0,25	

## II.6- Macrophytes

### II.6.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole

Les campagnes de prélèvement se sont déroulées au mois de juin, lors de la période de prolifération maximale, et avant les mortalités estivales (Circulaire DCE 2007/20). La méthode recommandée par la DCE est celle appliquée depuis 2000 dans le cadre du RSL et est fondée sur le recouvrement relatif par les espèces de référence.

Un réseau de stations est établi sur le principe d'un maillage régulier, à raison d'un point tous les 100 ha pour les lagunes de plus de 1000 hectares et d'un point tous les 50 ha pour les lagunes plus petites. Au niveau de chaque station, une surface de 120 m<sup>2</sup> est explorée pour renseigner les métriques de l'indicateur macrophytes.

### II.6.2- Traitement et analyse des données

Les métriques retenues pour l'évaluation de l'élément de qualité macrophyte sont :

- le pourcentage de recouvrement végétal total (RV), qui renseigne sur l'abondance des macrophytes
- le pourcentage de recouvrement relatif par les espèces de référence (RR). *(NB : cette métrique ne peut être utilisée que lorsque le recouvrement total des végétaux de la station est supérieur à 5%).*
- la richesse spécifique (RS).

Les métriques RR et RS renseignent sur la composition des macrophytes.

### II.6.3- Classification

L'EQR concernant la composition (EQRc) est obtenu à partir des métriques RS et RR. L'EQR correspondant à l'abondance (EQRa) est obtenu à partir de la métrique RV. Pour chaque station, l'EQR macrophytes (EQRm) est obtenu à partir d'une combinaison des EQRc et EQRa, ce dernier intervenant en tant que facteur de déclassement dans le cas de faibles recouvrements (RV < 25 %) (Tableau 17). L'EQR de la masse d'eau est la moyenne des EQRm de l'ensemble des stations de cette masse d'eau.

Tableau 17. Grille de diagnostic pour l'élément de qualité "Macrophyte" pour les masses d'eau de transition, à partir de la combinaison de l'indice de composition (EQRc) et l'indice d'abondance (EQRa).

EQRc	EQRa			
	≥ 0,4	[0,2 - 0,4[	]0 - 0,2[	= 0
≥ 0,8	<b>Très bon</b>	<b>Bon</b>	<b>Moyen</b>	<b>Mauvais</b>
[0,6 - 0,8[	<b>Bon</b>	<b>Moyen</b>	<b>Médiocre</b>	<b>Mauvais</b>
[0,4 - 0,6[	<b>Moyen</b>	<b>Médiocre</b>	<b>Mauvais</b>	<b>Mauvais</b>
[0,2 - 0,4[	<b>Médiocre</b>	<b>Mauvais</b>	<b>Mauvais</b>	<b>Mauvais</b>
< 0,2	<b>Mauvais</b>	<b>Mauvais</b>	<b>Mauvais</b>	<b>Mauvais</b>

## II.7- Macrofaune benthique de substrat meuble

### II.7.1- Localisation des sites de prélèvements et protocole

#### ↳ Eaux côtières

Le suivi de la macrofaune benthique porte sur l'ensemble des masses d'eau côtières retenues pour les contrôles de surveillance et opérationnel. Ainsi 13 stations réparties sur l'ensemble du pourtour insulaire ont été échantillonnées

Le sédiment est prélevé à l'aide d'une benne Van Veen en acier inoxydable (surface prélevée de 0,1 m<sup>2</sup>). Cinq prélèvements sont réalisés pour chaque station, soit une surface totale échantillonnée de 0,5 m<sup>2</sup>. Après un premier tamisage sur place (maille 1 mm), le refus du tamis est conditionné dans un sac plastique dans lequel est ajouté un mélange de formaldéhyde en solution aqueuse à 5% dilué dans de l'eau de mer et de Rose de Bengale.

Parallèlement, un échantillon de sédiment est prélevé dans des conditions similaires pour chacune des stations, afin de procéder aux analyses de répartition granulométrique et de teneur des sédiments en matière organique et nutriments.

#### ↳ Eaux de transition

Le suivi de la macrofaune benthique porte sur l'ensemble des masses d'eau de transition retenues, soit quatre lagunes répartie sur la façade est de l'île.

Pour chaque masse d'eau de transition, trois sous-stations sont réalisées, espacées d'environ une dizaine de mètres pour une meilleure représentativité de la zone prospectée. Chaque sous-station se compose de quatre répliquats, séparés de quelques mètres l'un de l'autre. Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'une benne Eckmann-Birge d'une surface de 0,0225 m<sup>2</sup>. Chaque répliquat correspond à une benne. Ainsi, la surface totale échantillonnée est de 0,27 m<sup>2</sup> par station.

Les échantillons prélevés sont ensuite tamisés sur un tamis de vide de maille de 1 mm. Le refus du tamis contenant la faune benthique mélangée à des particules grossières, des débris coquilliers et autres fragments, est conditionné dans des sacs de congélation avec une solution aqueuse de formaldéhyde (32% dilué à environ 7% avec de l'eau des lagunes) et une pincée de Rose de Bengale.

En parallèle, et pour chaque station, un prélèvement complémentaire de sédiment est réalisé dans les mêmes conditions pour l'analyse de la qualité du substrat et de la structure des fonds.

## II.7.2- Traitement et analyse des données

### ↳ Eaux côtières

Les échantillons faunistiques sont dénombrés et déterminés sous la loupe binoculaire jusqu'au niveau spécifique. Pour chaque espèce sont calculées l'abondance et la biomasse. Pour chaque échantillon sont déterminées :

- ✓ La richesse spécifique : le nombre d'espèces différentes présentes dans l'échantillon ;
- ✓ La densité : le nombre d'individus sur une surface donnée ;
- ✓ La biomasse : le poids en matière sèche prélevé par groupe trophique et embranchement.

A partir de ces données, il est possible de calculer plusieurs indices. Ainsi, l'équilibre écologique du peuplement est apprécié par le calcul de l'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), à savoir un indice de diversité qui prend en compte à la fois la richesse spécifique ( $S$ ) et l'abondance relative de chaque espèce.

De plus, une approche fonctionnelle sur la polluo-sensibilité des espèces (AMBI). Les méthodes de calcul des différents indices sont détaillées et reportées en annexe (Annexe 7).

Enfin, à partir de ces différents indices, un autre indice est calculé : le M-AMBI, dérivé, par analyse factorielle, de l'AMBI, de la richesse spécifique  $S$  et de l'indice de diversité  $H'$  (Muxika *et al.* 2007). Pour le calculer, une station théorique de référence de très bon état est générée, combinant les meilleurs résultats des trois indices. Cette station correspond à la meilleure qualité biologique théorique possible du jeu de données traité. De même, une station théorique de la plus mauvaise qualité possible est établie avec l'AMBI minimal observé et des valeurs de richesse et de diversité nulles.

Les données présentées dans ce rapport concernent les prélèvements réalisés aux cours de printemps 2009 (Pelaprat *et al.* 2010a).

## ↳ Eaux de transition

Les méthodes indicatrices actuellement disponibles ont principalement été créées pour les masses d'eau côtières et ne sont pas ou peu adaptées aux masses d'eau de transition. Ainsi une méthode indicatrice spécifique a été mise au point plus spécifiquement pour les lagunes méditerranéennes, avec le développement d'un indice : MISS-TW (*Macrobenthic Index for Sheltered Systems-Transitional Water* ; Gouillieux *et al.* 2010 ; Annexe 7).

Trois typologies d'habitats sont identifiées à partir de l'analyse des peuplements benthiques lagunaires. Ces typologies correspondent aux domaines halins des lagunes et sont repris dans le tableau 18.

Tableau 18. Domaines de salinité définis pour les masses d'eau de transition.

Intervalle de salinité	Domaine
0,5 à 5 ‰	Oligohalin
5 à 18 ‰	Mésohalin
18 à 30 ‰	Polyhalin
> 30 ‰	Euryhalin

Pour chaque station de référence, un ensemble de métriques a été calculé (Annexe 7). Pour chaque métrique, l'état de référence correspond à l'intervalle défini entre les percentiles 5 et 95%. Cet intervalle représente un état "acceptable" pour la métrique considérée et reflète la variabilité naturelle de cette métrique. Une méthode de "scoring" est appliquée afin d'apprécier l'état biologique de site au vue titre de la DCE. Les données présentées dans ce rapport concernent les prélèvements réalisés aux cours du printemps 2009 (Pelaprat *et al.* 2010b).

## II.7.4- Classification

### ↳ Qualité des sédiments (paramètres d'appui)

Concernant la granulométrie, et en particulier le taux de fraction fine, c'est à dire de particules inférieures à 63 µm, cette dernière permet de déterminer le type de sédiment. Le tableau suivant indique donc le type de sédiment rencontré selon les classes de fraction fine, d'après la classification d'Ibouily (1981).

Tableau 19. Classification du sédiment (Ibouily, 1981).

Fraction fine	Type de sédiment
< 10 %	Sables purs
10 à 20 %	Sables peu envasés
20 à 40 %	Sables moyennement envasés
40 à 60 %	Sédiment très envasé à dominance de sables
60 à 80 %	Sédiment très envasé à dominance de vases
80 à 100 %	Vases pures

### ↳ Qualité de la macrofaune benthique

#### ❖ Eaux côtières

Une distinction est faite entre les stations situées à l'Ouest du Rhône, et soumises aux effluents du fleuve et les stations à l'Est du Rhône et en Corse, qui ne le sont pas. Les caractéristiques écologiques de ces deux groupes sont très différentes et sont donc traités séparément : pour le calcul du M-AMBI, les valeurs de référence choisies sont les meilleures valeurs de chaque paramètre et pour chaque habitat. Les limites de classes utilisées sont celles de la Slovénie, intercalibrées (Tableau 20).

Tableau 20. Grille de diagnostic pour l'élément de qualité "Macrofaune benthique de substrat meuble" pour les masses d'eau côtières.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
M-AMBI*		0,83		0,62		0,41		0,2	

\*Valeurs-seuils slovènes, intercalibrées

#### ❖ Eaux de transition

Pour chaque métrique, une note de 1 est attribuée si on se trouve dans l'intervalle de référence et une note de 0 si on est à l'extérieur de cet intervalle. La note finale de l'indice MISS-TW est la moyenne des notes obtenues pour chaque métrique. L'état biologique de l'élément de qualité macrofaune benthique de substrat meuble pour les masses d'eau côtières est alors apprécié selon la grille de diagnostic présentée dans le tableau 21.

Tableau 21. Grille de diagnostic pour l'élément de qualité "Macrofaune benthique de substrat meuble" pour les masses d'eau de transition.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
MISS-TW		0,8		0,6		0,4		0,2	

### III- RESULTATS

#### III.1- Représentation cartographique de l'état des masses d'eau

L'ensemble des résultats bruts est regroupé dans les annexes 8 à 15, descripteur par descripteur, aussi bien chimique que biologique.

Les résultats présentés ci-après portent sur la synthèse de ces descripteurs masse d'eau par masse d'eau, permettant d'évaluer son bon état ou non, au titre de la DCE (Tableaux 22 à 61 pour les masses d'eau côtières et tableaux 62 à 73 pour les masses d'eau de transition). A ce titre, seuls les composés de l'état chimique dépassant les NQE sont présentés.

Dépendamment du type de contrôle appliqué pour une masse d'eau donnée (surveillance et/ou opérationnel), le nombre d'éléments de qualité diffère.

La classification officielle de l'état des masses d'eau du district se fera par le Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE), sous la responsabilité technique de l'ONEMA.

#### III.1- Evaluation du statut DCE des masses d'eau côtières

##### III.1.1- Pointe Palazzu – Sud Nonza (FREC01ab)

Tableau 22. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau ( $O_2$  dissous ; P10,  $mg.L^{-1}$ ) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90  $\mu g.L^{-1}$ ) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC01ab.

$O_2$ dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009
6,9		0,42	1,000		1,34	1,000		1,000	

Tableau 23. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC01ab.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,736				0,81	

Tableau 24. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC01ab au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>		[Bar chart: 100% Très bon]				
<i>Biologie</i>	Phytoplancton	[Bar chart: 100% Très bon]				
	Posidonie	[Bar chart: 100% Très bon]				
	Benthos	[Bar chart: 100% Bon]				
<i>Chimie</i>		[Bar chart: 100% Bon]				
Biote		[Bar chart: 100% Très bon]				
Eau		[Bar chart: 100% Très bon]				
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>		[Bar chart: 100% Bon]				

### III.1.2- Golfe de Saint-Florent (FREC01c)

Tableau 25. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O<sub>2</sub> dissous ; P10, mg.L<sup>-1</sup>) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 µg.L<sup>-1</sup>) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC01c.

O <sub>2</sub> dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQRφ	Etat phytoplancton 2004-2009
6,58		0,18	1,000		0,00	1,000		1,000	

Tableau 26. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC01c.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,503		0,58		0,72	

Tableau 27. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC01c au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Posidonie					
	Macroalgue					
	Benthos					
<i>Chimie</i>						
	Biote					
	Eau					
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.1.3- Canari (FREC01d)

Tableau 28. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O<sub>2</sub> dissous ; P10, mg.L<sup>-1</sup>) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 µg.L<sup>-1</sup>) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC01d.

O <sub>2</sub> dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQRφ	Etat phytoplancton 2004-2009
6,58		0,18	1,000		0,00	1,000		1,000	

Tableau 29. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC01d.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,617		0,84		0,69	

Tableau 30. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC01d au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>		[Barre bleue]				
<i>Biologie</i>	Phytoplancton	[Barre bleue]				
	Posidonie		[Barre verte]			
	Macroalgue		[Barre verte]			
	Benthos		[Barre verte]			
<i>Chimie</i>		[Barre bleue]				[Barre rouge]
	Biote	[Barre bleue]				
	Eau	[Barre bleue]				
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>		[Barre verte]				

## III.1.4- Cap Corse Est (FREC02ab)

Tableau 31. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O<sub>2</sub> dissous ; P10, mg.L<sup>-1</sup>) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 µg.L<sup>-1</sup>) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC02ab.

O <sub>2</sub> dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQRφ	Etat phytoplancton 2004-2009
6,8	[Barre bleue]	0,31	1,000	[Barre bleue]	0,00	1,000	[Barre bleue]	1,000	[Barre bleue]

Tableau 32. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC2ab.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,748	[Barre verte]	0,61	[Barre verte]	0,99	[Barre bleue]

Tableau 33. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC02ab au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>		[Barre bleue]				
<i>Biologie</i>	Phytoplancton	[Barre bleue]				
	Posidonie		[Barre verte]			
	Macroalgue		[Barre verte]			
	Benthos		[Barre verte]			
<i>Chimie</i>		[Barre bleue]				[Barre rouge]
	Biote	[Barre bleue]				
	Eau	[Barre bleue]				
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>		[Barre verte]				

### III.1.5- Littoral bastiais (FREC02c)

Tableau 34. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau ( $O_2$  dissous ; P10,  $mg.L^{-1}$ ) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90  $\mu g.L^{-1}$ ) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC02c.

$O_2$ dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009
6,8		0,42	1,000		6,90	1,000		1,000	

Tableau 35. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC2c.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,597				0,78	

Tableau 36. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC02c au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Posidonie					
	Benthos					
<i>Chimie</i>						
	Biote					
	Eau					
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.1.6- Plaine orientale (FREC02d)

Tableau 37. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau ( $O_2$  dissous ; P10,  $mg.L^{-1}$ ) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90  $\mu g.L^{-1}$ ) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC02d.

$O_2$ dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009
7,37		0,49	1,000		6,90	1,000		1,000	

Tableau 38. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC2d.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,727				0,93	

Tableau 39. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC02d au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Posidonie					
	Benthos					
<i>Chimie</i>						
Biote						
Eau						
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

## III.1.7- Golfe de Porto-Vecchio (FREC03b)

Tableau 40. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O<sub>2</sub> dissous ; P10, mg.L<sup>-1</sup>) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 µg.L<sup>-1</sup>) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC03b.

O <sub>2</sub> dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQR <sub>b</sub>	Etat biomasse	Abondance	EQR <sub>a</sub>	Etat abondance	EQR <sub>φ</sub>	Etat phytoplancton 2004-2009
6,76		0,41	1,000		11,00	1,000		1,000	

Tableau 41. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC3b.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,665		0,42		0,64	

Tableau 42. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC03b au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Posidonie					
	Macroalgue					
	Benthos					
<i>Chimie</i>						
Biote						
Eau						
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.1.8- Golfe de Sant'Amanza (FREC03c)

Tableau 43. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau ( $O_2$  dissous ; P10,  $mg.L^{-1}$ ) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90  $\mu g.L^{-1}$ ) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC03c.

$O_2$ dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009
6,16		0,40	1,000		0,00	1,000		1,000	

Tableau 44. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC3c.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,525		0,94		0,85	

Tableau 45. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC03c au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Posidonie					
	Macroalgue					
	Benthos					
<i>Chimie</i>						
	Biote					
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.1.9- Littoral S.E. de la Corse (FREC03ad)

Tableau 46. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau ( $O_2$  dissous ; P10,  $mg.L^{-1}$ ) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90  $\mu g.L^{-1}$ ) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC03ad.

$O_2$ dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009
6,98		0,28	1,000		2,70	1,000		1,000	

Tableau 47. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC3ad.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,749				0,85	

Tableau 48. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC03ad au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>		[Bar chart: 100% Très bon]				
<i>Biologie</i>	Phytoplancton	[Bar chart: 100% Très bon]				
	Posidonie	[Bar chart: 25% Bon]				
	Benthos	[Bar chart: 100% Très bon]				
<i>Chimie</i>		[Bar chart: 75% Bon]				[Bar chart: 25% Mauvais]
	Biote	[Bar chart: 100% Très bon]				
	Eau	[Bar chart: 100% Très bon]				
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>		[Bar chart: 100% Bon]				

## III.1.10- Goulet de Bonifacio (FREC03f)

Tableau 49. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau ( $O_2$  dissous ; P10,  $mg.L^{-1}$ ) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90  $\mu g.L^{-1}$ ) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC03f.

$O_2$ dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009
6.6	[Bar chart: 100% Très bon]	0,83	0,723	[Bar chart: 100% Bon]	0,00	1,000	[Bar chart: 100% Très bon]	0,861	[Bar chart: 100% Très bon]

Tableau 50. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC03f.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,568	[Bar chart: 100% Bon]	0,6	[Bar chart: 50% Moyen]	0,70	[Bar chart: 100% Bon]

Tableau 51. Résultats pour l'élément de qualité "Chimie dans le biote" (en concentrations équivalentes dans l'eau ;  $\mu g.L^{-1}$ ) : composé pour lequel la NQE est dépassée pour la masse d'eau FREC03f

		Endosulfan ( $\mu g.L^{-1}$ )	Tributylétain ( $\mu g.L^{-1}$ )
log $K_{ow}$		4,74	3,54
BCF		600	11400
NQE ( $\mu g.L^{-1}$ )		0,0005	0,0002
FREC03f	Goulet de Bonifacio	0,008415	0,002096

Tableau 52. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC03f au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>		[Barre bleue]				
<i>Biologie</i>	Phytoplancton	[Barre bleue]				
	Posidonie		[Barre verte]			
	Macroalgue			[Barre jaune]		
	Benthos		[Barre verte]			
<i>Chimie</i>		[Barre bleue]				Mauvais
	Biote					TBT/Endo
	Eau	[Barre bleue]				
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>		[Barre rouge]				

## III.1.11- Littoral S.O. de la Corse (FREC03eg)

Tableau 53. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O<sub>2</sub> dissous ; P10, mg.L<sup>-1</sup>) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 µg.L<sup>-1</sup>) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC03eg.

O <sub>2</sub> dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQR <sub>b</sub>	Etat biomasse	Abondance	EQR <sub>a</sub>	Etat abondance	EQR <sub>φ</sub>	Etat phytoplancton 2004-2009
6,52	[Barre bleue]	0,28	1,000	[Barre bleue]	0,00	1,000	[Barre bleue]	1,000	[Barre bleue]

Tableau 54. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC3eg.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,767	[Barre verte]	0,94	[Barre bleue]	0,77	[Barre verte]

Tableau 55. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC03eg au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>		[Barre bleue]				
<i>Biologie</i>	Phytoplancton	[Barre bleue]				
	Posidonie		[Barre verte]			
	Macroalgue	[Barre bleue]				
	Benthos		[Barre verte]			
<i>Chimie</i>		[Barre bleue]				Mauvais
	Biote	[Barre bleue]				
	Eau	[Barre bleue]				
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>		[Barre verte]				

### III.1.12- Golfe d'Ajaccio (FREC04b)

Tableau 56. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O<sub>2</sub> dissous ; P10, mg.L<sup>-1</sup>) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 µg.L<sup>-1</sup>) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC04b.

O <sub>2</sub> dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQRφ	Etat phytoplancton 2004-2009
7,99		0,66	0,909		10,00	1,000		0,955	

Tableau 57. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC04b.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,543		0,88		0,72	

Tableau 58. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC04b au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>		[Bar chart showing 'Très bon' status]				
<i>Biologie</i>	Phytoplancton	[Bar chart showing 'Très bon' status]				
	Posidonie	[Bar chart showing 'Moyen' status]				
	Macroalgue	[Bar chart showing 'Très bon' status]				
	Benthos	[Bar chart showing 'Bon' status]				
<i>Chimie</i>		[Bar chart showing 'Bon' status]				[Bar chart showing 'Mauvais' status]
Biote		[Bar chart showing 'Très bon' status]				
Eau		[Bar chart showing 'Très bon' status]				
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>		[Bar chart showing 'Moyen' status]				

### III.1.13- Pointe Senetosa – Pointe Palazzu (FREC04ac)

Tableau 59. Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O<sub>2</sub> dissous ; P10, mg.L<sup>-1</sup>) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 µg.L<sup>-1</sup>) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FREC04ac.

O <sub>2</sub> dissous	Etat colonne d'eau	Chl <i>a</i>	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQRφ	Etat phytoplancton 2004-2009
7,92		0,34	1,000		0,00	1,000		1,000	

Tableau 60. Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FREC4ac.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,788				0,74	

Tableau 61. Bilan de l'état de la masse d'eau FREC04ac au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Posidonie					
	Benthos					
<i>Chimie</i>						
Biote						
Eau						
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.2- Evaluation du statut DCE des masses d'eau de transition

#### III.2.1- Etang de Biguglia (FRET01)

Tableau 62. Grille estivale de diagnostic de la colonne d'eau de l'étang de Biguglia.

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
$ \Delta \% O_2 SAT $	20	30	40	50	65,5
TUR (NTU)	5	10	17,3	25	40
$PO_4^{3-}$ ( $\mu M$ )	0,3	0,62	1	1,5	4
NID ( $\mu M$ )	2	6	8,59	10	20
$NO_2^-$ ( $\mu M$ )	0,3	0,5	0,57	0,75	1
$NO_3^-$ ( $\mu M$ )	1	3	4,88	5	10
$NH_4^+$ ( $\mu M$ )	1	3	5	6,07	10
NT ( $\mu M$ )	50	75	86,76	100	120
PT ( $\mu M$ )	0,75	1,5	2,4	2,5	4,5

Etat de la colonne d'eau

Tableau 63. Classification de l'état des éléments de qualité "Phytoplancton", "Macrophyte" et "Macrofaune benthique de substrat meuble" de l'étang de Biguglia.

EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009	EQR Macrophyte	Etat Macrophyte	MISS-TW	Etat Macrofaune
0,06		0,15		0,86	

Tableau 64. Bilan de l'état de l'étang de Biguglia au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Macrophyte					
	Benthos					
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.2.2- Etang de Diane (FRET02)

Tableau 65. Grille estivale de diagnostic de la colonne d'eau de l'étang de Diane.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
$\Delta \% O_2 SAT$		20	24	30		40		50	
TUR (NTU)	2,8	5		10		25		40	
$PO_4^{3-}$ ( $\mu M$ )	0,19	0,3		1		1,5		4	
NID ( $\mu M$ )	0,29	2		6		10		20	
$NO_2^-$ ( $\mu M$ )	0,09	0,3		0,5		0,75		1	
$NO_3^-$ ( $\mu M$ )	0,13	1		3		5		10	
$NH_4^+$ ( $\mu M$ )	0,08	1		3		5		10	
NT ( $\mu M$ )	16,52	50		75		100		120	
PT ( $\mu M$ )		0,75	1,37	1,5		2,5		4,5	

Etat de la colonne d'eau

Tableau 66. Classification de l'état des éléments de qualité "Phytoplancton", "Macrophyte" et "Macrofaune benthique de substrat meuble" de l'étang de Diane.

EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009	EQR Macrophyte	Etat Macrophyte	MISS-TW	Etat Macrofaune
0,48		0,34		0,86	

Tableau 67. Bilan de l'état de l'étang de Diane au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Macrophyte					
	Benthos					
<i>Chimie</i>						
	Biote					
	Eau					
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.2.3- Etang d'Urbino (FRET03)

Tableau 68. Grille estivale de diagnostic de la colonne d'eau de l'étang d'Urbino.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
$\Delta \% O_2 SAT$		20		30		40		50	86,6
TUR (NTU)	2,3	5		10		25		40	
$PO_4^{3-}$ ( $\mu M$ )	0,13	0,3		1		1,5		4	
NID ( $\mu M$ )		2	4,02	6		10		20	
$NO_2^-$ ( $\mu M$ )	0,1	0,3		0,5		0,75		1	
$NO_3^-$ ( $\mu M$ )		1		3	3,93	5		10	
$NH_4^+$ ( $\mu M$ )	0	1		3		5		10	
NT ( $\mu M$ )	23,94	50		75		100		120	
PT ( $\mu M$ )		0,75	0,91	1,5		2,5		4,5	

Etat de la colonne d'eau

Tableau 69. Classification de l'état des éléments de qualité "Phytoplancton", "Macrophyte" et "Macrofaune benthique de substrat meuble" de l'étang d'Urbino.

EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009	EQR Macrophyte	Etat Macrophyte	MISS-TW	Etat Macrofaune
0,53		0,30		1,00	

Tableau 70. Bilan de l'état de l'étang d'Urbino au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Macrophyte					
	Benthos					
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

### III.2.4- Etang de Palo (FRET04)

Tableau 71. Grille estivale de diagnostic de la colonne d'eau de l'étang de Palo.

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
$\Delta$ % O <sub>2</sub> SAT	20	30	40	50	100
TUR (NTU)	5	6,5	10	25	40
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)	0,3	0,41	1	1,5	4
NID (μM)	2	3,25	6	10	20
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)	0,09	0,3	0,5	0,75	1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)	0,05	1	3	5	10
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)	1	3	3,17	5	10
NT (μM)	50	71,71	75	100	120
PT (μM)	0,75	1,5	2,19	2,5	4,5

Etat de la colonne d'eau Moyen

Tableau 72. Classification de l'état des éléments de qualité "Phytoplancton", "Macrophyte" et "Macrofaune benthique de substrat meuble" de l'étang de Palo.

EQR $\phi$	Etat phytoplancton 2004-2009	EQR Macrophyte	Etat Macrophyte	MISS-TW	Etat Macrofaune
0,18		0,79		0,85	

Tableau 73. Bilan de l'état de l'étang de Palo au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<i>Hydrologie</i>						
<i>Biologie</i>	Phytoplancton					
	Macrophyte					
	Benthos					
<b>ETAT DE LA MASSE D'EAU</b>						

## IV- Synthèse cartographique

Le tableau suivant présente le bilan de l'état des masses d'eau du district "Corse". Deux représentations cartographiques synthétisent l'évaluation de l'état chimique et de l'état biologique des eaux côtières et de transition sur la façade concernée (Fig. 11 & 12).

Le bon état écologique de ces masses d'eau est alors défini comme étant le moins bon de ces deux états, avec identification du ou des paramètres (s) déclassant, tel que présenté dans la figure 13.

Tableau 74. Bilan de l'état des masses d'eau du district "Corse" au titre de la DCE et d'après les résultats de la campagne 2009.

Code	Nom masse d'eau	Etat au titre de la campagne DCE-09		
		Chimique	Ecologique	Global
FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza			
FREC01c	Golfe de Saint-Florent			
FREC01d	Canari			
FREC02ab	Cap Corse Est			
FREC02c	Littoral bastiais			
FREC02d	Plaine orientale			
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio			
FREC03c	Golfe de Sant'Amanza			
FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse			
FREC03f	Goulet de Bonifacio			
FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse			
FREC04b	Golfe d'Ajaccio			
FREC04ac	Pointe Senetosa - Pointe Palazzu			
FRET01	Etang de Biguglia			
FRET02	Etang de Diane			
FRET03	Etang d'Urbino			
FRET04	Etang de Palo			

**Etat chimique:**  Inconnu (non prospecté)  Bon  Mauvais  
**Etat biologique:**  Inconnu (non prospecté)  Très bon  Bon  Moyen  Médiocre  Mauvais

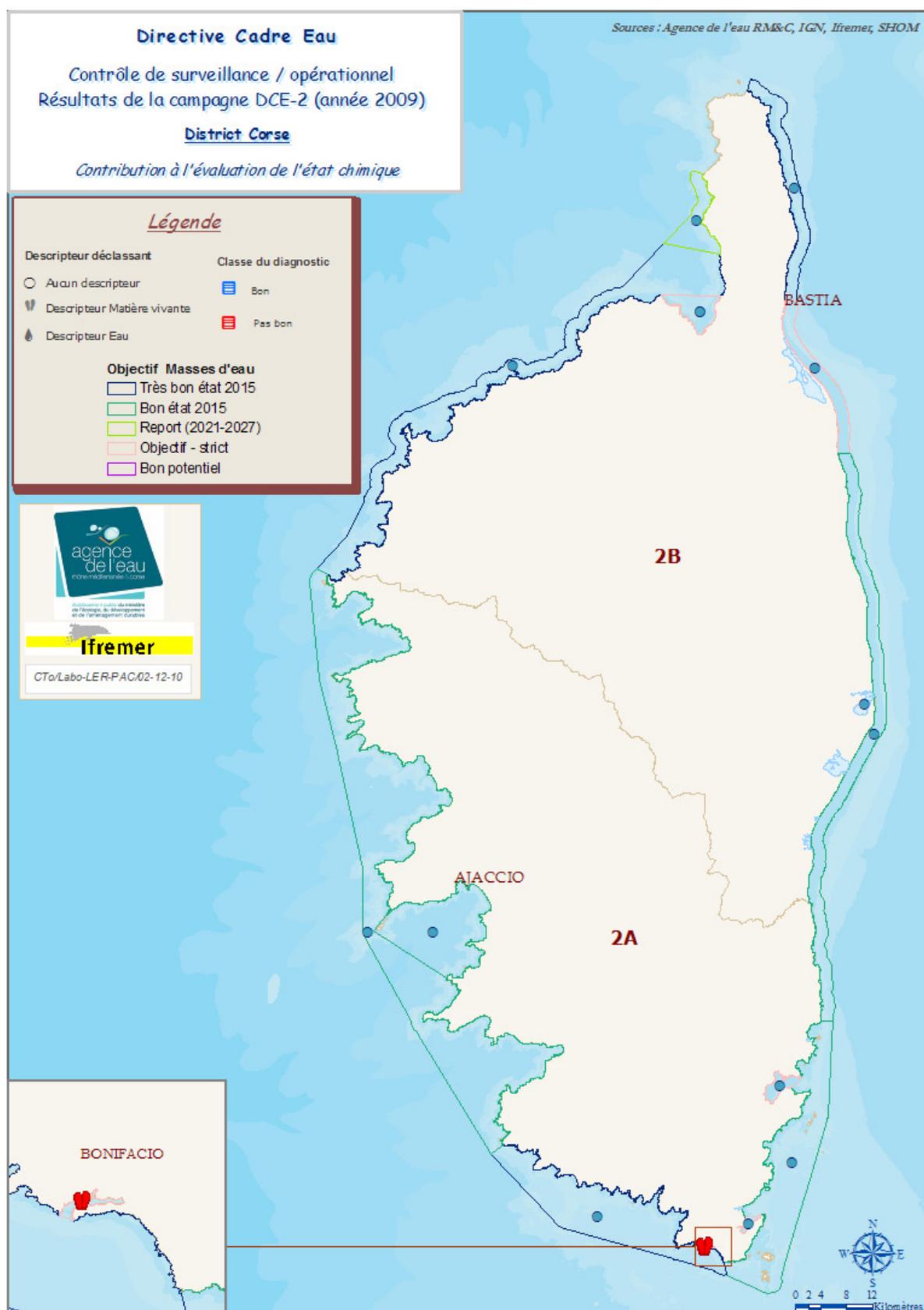


Figure 11. Evaluation de l'état chimique reprenant à l'échelle de la façade du district les respect global ou non des NQE selon le code couleur bimodal bleu (bon état) ou rouge (mauvais état).

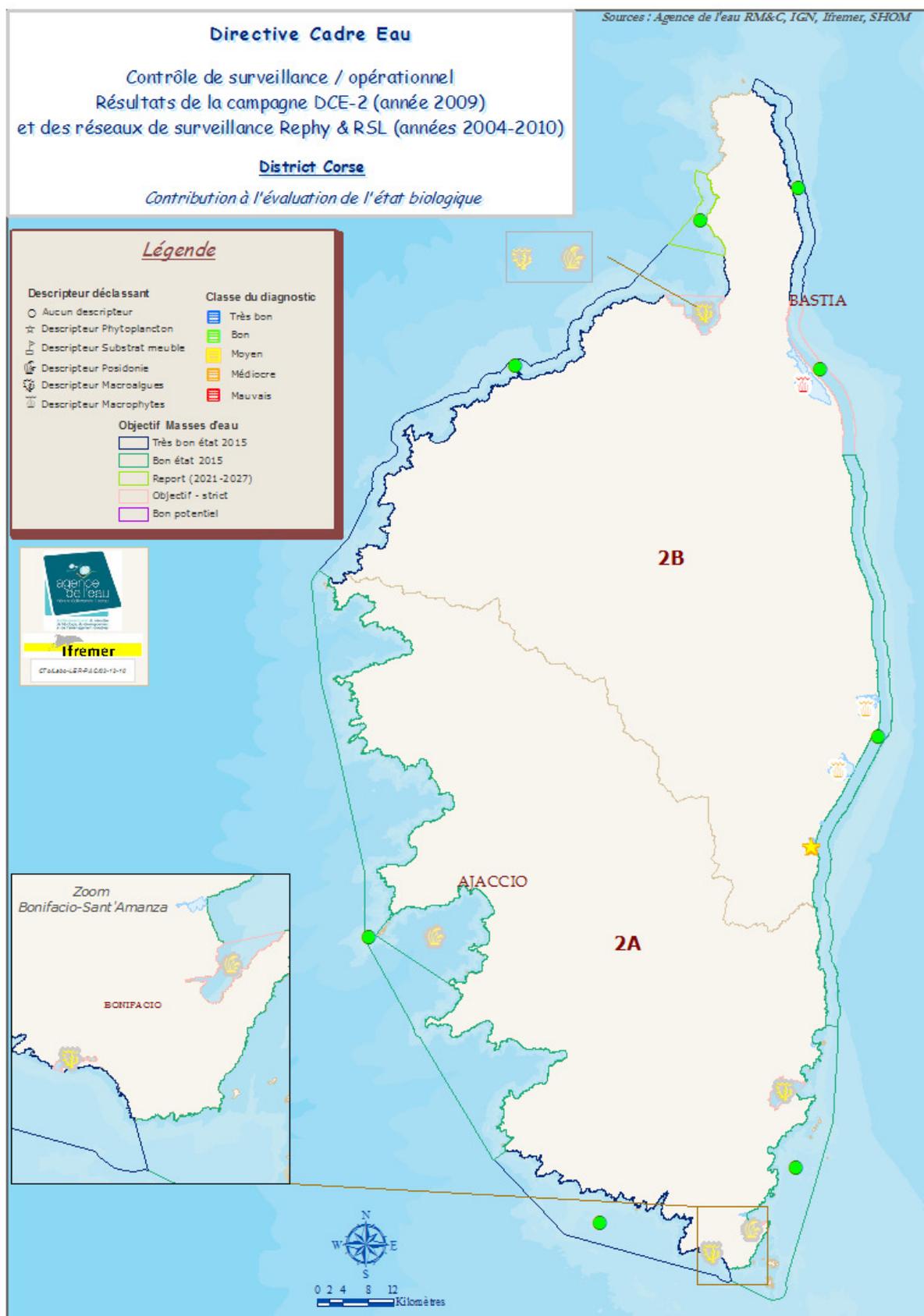


Figure 12. Evaluation de l'état biologique reprenant à l'échelle de la façade du district l'élément ou les éléments "responsable(s)" du déclassement de masses d'eau concernées.

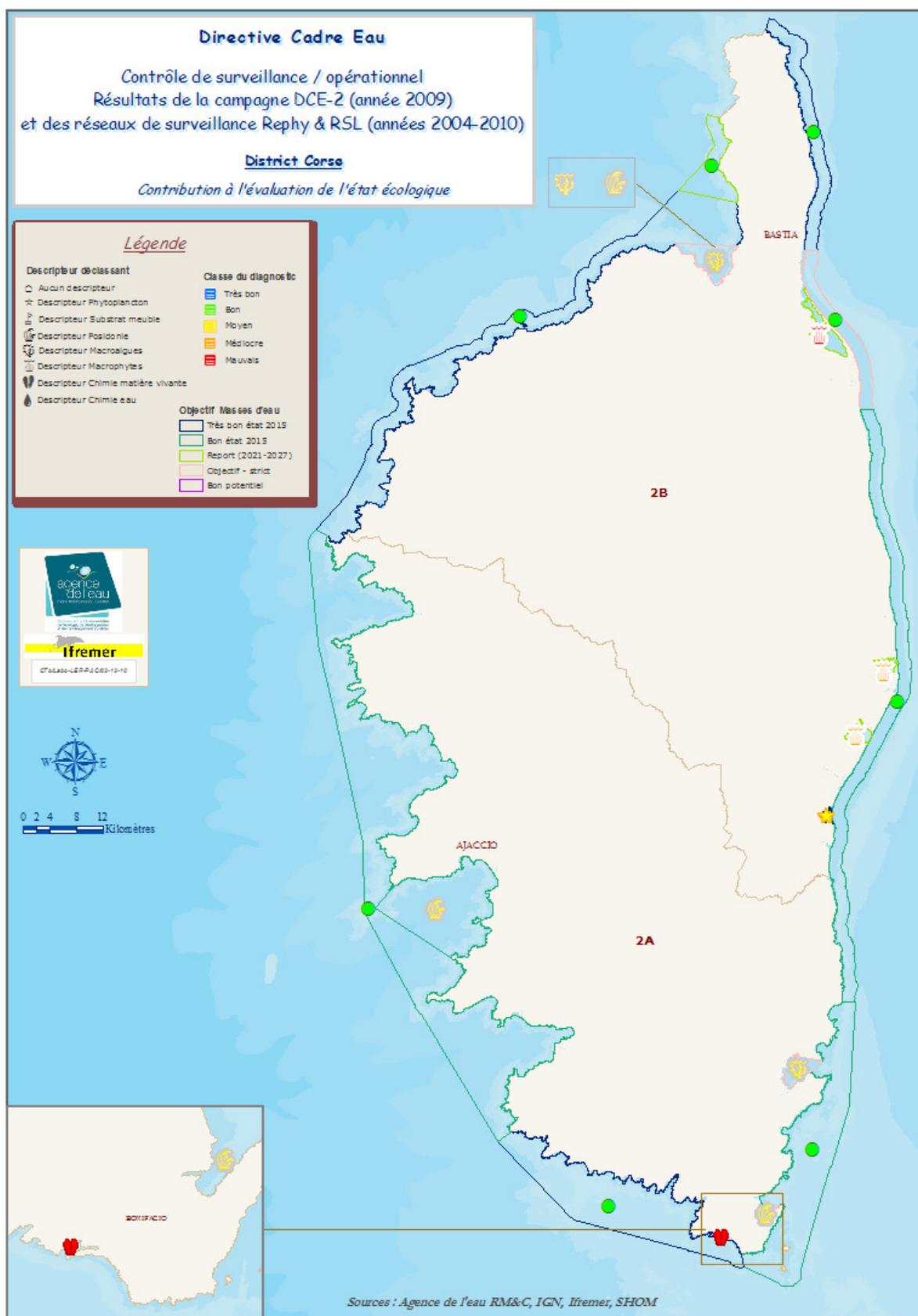


Figure 13. Evaluation de l'état écologique reprenant à l'échelle de la façade du district l'élément ou les éléments "responsable(s)" du déclassement de masses d'eau concernées.

## V- Conclusions

L'évaluation de la qualité des masses d'eau, au titre de la DCE, a été lancée sur la façade méditerranéenne depuis 2006, avec le premier contrôle de surveillance. Ce suivi pluridisciplinaire s'est enrichi du premier contrôle opérationnel lors de la campagne 2009. Cette campagne a permis d'associer un grand nombre de partenaires (Universités, services de l'Etat, bureaux d'études, structures locales de gestion) pour renseigner l'ensemble des indicateurs retenus. Pour ce faire, le réseau de surveillance a été élaboré en s'appuyant sur la logistique du réseau RINBIO et l'appui du N/O EUROPE, en y associant la mesure de paramètres hydrologiques et biologiques tel que précédemment réalisé lors de la campagne DCE-1 de 2006. En eaux de transition (lagunes), la campagne s'est appuyée sur la structure du Réseau de Suivi Lagunaire.

Ainsi, la synthèse des résultats sur l'état des masses d'eau côtières a été mise à jour et enrichi des nouvelles données relatives aux macroalgues. Ce nouvel élément de qualité décline trois masses d'eau en état moyen. Ce résultat traduit le taux d'artificialisation de ces masses d'eau caractérisées par la dominance d'espèces indicatrices de perturbations écologiques.

La qualité de l'herbier de posidonie décline également certaines masses d'eau.

Concernant les masses d'eau de transition, leur qualité biologique est très hétérogène selon les paramètres. Néanmoins, l'élément de qualité macrophytes est l'élément dominant qui décline une grande partie de ces masses d'eau et qui leur confère un mauvais état au titre de la DCE.

En parallèle, pour compléter les éléments de caractérisation de l'état biologique, les niveaux de contamination chimique ont été renseignés grâce à la mise en œuvre de stations artificielles de moules. Seule une masse d'eau présente un état chimique mauvais, en raison de la détection de l'endosulfan et du TBT.

Par ailleurs, cette deuxième campagne s'est enrichie d'un suivi de la contamination chimique élargi aux composés organiques hydrophiles et aux métaux directement dans la colonne d'eau. En effet, l'utilisation des échantillonneurs passifs DGT et POCIS a contribué à la caractérisation chimique de ces masses d'eau. Aucune d'entre elles ne présentent de concentrations supérieures aux NQE.

Cette caractérisation de la présence, ou absence, de substances prioritaires dans la colonne d'eau sera complétée pour les composés organiques hydrophobes grâce à l'application des échantillonneurs SBSE sur l'ensemble des masses d'eau du district.

L'année 2011 sera essentiellement consacrée à un retour d'expérience sur cet exercice, pour préparer avant la fin de l'année la campagne 2012 qui clôturera le premier plan de gestion du district.

## VI- ANNEXES

## SOMMAIRE DES ANNEXES

<b>Annexe 1 :</b>	Liste et codification des masses d'eau côtières et de transition du district "Corse".	65
<b>Annexe 2 :</b>	Les 33 substances prioritaires de l'annexe X et les 8 substances de l'annexe IX de la DCE, et valeurs de leurs NQEs associées (issues de l'arrêté du 25 janvier 2010).	66
<b>Annexe 3 :</b>	Fréquence de suivi des contrôles pour les masses d'eau de Méditerranée en fonction des paramètres de qualité et des types de masses d'eau (Circulaire DCE 2007/20).	67
<b>Annexe 4 :</b>	Calcul du percentile 10 pour la métrique concentration en oxygène dissous	68
<b>Annexe 5 :</b>	Gamme de variation des concentrations en azote inorganique dissous ([NID] = $[\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-]$ ) mesurées entre janvier et décembre 2009.	69
<b>Annexe 6 :</b>	Calcul du percentile 90 pour la métrique concentration en chlorophylle <i>a</i> .	70
<b>Annexe 7 :</b>	Méthodes de calcul des différents indices utiles à la caractérisation de l'état biologique du descripteur "Macrofaune benthique de substrat meuble".	71
<b>Annexe 8 :</b>	Résultats pour le descripteur "Chimie".	76
<b>Annexe 9 :</b>	Résultats pour le descripteur "Hydrologie".	79
<b>Annexe 10 :</b>	Résultats pour l'élément de qualité "Phytoplancton" des masses d'eau côtières.	80
<b>Annexe 11 :</b>	Résultats pour l'élément de qualité "Phytoplancton" des masses d'eau de transition.	81
<b>Annexe 12 :</b>	Résultats pour l'élément de qualité "Posidonie" des masses d'eau côtières.	82
<b>Annexe 13 :</b>	Résultats pour l'élément de qualité " Macrofaune benthique de substrat meuble " des masses d'eau côtière.	83
<b>Annexe 14 :</b>	Résultats pour l'élément de qualité "Macrofaune benthique de substrat meuble" des masses d'eau de transition.	84
<b>Annexe 15 :</b>	Résultats pour l'élément de qualité "Macrophyte" des masses d'eau de transition.	85
<b>Annexe 16 :</b>	Cartes thématiques par élément de qualité sur l'ensemble de la façade du district.	86

# Annexe 1

## Liste et codification des masses d'eau côtières et de transition du district "Corse".

	Code ME	Nom masse d'eau		Code ME	Nom masse d'eau
MEC Corse	FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	MET Corse	FRET01	Etang de Biguglia
	FREC01c	Golfe de St-Florent		FRET02	Etang de Diana
	FREC01d	Canari		FRET03	Etang d'Urbino
	FREC01e	Cap Corse Ouest		FRET04	Etang de Palu
	FREC02ab	Cap Corse Est			
	FREC02c	Littoral bastiais			
	FREC02d	Plaine orientale			
	FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio			
	FREC03c	Golfe de Santa Manza			
	FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse			
	FREC03f	Goulet de Bonifacio			
	FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse			
	FREC04b	Golfe d'Ajaccio			
	FREC04ac	Pointe Senetosa - Pointe Palazzu			

## Annexe 2

Les 33 substances prioritaires de l'annexe X et les 8 substances de l'annexe IX de la DCE, et valeurs de leurs NQEs associées (issues de l'arrêté du 25 janvier 2010).

Nom de la substance prioritaire	NQE-MA <sup>a</sup> (µg.L <sup>-1</sup> )	NQE-CMA <sup>b</sup> (µg.L <sup>-1</sup> )	Nom de la substance prioritaire	NQE-MA <sup>a</sup> (µg.L <sup>-1</sup> )	NQE-CMA <sup>b</sup> (µg.L <sup>-1</sup> )
Alachlore	0,3	0,7	Plomb et ses composés	7,2	s.o.
Anthracène	0,1	0,4	Mercure et ses composés	0,05	0,07
Atrazine	0,6	2	Naphthalène	1,2	s.o.
Benzène*	8	50	Nickel et ses composés	20	s.o.
Diphényléthers bromés	0,0002	s.o.	Nonylphénol (4-nonylphénol)	0,3	2
Cadmium	0,2		Octylphénol (4-(1,1',3,3'-tétraméthylbutyl)-phénol))	0,01	s.o.
Tétrachlorure de carbone	12	s.o.	Pentachlorobenzène	0,0007	s.o.
Chloroalcane C10-C13	0,4	1,4	Pentachlorophénol	0,4	1
Chlorfenvinphos	0,1	0,3	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	s.o.	s.o.
Chlorpyrifos (éthylchlorpyrifos)	0,03	0,1	Benzo(a)pyrène	0,05	0,1
Pesticides cyclodiènes: Aldrine Dieldrine Endrine Isodrine	Σ = 0,005	s.o.	Benzo(b)fluoranthène Benzo(k)fluoranthène	Σ = 0,03	s.o.
DDT total	0,025	s.o.	Benzo(g,h,i)perylène Indeno(1,2,3-cd)pyrène	Σ = 0,002	s.o.
para-para-DDT	0,01	s.o.	Simazine	1	4
1,2-dichloroéthane*	10	s.o.	Tétrachloroéthylène	10	s.o.
Dichlorométhane*	20	s.o.	Trichloroéthylène	10	s.o.
Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	1,3	s.o.	Composés du tributylétain (tributylétain-cation)	0,0002	0,0015
Diuron	0,2	1,8	Trichlorobenzènes	0,4	s.o.
Endosulfan	0,0005	0,004	Trichlorométhane*	2,5	s.o.
Fluoranthène	0,1	1	Trifluraline	0,03	s.o.
Hexachlorobenzène	0,01	0,05			
Hexachlorobutadiène	0,1	0,6			
Hexachlorocyclohexane (Lindane)	0,002	0,02			
Isoproturon	0,3	1			

\* Substances volatiles, non pertinentes pour le milieu aquatique,

<sup>a</sup>NQE exprimée en valeur moyenne annuelle,et, <sup>b</sup>NQE exprimée en concentration maximale admissible

## Annexe 3

**Fréquence de suivi des contrôles pour les masses d'eau de Méditerranée, en fonction des paramètres de qualité et des types de masse d'eau (circulaire DCE2007/20).**

		Eaux côtières		Eaux de transition	
		Fréquence de suivi par plan de gestion (nbre année/6 ans)	Fréquence du suivi par année (nbre/an)	Fréquence de suivi par plan de gestion (nbre année/6 ans)	Fréquence du suivi par année (nbre/an)
BIOLOGIE	Elements de qualité				
	Phytoplancton (biomasse)	6	12 mois/an	6 pour les eaux de qualité intermédiaires. 2 pour les eaux de très bonne ou très mauvaise qualité	3 mois/an, de juin à aout
	Phytoplancton (abondance, composition)				3 mois/an, de juin à aout
	Posidonie	2	1	-	-
	Macroalgues	2	1	-	-
	Macrophytes	-	-	2	1
	Macrofaune benthique	2	1	2	1
Icthyofaune	-	-	3	2	
PHYSICO-CHEMIE	Paramètres généraux	6	Fonction de la biologie	6	Fonction de la biologie
	Oxygène dissous	6	4 mois/an, de juin à septembre en même temps que le phytoplancton	6	3 mois/an, de juin à aout
	Eléments nutritifs	2	12 mois/an	6, sauf pour les eaux de mauvaise qualité : 2.	3 mois/an, de juin à aout
	41 substances	1	12 mois/an	1	12 mois/an, sauf les substances non-hydrophiles : 1.
	Substances pertinentes	1	4 mois/an (dans l'eau pour les substances hydrophiles) 1/an (dans le biote ou le sédiment pour substances hydrophobes)	1	4 mois/an, sauf pour les substance non-hydrophiles : 1
	Pesticides	1		1	
AUTRE	Hydromorphologie	1	1/an	1	1/an

## Annexe 4

### Calcul du percentile 10 pour la métrique concentration en oxygène dissous.

$P_{10}$  : valeur de l'indicateur

$x_1, x_2, \dots, x_n$  : valeurs des ordonnées de la variable

$n$  : nombre de valeurs pour la variable

$p = 0,1$

$np = j + g$

Avec  $j$  la partie entière et  $g$  la partie fractionnaire de  $np$

$$P_{10} = (1 - g)x_j + g x_{j+1}$$

## Annexe 5

**Gamme de variations des concentrations en azote inorganique dissous ([NID] =  $[\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-]$ ) mesurées entre janvier et décembre 2009.**

Code ME	Nom ME	Nbre données	Intervalle [NID] ( $\mu\text{M}$ )	Intervalle salinité (‰)
FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	37	0,01 - 1,62	37 - 38,1
FREC01c	Golfe de Saint-Florent	9	0,0025 - 1,0	37,3 - 38,1
FREC02c	Littoral bastiais	18	0,0025 - 0,35	37,5 - 38,6
FREC02d	Plaine orientale	9	0,0025 - 0,20	37,5 - 38,6
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio	9	0,0025 - 0,76	36,1 - 38,4
FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse	9	0,0025 - 0,28	35,8 - 38,1
FREC03c	Golfe de Sant'Amanza	9	0,048 - 1,31	35,6 - 38,2
FREC03f	Goulet de Bonifacio	9	0,36 - 3,03	36,1 - 38
FREC03eg	Litoral S.O. de la Corse	9	0,0025 - 0,16	36,1 - 38,4
FREC04b	Golfe d'Ajaccio	7	0,0025 - 27,26	37,2 - 38,1
FREC04ac	Pointe senetosa - Pointe Palazzu	11	0,0025 - 1,65	36,2 - 38,1

## Annexe 6

### Calcul du percentile 90 (P90) pour la métrique concentration en chlorophylle *a*.

Le calcul du percentile 90 (P90) est le suivant :

P90 : valeur de l'indicateur

$x_1, x_2, \dots, x_n$  : valeurs des ordonnées de la variable

$n$  : nombre de valeurs pour la variable

$p = 0,9$

$np = j + g$

Avec  $j$  la partie entière et  $g$  la partie fractionnaire de  $np$

$$P_{90} = (1 - g)x_j + g x_{j+1}$$

## Annexe 7

### Méthode de calcul des différents indices utiles à la caractérisation de l'état biologique du descripteur "macrofaune benthique de substrat meuble"

#### ↳ Indice de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver (H') est un indice de diversité qui prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative de chaque espèce, permettant de caractériser l'équilibre écologique du peuplement d'un écosystème :

$$H' = \sum \left[ \frac{N_i}{N} \times \log_2 \frac{N_i}{N} \right]$$

Avec :

$N_i$  : abondance de l'espèce  $i$  ;

$N$  : abondance totale des espèces.

Cet indice est maximal ( $H'_{\max}$ ) lorsque les espèces ont des abondances identiques et il tend vers 0 lorsqu'une espèce domine le peuplement. Cet indice est relativement sensible aux espèces de moyenne dominance mais insensible à la richesse spécifique donc très utile pour comparer les dominances potentielles entre échantillons. Ce résultat qui est souvent peu parlant, doit être rapporté à l'indice maximal théorique du peuplement ( $H'_{\max}$ ) ou accompagné de l'indice d'équitabilité (J).

L'abondance relative par rapport au total d'une espèce  $i$  ( $N_i/N$ ) varie de  $\sim > 0$  pour les espèces représentées par un seul individu, à 1 pour un peuplement comportant une seule espèce ( $N_i = N$ ).

H' sera le plus important pour des peuplements à richesse spécifique élevée avec une répartition équitable des espèces. Les valeurs les plus basses apparaissent pour les peuplements dominés par une seule espèce ou par un petit nombre d'espèces. Comparativement à la répartition des abondances, la richesse spécifique n'a qu'une influence secondaire sur le résultat.

#### ↳ AZTI Marine Biotic Indice (AMBI)

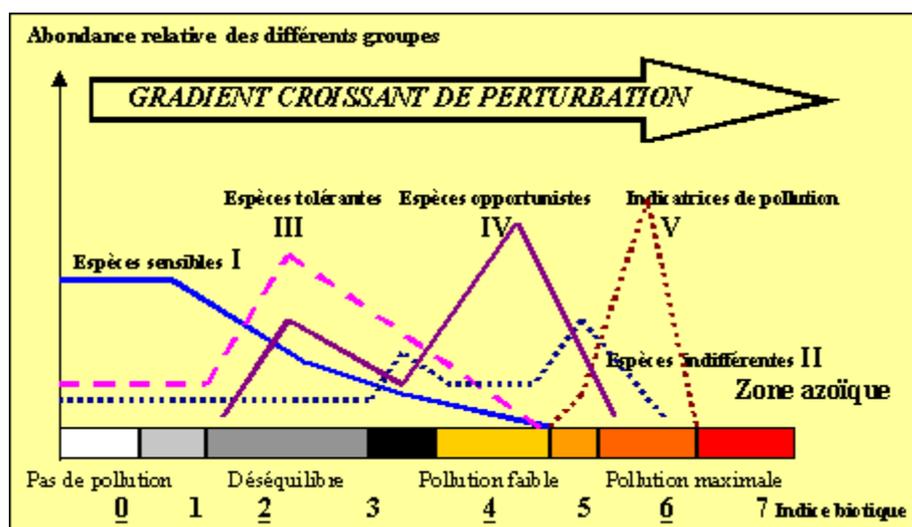
L'AMBI (Borja *et al.* 2000), appelé aussi coefficient benthique (CB) est basé sur les successions écologiques (Pearson & Rosenberg 1978). Les groupes écologiques (Fig. X), au nombre de 5 (GI, GII, GIII, GIV et GV), sont basés sur la polluo-sensibilité des espèces :

$$AMBI = [(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)] / 100$$

Avec %GI, %GII, %GIII, %GIV et %GV, les abondances relatives des différents groupes trophiques par rapport à l'abondance totale.

Le groupe I comprend les espèces les plus sensibles à l'hypertrophisation jusqu'au groupe V qui englobe les espèces opportunistes des sédiments réduits. Cet indice est lui aussi sensible à l'effort d'échantillonnage, un trop petit nombre de données donneront la même valeur moyenne mais avec un fort écart-type. Il présente l'avantage d'être applicable à tous les milieux puisque basé sur une liste unique d'espèces.

La figure suivante illustre l'importance relative des différents groupes écologiques le long du gradient de perturbations croissantes.



Les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 0 et 6 : si cet indice est nul ou proche de 0, il traduit une bonne santé de l'écosystème. A l'inverse, une valeur élevée implique que l'état de santé est mauvais, une valeur de 6 représentant une pollution majeure précédant le stade azoïque.

Une communication de AZTI Marine, publiée dans la revue *Marine Pollution Bulletin* (Borja & Muxika, 2005) donne des recommandations pour l'utilisation de l'AMBI et précise que dans les situations où peu de taxa sont présents, dans des systèmes à faible salinité ou ayant un état perturbé naturel, l'outil risque d'être moins robuste. Il est précisé, qu'à plus de 20% d'espèces non assignées, l'indice n'est pas fiable. Dans des milieux lagunaires, les résultats de l'AMBI doivent être interprétés avec précaution et toujours en association avec d'autres informations.

## ↳ M-AMBI

Le M-AMBI a été mis au point par l'équipe de l'AZTI pour permettre de compléter les résultats obtenus avec l'AMBI. Le calcul de cet indice est dérivé, par analyse factorielle, de l'AMBI, de la richesse spécifique et de l'indice de Shannon (Muxika *et al.* 2007). Pour ce calcul, il est nécessaire de définir des stations théoriques ou réelles, considérées comme "station de référence haute" et "station de référence basse". La station de référence haute est une station théorique qui prend comme valeur la meilleure de chaque indice de l'ensemble des résultats obtenus lors des campagnes DCE sur les lagunes. La station de référence basse est aussi une station théorique correspondant aux pires résultats possibles.

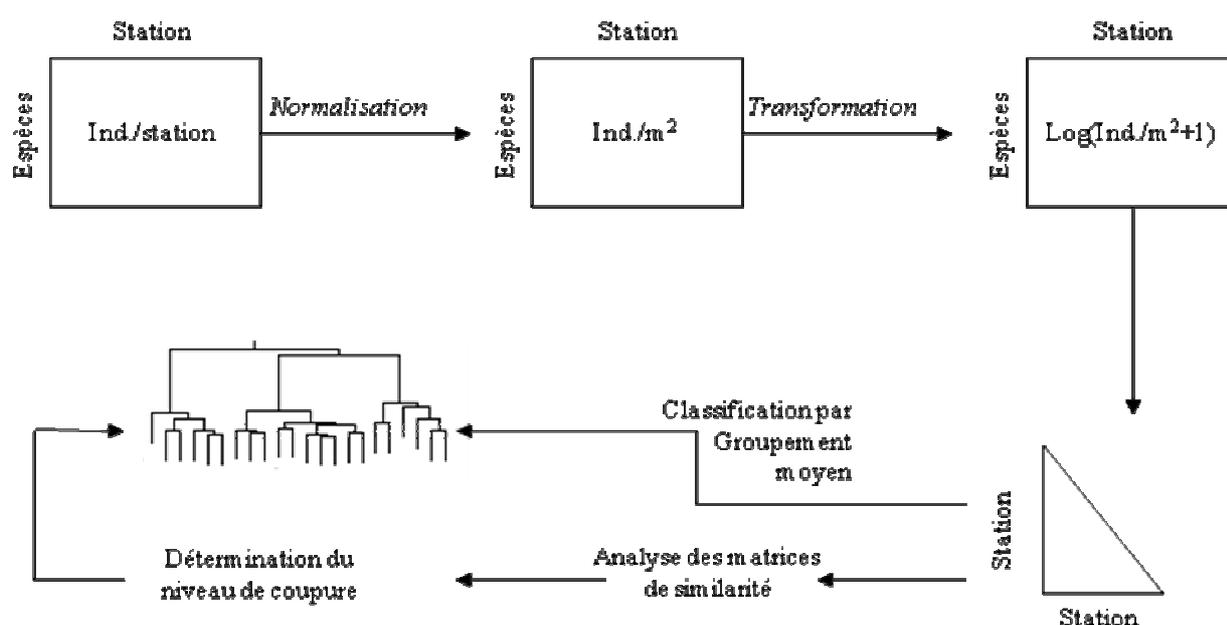
Cependant, il faut faire attention à l'interprétation des résultats donnés par le M-AMBI. Si les valeurs des stations de référence haute et basse sont modifiées alors les résultats du M-AMBI vont varier. Ces résultats doivent être interprétés par un "pool" de stations données. Pour comparer des stations entre elles, elles doivent avoir été calculées avec les mêmes "station de référence haute" et station de référence basse". Les 5 classes de qualité sont définies sur la différence entre ces deux stations.

### ↳ Indice MISS-TW

Cet indice est décrit en trois étapes (Gouillieux *et al.* 2010) :

#### ✓ Etape I : Proposition de la typologie

Dans un premier temps, une typologie des habitats est proposée à partir des données d'abondance du benthos. Les différents peuplements benthiques sont définis par l'étude de la structure des dendrogrammes produits par classification ascendante hiérarchique et par l'identification des principales espèces présentes au sein des différents regroupements de stations produits par les dendrogrammes. La méthode statistique utilisée est présentée ci-après.



Indice MISS-TW : résumé schématique de la méthode statistique de traitement des données Stations\*Espèces.

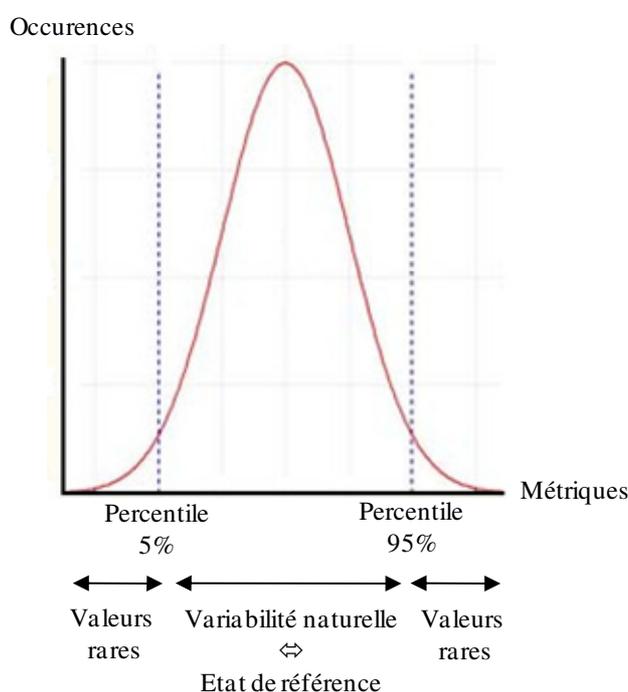
De cette première analyse en résulte trois typologies basées sur les domaines halins des lagunes.

✓ Etape II : Définition de l'état de référence et valeurs seuils

Dans un deuxième temps, un état de référence est défini pour chaque type d'habitat. Ces états de référence sont établis à partir des lagunes dites "non dégradées" ou "non affectées par une dégradation", c'est à dire à partir de celles qui obtiennent les meilleures notes d'après avis d'experts.

L'avis d'expert est une note moyenne, donnée par des experts de la faune benthique méditerranéenne, comprise entre 1 et 3 ; 1 correspondant à un bon état biologique.

La figure ci-dessous montre que les métriques comprises entre l'intervalle des percentiles 5 % et 95 % sont généralement les plus rencontrées et reflètent en principe la variabilité naturelle.



Indice MISS-TW : définition de l'état de référence dans le cas général, suivant la distribution des métriques pour un paramètre donné.

Le tableau suivant reprend les valeurs des métriques retenues, correspondant aux percentiles 5 % et 95 %, suivant les paramètres considérés et les types d'habitats. L'intervalle compris entre ces valeurs correspond à l'état de référence, ainsi défini.

✓ Etape III : Méthode scoring

Dans un dernier temps, la méthode scoring permet de donner une appréciation de l'état biologique de chaque site au vue de la DCE en se rapportant aux états de référence. Ainsi, pour chaque paramètre, une note de 1 est attribuée si on se retrouve dans l'intervalle de référence et une note de 0 si on est à l'extérieur de cet intervalle. La note finale du MISS-TW est la moyenne des notes obtenues pour chaque paramètre.

Indice MISS-TW : valeurs seuils des métriques retenues pour les habitats euryhalins, polyhalins et méso-oligohalins.

	Habitat euryhalin		Habitat polyhalin		Habitat méso-oligohalin	
	Percentile 5%	Percentile 95%	Percentile 5%	Percentile 95%	Percentile 5%	Percentile 95%
<b>N21</b>	0,5	0,9	0,6	0,8	0,7	0,8
<b>ES(20)</b>					2,3	6,8
<b>BENTIX</b>	2	5,3	2,1	5,6	2,1	3,7
<b>% Amphipoda</b>					0,6	22,2
<b>% Gasteropoda</b>	0	2,1	0	68,1	0	2,8
<b>% Polychaeta</b>	4	84,4	1,2	24,8		
<b>% Endofaune</b>	54	100	14,9	93		
<b>% Epifaune vagile</b>	0	11				
<b>% Epifaune sessile</b>			0	0,5	0	38,2
<b>% GT-CO</b>	1	27,9	1,1	22,2		
<b>% GT-DSS</b>					0	0,8

## Annexe 8

### Résultats pour le descripteur "Chimie"

La conversion des données en concentration dans l'eau est réalisée pour chaque molécule à l'aide des formules de conversion décrites dans le paragraphe II.1.1.1. Après traitement, Certaines stations présentent un dépassement de la NQE et cela pour deux composés que sont l'endosulfan et le TBT.

Néanmoins, certaines incertitudes demeurent, liées à la méthode de conversion et en particulier pour l'endosulfan, composé pour le quel le BCF utilisé a été obtenu expérimentalement sur des moules. Or, il n'est pas fait mention de l'isomère concerné, tout comme pour l'évaluation de la NQE. De plus un dépassement de la NQE de l'ordre de  $1 \times 10^{-5}$ , peut être ainsi considéré comme négligeable, quelque soit le composé, compte tenu de ces incertitudes méthodologiques. Ainsi, seule la masse d'eau "Goulet de Bonifacio" présente un mauvais état chimique au titre de la DCE.

### Résultats pour l'élément de qualité "Chimie dans le biote" (Concentrations équivalentes dans l'eau ; $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

		CS	CO	Cd ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Hg ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Ni ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Pb ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )
	<b>BCF</b>			994	100000	270	2279
	<b>NQE (<math>\mu\text{g.L}^{-1}</math>)</b>			0,2	0,05	20	7,2
FRET02	Diane	✓	✓	0,124068	0,000192	0,891080	0,032267
FREC02ab	Rogliano	✓		0,121706	0,000157	0,366436	0,060578
FREC02c	Bastia Sud 2		✓	0,110298	0,000105	0,499211	0,061281
FREC02d	Poggio Mezzana	✓		0,108463	0,000295	0,644982	0,057158
FREC03b	Porto-Vecchio		✓	0,078946	0,000243	0,465161	0,045023
FREC03ad	Santa Giuglia	✓		0,111274	0,000150	0,485545	0,054301
FREC03c	Santa Manza		✓	0,125650	0,000176	0,339735	0,056284
FREC03f	Bonifacio		✓	0,088272	0,000207	0,195519	0,102256
FREC03eg	Figari Bruzzi	✓		0,129535	0,000192	0,438150	0,058239
FREC04b	Ajaccio Sud		✓	0,105776	0,000177	0,311522	0,058390
FREC04ac	Cargèse 2	✓		0,118496	0,000207	0,386301	0,060525
FREC01ab	Revellata 2	✓		0,141347	0,000234	0,391069	0,067292
FREC01c	St-Florent		✓	0,127472	0,000207	0,537166	0,057484
FREC01d	Canari		✓	0,126600	0,000203	1,608606	0,057865
	Bon état chimique						
							Mauvais état chimique

Résultats pour l'élément de qualité "Chimie dans le biote"  
(Concentrations équivalentes dans l'eau ;  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

		CS	CO	$\Sigma$ DDTs ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	$\Sigma$ HCHs ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Naphtalène ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Fluoranthène ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Anthracène ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Benzo(b)fluo + Benzo(k)fluo ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Benzo(a) pyrène ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Benzo(a,h,h) + Indeno(1,2,3) ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )
	<b>log <math>K_{ow}</math></b>			6,91	3,69	3,7	5,33	4,45	6,84	5,97	6,58
	<b>BCF</b>			45600	240	38	10000	260	46182	12000	44660
	<b>NOE (<math>\mu\text{g.L}^{-1}</math>)</b>			0,025	0,002	1,2	0,1	0,1	0,03	0,05	0,002
FRET02	Diane	✓	✓	0,0000068	0,0005075	0,0283132	0,0000203	0,0003904	0,0000048	0,0000085	0,0000023
FREC02ab	Rogliano	✓		0,0000067	0,0003500	0,0342632	0,0000266	0,0002692	0,0000015	0,0000058	0,0000016
FREC02c	Bastia Sud 2		✓	0,0000048	0,0003600	0,0140211	0,0000274	0,0002769	0,0000059	0,0000060	0,0000016
FREC02d	Poggio Mezzana	✓		0,0000057	0,0004117	0,0216000	0,0000182	0,0002923	0,0000016	0,0000063	0,0000017
FREC03b	Porto-Vecchio		✓	0,0000059	0,0003550	0,0018684	0,0000355	0,0002731	0,0000061	0,0000059	0,0000016
FREC03ad	Santa Giuglia	✓		0,0000054	0,0003600	0,0682105	0,0000706	0,0002769	0,0000016	0,0000060	0,0000016
FREC03c	Santa Manza		✓	0,0000064	0,0003625	0,0606711	0,0000711	0,0006135	0,0000016	0,0000060	0,0000016
FREC03f	Bonifacio		✓	0,0000168	0,0003375	0,0603947	0,0000621	0,0005712	0,0000167	0,0000056	0,0000015
FREC03eg	Figari Bruzzi	✓		0,0000068	0,0004117	0,0572000	0,0000380	0,0002923	0,0000016	0,0000063	0,0000017
FREC04b	Ajaccio Sud		✓	0,0000049	0,0003775	0,0019868	0,0000287	0,0002904	0,0000052	0,0000063	0,0000017
FREC04ac	Cargèse 2	✓		0,0000108	0,0004469	0,0399474	0,0000083	0,0003173	0,0000018	0,0000069	0,0000018
FREC01ab	Revellata 2	✓		0,0000060	0,0005125	0,0690526	0,0000246	0,0006938	0,0000018	0,0000068	0,0000018
FREC01c	St-Florent		✓	0,0000066	0,0003875	0,0709737	0,0000434	0,0002981	0,0000017	0,0000065	0,0000017
FREC01d	Canari		✓	0,0000061	0,0003675	0,0313342	0,0000382	0,0002827	0,0000016	0,0000061	0,0000016

Bon état chimique

Mauvais état chimique



## Annexe 9

**Résultats pour le descripteur d'appui "Hydrologie" : Evolution pluriannuelle (2006-2009) des diagnostics de l'eau et du phytoplancton dans la colonne d'eau (station de surface) des différentes masses d'eau de transition prospectées<sup>1</sup>.**

### ↳ Etang de Biguglia

	Biguglia Nord					Biguglia Sud					Biguglia			
	2006	2007	2008	2009		2006	2007	2008	2009		2006	2007	2008	2009
Δ % O <sub>2</sub> SAT	Red	Red	Red	Red	Δ % O <sub>2</sub> SAT	Red	Red	Red	Red	Δ % O <sub>2</sub> SAT	Red	Red	Red	Red
TUR (NTU)	Blue	Blue	Blue	Blue	TUR (NTU)	Green	Green	Green	Green	TUR (NTU)	Green	Green	Green	Green
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue
NID (μM)	Red	Red	Red	Red	NID (μM)	Green	Green	Green	Green	NID (μM)	Red	Red	Red	Red
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)	Red	Red	Red	Red	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)	Green	Green	Green	Green	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)	Red	Red	Red	Red
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)	Red	Red	Red	Red	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)	Red	Red	Red	Red
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)	Red	Red	Red	Red	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)	Green	Green	Green	Green	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)	Red	Red	Red	Red
NT (μM)	Green	Green	Green	Green	NT (μM)	Green	Green	Green	Green	NT (μM)	Green	Green	Green	Green
PT (μM)	Green	Green	Green	Green	PT (μM)	Green	Green	Green	Green	PT (μM)	Green	Green	Green	Green
<b>ETAT COLONNE D'EAU</b>	Red	Red	Red	Red	<b>ETAT COLONNE D'EAU</b>	Red	Red	Red	Red	<b>ETAT COLONNE D'EAU</b>	Red	Red	Red	Red

### ↳ Etang de Diane

### ↳ Etang d'Urbino

### ↳ Etang de Palo

	Diane					Urbino					Palo			
	2006	2007	2008	2009		2006	2007	2008	2009		2006	2007	2008	2009
Δ % O <sub>2</sub> SAT	Yellow	Red	Blue	Green	Δ % O <sub>2</sub> SAT	Red	Red	Red	Red	Δ % O <sub>2</sub> SAT	Yellow	Green	Red	Red
TUR (NTU)	Blue	Blue	Blue	Blue	TUR (NTU)	Blue	Blue	Blue	Blue	TUR (NTU)	Blue	Blue	Blue	Blue
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)	Green	Green	Green	Green	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μM)	Green	Green	Green	Green
NID (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NID (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NID (μM)	Blue	Red	Green	Green
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μM)	Blue	Red	Yellow	Blue
NT (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NT (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	NT (μM)	Blue	Green	Green	Green
PT (μM)	Blue	Blue	Blue	Blue	PT (μM)	Yellow	Green	Green	Green	PT (μM)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<b>ETAT COLONNE D'EAU</b>	Blue	Green	Green	Green	<b>ETAT COLONNE D'EAU</b>	Yellow	Green	Green	Yellow	<b>ETAT COLONNE D'EAU</b>	Yellow	Red	Yellow	Yellow

<sup>1</sup> Dans le cas des masses d'eau présentant plusieurs stations de suivi, la grille de la masse d'eau est construite en retenant le plus mauvais état de chaque paramètre.

## Annexe 10

### Résultats pour l'élément de qualité "Phytoplancton" des masses d'eau côtières<sup>1</sup>.

DCE-2 (2009)									
Code EU	Nom	P90 Chl <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	EQR <sub>b</sub>	Etat biomasse	Abondance	EQR <sub>a</sub>	Etat abondance	EQR <sub>φ</sub>	Etat ME
FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	0,71	0,845		5,26	1,000		0,923	
FREC01c	Golfe de St-Florent	0,18	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC01d	Canari	0,18	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC02ab	Cap Corse est	0,36	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC02c	Littoral bastiais	0,15	1,000		2,20	1,000		1,000	
FREC02d	Plaine orientale	0,20	1,000		2,20	1,000		1,000	
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio	0,41	1,000		11,00	1,000		1,000	
FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse	0,12	1,000		9,10	1,000		1,000	
FREC03c	Golfe de Sant'Amanza	0,40	1,000		0,00	1,000		1,000	
FRECC03f	Goulet de Bonifacio	0,83	0,723		0,00	1,000		0,861	
FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse	0,19	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC04b	Golfe d'Ajaccio	0,66	0,909		10,00	1,000		0,955	
FREC04ac	Pointe Senetosu - Pointe Palazzu	0,34	1,000		0,00	1,000		1,000	

DCE-1 (2006)									
Code EU	Nom	P90 Chl <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	EQR <sub>b</sub>	Etat biomasse	Abondance	EQR <sub>a</sub>	Etat abondance	EQR <sub>φ</sub>	Etat ME
FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	0,28	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC01c	Golfe de St-Florent								
FREC01d	Canari								
FREC02ab	Cap Corse est	0,46	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC02c	Littoral bastiais	0,56	1,000		3,50	1,000		1,000	
FREC02d	Plaine orientale	0,56	1,000		3,50	1,000		1,000	
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio								
FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse	0,67	0,896		0,00	1,000		0,948	
FREC03c	Golfe de Sant'Amanza								
FRECC03f	Goulet de Bonifacio								
FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse	0,18	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC04b	Golfe d'Ajaccio								
FREC04ac	Pointe Senetosu - Pointe Palazzu	0,20	1,000		0,00	1,000		1,000	

2006-2009									
Code EU	Nom	P90 Chl <i>a</i> 2006-2009	EQR <sub>b</sub> 2006-2009	Etat biomasse	Abondance	EQR <sub>a</sub> 2006- 2009	Etat abondance	EQR <sub>φ</sub>	Etat ME
FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	0,42	1,000		1,34	1,000		1,000	
FREC01c	Golfe de St-Florent	0,18	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC01d	Canari	0,18	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC02ab	Cap Corse est	0,31	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC02c	Littoral bastiais	0,42	1,000		6,90	1,000		1,000	
FREC02d	Plaine orientale	0,49	1,000		6,90	1,000		1,000	
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio	0,41	1,000		11,00	1,000		1,000	
FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse	0,28	1,000		2,70	1,000		1,000	
FREC03c	Golfe de Sant'Amanza	0,40	1,000		0,00	1,000		1,000	
FRECC03f	Goulet de Bonifacio	0,83	0,723		0,00	1,000		0,861	
FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse	0,28	1,000		0,00	1,000		1,000	
FREC04b	Golfe d'Ajaccio	0,66	0,909		10,00	1,000		0,955	
FREC04ac	Pointe Senetosu - Pointe Palazzu	0,34	1,000		0,00	1,000		1,000	

<sup>1</sup> Données brutes issues de Quadrigé<sup>2</sup>, extraites le 23/07/2010.

## Annexe 11

### Résultats pour l'élément de qualité "Phytoplancton" des masses d'eau de transition.

DCE-2 (2009)									
Code EU	Nom	P90 Chl <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	EQRb	Etat biomasse	Abondance > 3 $\mu\text{m}$	Abondance < 3 $\mu\text{m}$	Qualité abondance	EQR $\phi$	Etat ME
FRET01	Etang de Biguglia	18,25	0,182		29,91	489,84		0,182	
FRET02	Etang de Diana	4,09	0,814		6,01	8,37		0,814	
FRET03	Etang d'Urbino	3,67	0,907		10,61	4,30		0,907	
FRET04	Etang de Palo	24,94	0,134		0,56	2,56		0,134	

DCE-1 (2006)									
Code EU	Nom	P90 Chl <i>a</i> ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	EQRb	Etat biomasse	Abondance > 3 $\mu\text{m}$	Abondance < 3 $\mu\text{m}$	Qualité abondance	EQR $\phi$	Etat ME
FRET01	Etang de Biguglia	23,68	0,141		0,61	2,07		23,68	
FRET02	Etang de Diana	3,05	1,000		28,92	10,32		3,05	
FRET03	Etang d'Urbino	4,02	0,828		5,81	6,57		4,02	
FRET04	Etang de Palo	1,99	1,000		1,09	3,62		1,99	

2004-2009										
Code EU	Nom	P90 Chl <i>a</i> 2004-2009	EQRb 2004-2009	Etat biomasse	Abondance > 3 $\mu\text{m}$	Abondance < 3 $\mu\text{m}$	EQRa 2004- 2009	Etat abondance	EQR $\phi$	Etat ME 2004-2009
FRET01	Etang de Biguglia	60,71	0,055		54,06	517,34	0,055		0,055	
FRET02	Etang de Diana	4,46	0,747		14,12	11,57	0,212		0,480	
FRET03	Etang d'Urbino	4,43	0,752		9,67	12,87	0,310		0,531	
FRET04	Etang de Palo	17,81	0,187		1,54	90,73	0,165		0,176	

## Annexe 12

### Résultats pour l'élément de qualité "Posidonie" des masses d'eau côtières.

Code ME	Nom ME	Stations	Profondeur intermédiaire (15 m)			Limite inférieure		EQR Posidonie	Etat ME
			Densité (faisceaux.m <sup>-2</sup> )	Surface foliaire (cm <sup>2</sup> .faisceau <sup>-1</sup> )	Charge épiphyttaire (g.g <sup>-1</sup> )	Prof. (m)	Type		
FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	Calvi	297	304	0,11	37,0	F	0,736	
FREC01c	Golfe de Saint-Florent	Saint-Florent	341	172	0,03	21,1	R	0,503	
FREC01d	Canari	Canari	252	224	0,19	29,7	P	0,617	
FREC02ab	Cap Corse est	Rogliano	368	214	0,05	37,8	F	0,748	
FREC02c	Littoral bastiais	Biguglia	342	171	0,01	29,5	R	0,597	
FREC02d	Plaine orientale	Aléria	413	148	0,01	36,0	F	0,727	
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio	Porto-Vecchio	331	125	0,04	35,7	F	0,665	
FREC03c	Golfe de Sant'Amanza	Sant'Amanza	296	142	0,11	27,6	R	0,525	
FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse	Rondinara	395	224	0,04	36,0	F	0,749	
FREC03f	Goulet de Bonifacio	Bonifacio	185	263	0,11	31,8	R	0,568	
FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse	Bruzzi	357	221	0,07	37,0	P	0,767	
FREC04b	Golfe d'Ajaccio	Ajaccio	195	305	0,06	26,6	R	0,543	
FREC04ac	Pointe Senetosu - Pointe Palazzu	Cargèse	430	212	0,18	37,0	P	0,788	

R: Régressive; P: Progressive; F: Franche.

## Annexe 13

### Résultats pour l'élément de qualité "Macrofaune benthique de substrat meuble" des masses d'eau côtières.

Code ME	Nom masse d'eau	Station	Fraction fine (%<63)	%MO	Qualité du sédiment	AMBI	Diversité	Richesse	M-AMBI	Etat ME
FREC01ab	Pointe Palazzu - Sud Nonza	Calvi	14,00	6,3		1,350	5,62	93	0,810	
FREC01c	Golfe de St-Florent	Saint-Florent	53,70	10,4		2,200	4,85	97	0,720	
FREC01d	Canari	Canari	53,70	6,3		1,460	4,35	75	0,690	
FREC02ab	Cap Corse est	Rogliano	13,01	7,2		1,370	5,96	130	0,990	
FREC02c	Littoral bastiais	Littoral bastiais	21,11	5,1		1,740	5,70	90	0,780	
FREC02d	Plaine orientale	Bravone	7,43	3,6		1,560	6,27	140	0,930	
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio	Porto-Vecchio	62,17	23,8		2,610	4,84	73	0,640	
FREC03c	Golfe de Sant' Amanza	Sant'Amanza	41,80	14,4		1,790	5,95	121	0,850	
FREC03ad	Littoral S.E. de la Corse	Rondinare	27,05	2,7		1,480	5,90	110	0,850	
FREC03f	Goulet de Bonifacio	Bonifacio	54,99	10,6		2,550	4,76	103	0,700	
FREC03eg	Littoral S.O. de la Corse	Bruzzi	7,44	3,8		1,280	5,55	73	0,770	
FREC04b	Golfe d'Ajaccio	Ajaccio	50,44	9,8		1,750	4,98	82	0,720	
FREC04ac	Pointe Senetosa - Pointe Palazzu	Cargèse	10,39	4,1		1,370	5,54	74	0,740	

## Annexe 14

### Résultats pour l'élément de qualité "Macrofaune benthique de substrat meuble" des masses d'eau de transition.

ME	Stations	Fraction fine (%<63)	%MO	Qualité du sédiment	S	H'	AMBI	MISS-TW	Etat ME
FRET01	Etang de Biguglia	77,60	7,9		6	1,60	3	0,86	
FRET02	Etang de Diana	88,40	10,5		30	2,92	3,11	0,86	
FRET03	Etang d'Urbino	65,44	16,3		6	1,91	3,76	1,00	
FRET04	Etang de Palu	56,80	12,5		11	2,27	3,33	1,00	

## Annexe 15

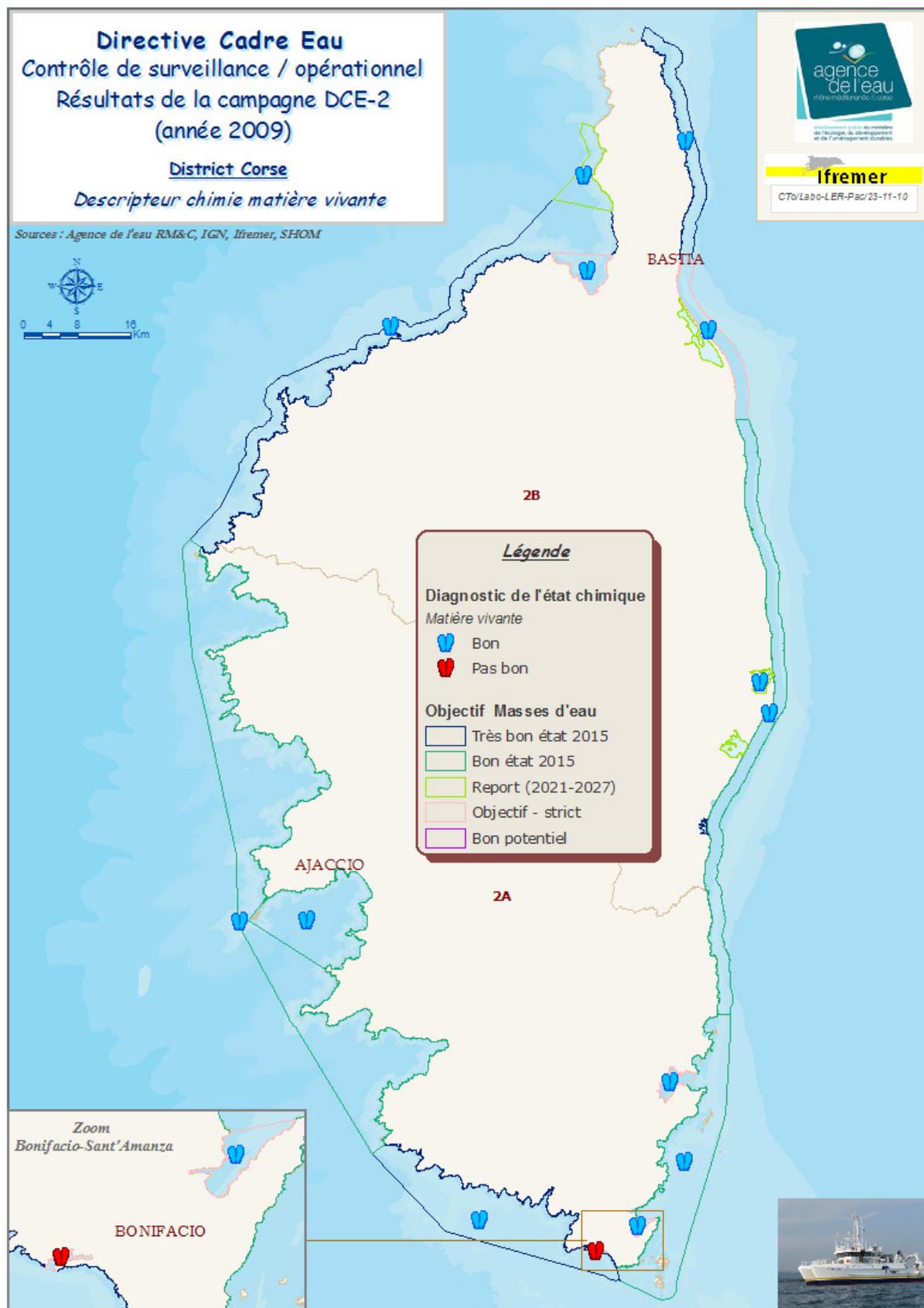
### Résultats pour l'élément de qualité "Macrophyte" des masses d'eau de transition.

Code ME	Nom ME	Station n°	Année	prof (m)	Richesse spécifique	(%RV)	(%RC)
FRET 01	Biguglia	1	2009	2,5	0	0%	0%
		2	2009	1,6	2	4%	75%
		4	2009	1	1	75%	100%
		6	2009	1,2	1	1%	100%
		8	2009	0,4	1	4%	100%
		13	2009	1,3	1	10%	0%
		15	2009	0,4	1	3%	100%
		16	2009	1	1	67%	100%
		18	2009	1	0	0%	0%
		20	2009	1	1	25%	0%
		21	2009	1,5	0	0%	0%
		23	2009	1,7	0	0%	0%
		25	2009	1,2	0	0%	0%
		27	2009	1,4	0	0%	0%
2 bis	2009	1,4	1	3%	100%		
FRET 02	Diana	4	2009	?	0	0%	0%
		5	2009	2,3	0	0%	0%
		9	2009	1	2	4%	0%
		10	2009	8,9	0	0%	0%
		11	2009	6	0	0%	0%
		17	2009	2,6	1	0%	0%
		19	2009	0,6	3	100%	100%
		13bis	2009	0,4	2	25%	100%
8bis	2009	1,8	4	45%	97%		
FRET 03	Urbino	1	2009		3	4%	10%
		3	2009		5	100%	75%
		4	2009		6	75%	4%
		5	2009		2	12%	0%
		6	2009		2	30%	0%
		7	2009		3	12%	0%
		9	2009		1	3%	0%
		10	2009		3	90%	90%
		11	2009		1	100%	0%
		12	2009		3	4%	0%
		13	2009		6	4%	0%
		16	2009	8	4	2%	0%
		17	2009	1	4	100%	97%
		18	2009	5,6	4	3%	2%
2bis	2009		4	100%	67%		
8bis	2009		3	40%	34%		
FRET 04	Palo	1	2009	1	4	100%	95%
		2	2009	1	3	90%	75%
		3	2009	1	3	100%	50%

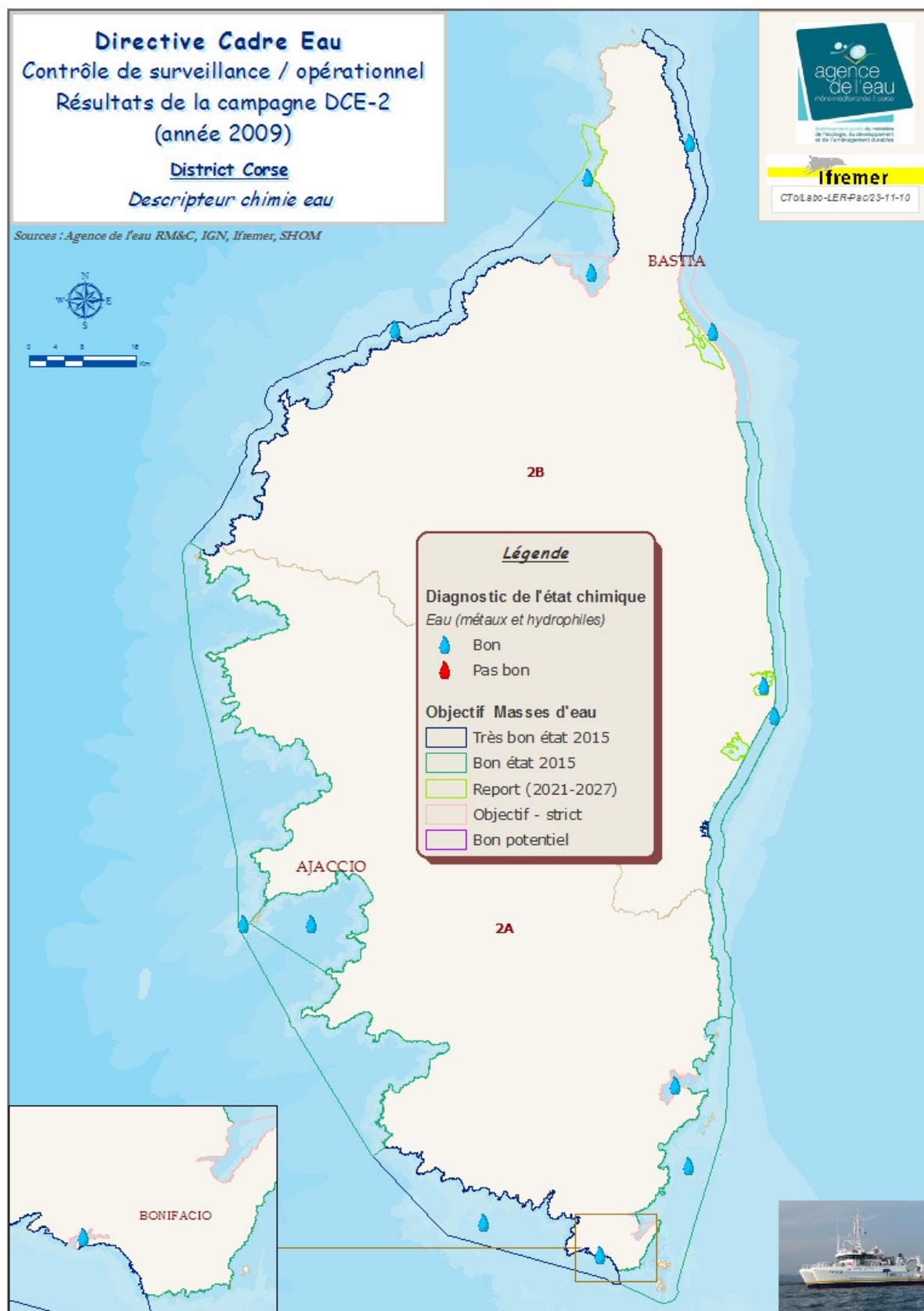
## Annexe 16

### **Cartes thématiques par élément de qualité sur l'ensemble de la façade du district.**

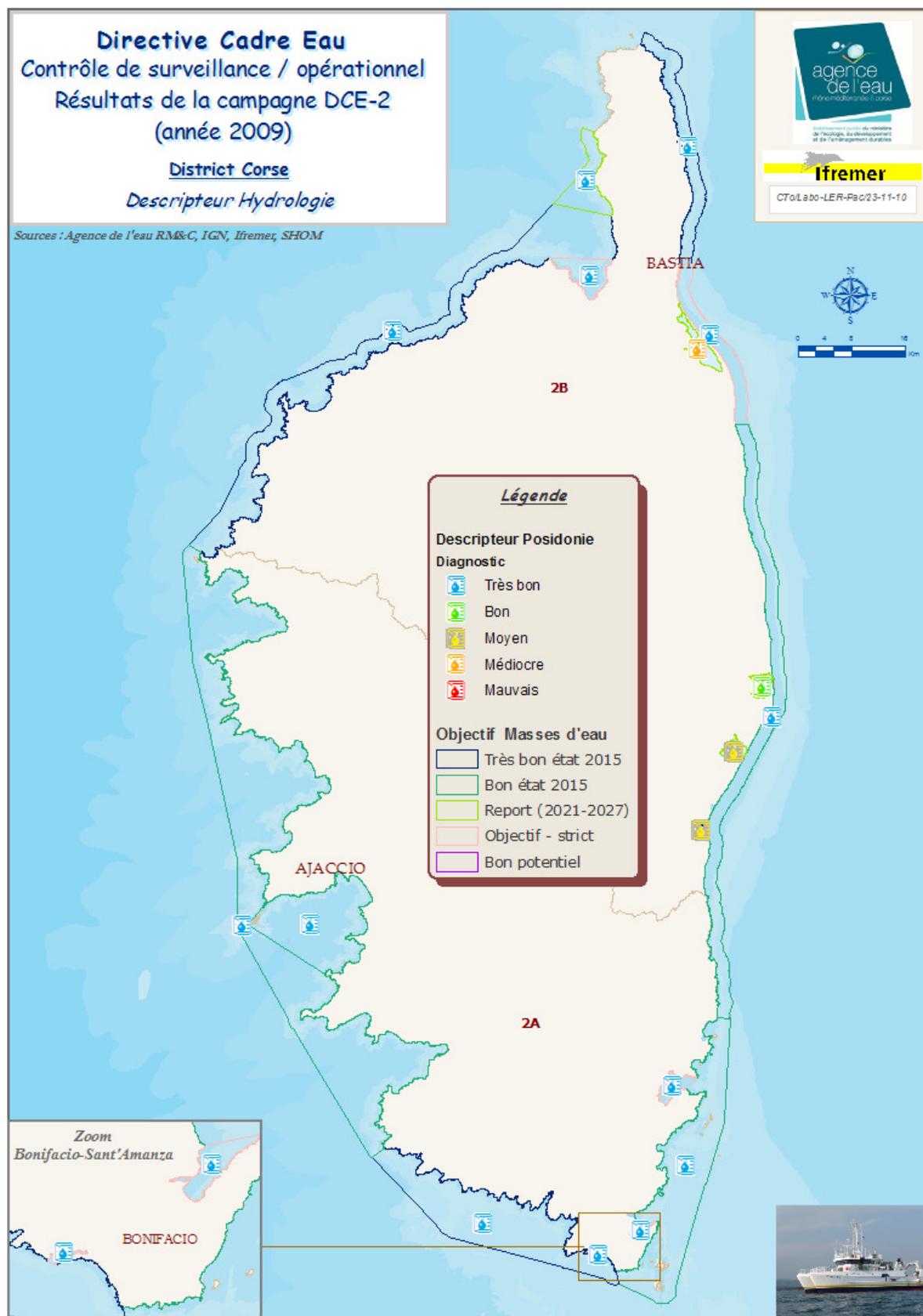
- ❖ Chimie Matière vivante
- ❖ Chimie Eau
- ❖ Hydrologie
- ❖ Phytoplancton
- ❖ Posidonie
- ❖ Macroalgues
- ❖ Macrophytes
- ❖ Macrofaune benthique de substrat meuble



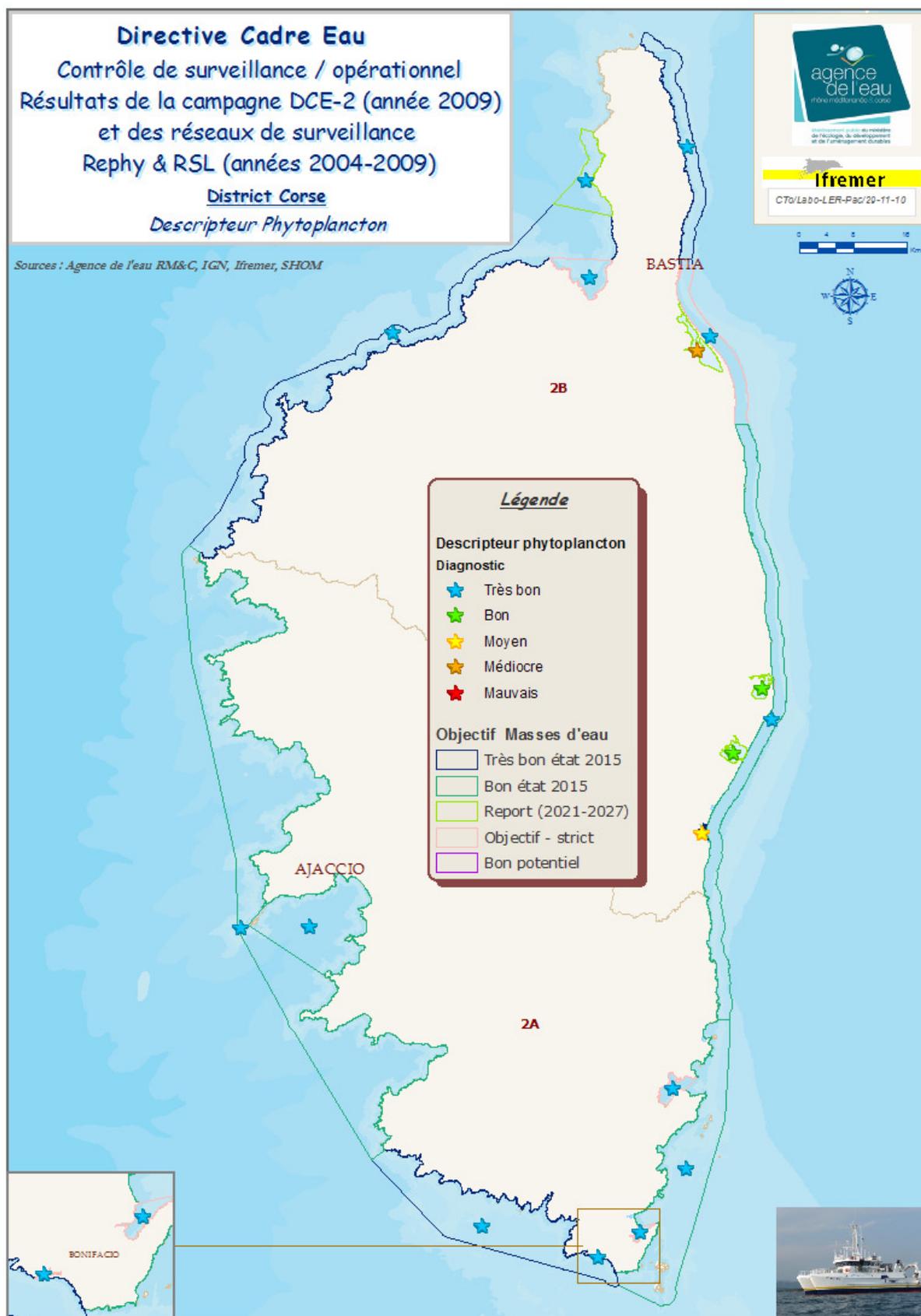
Représentation cartographique de l'état du descripteur "Chimie matière vivante".



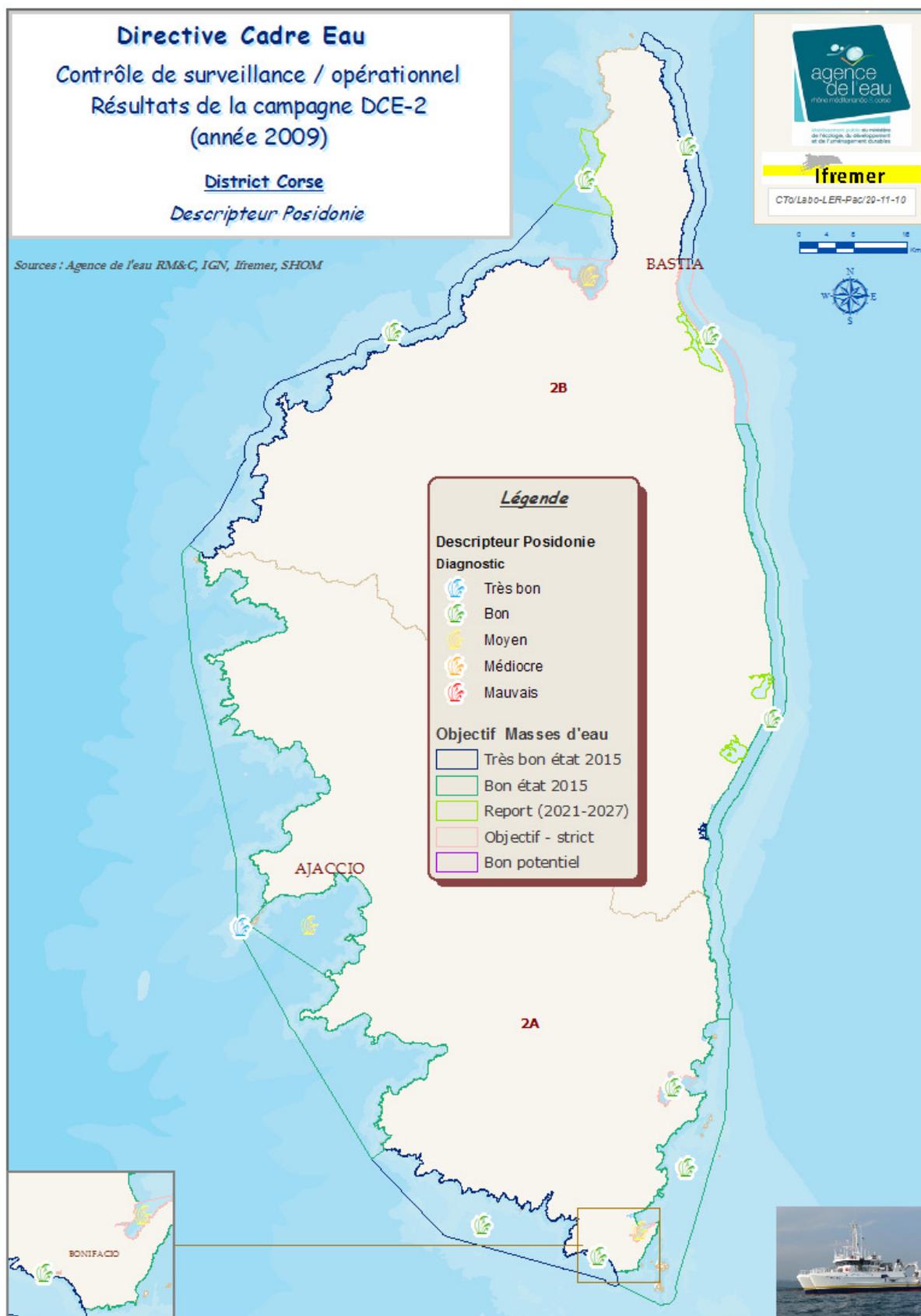
Représentation cartographique de l'état descripteur "Chimie Eau".



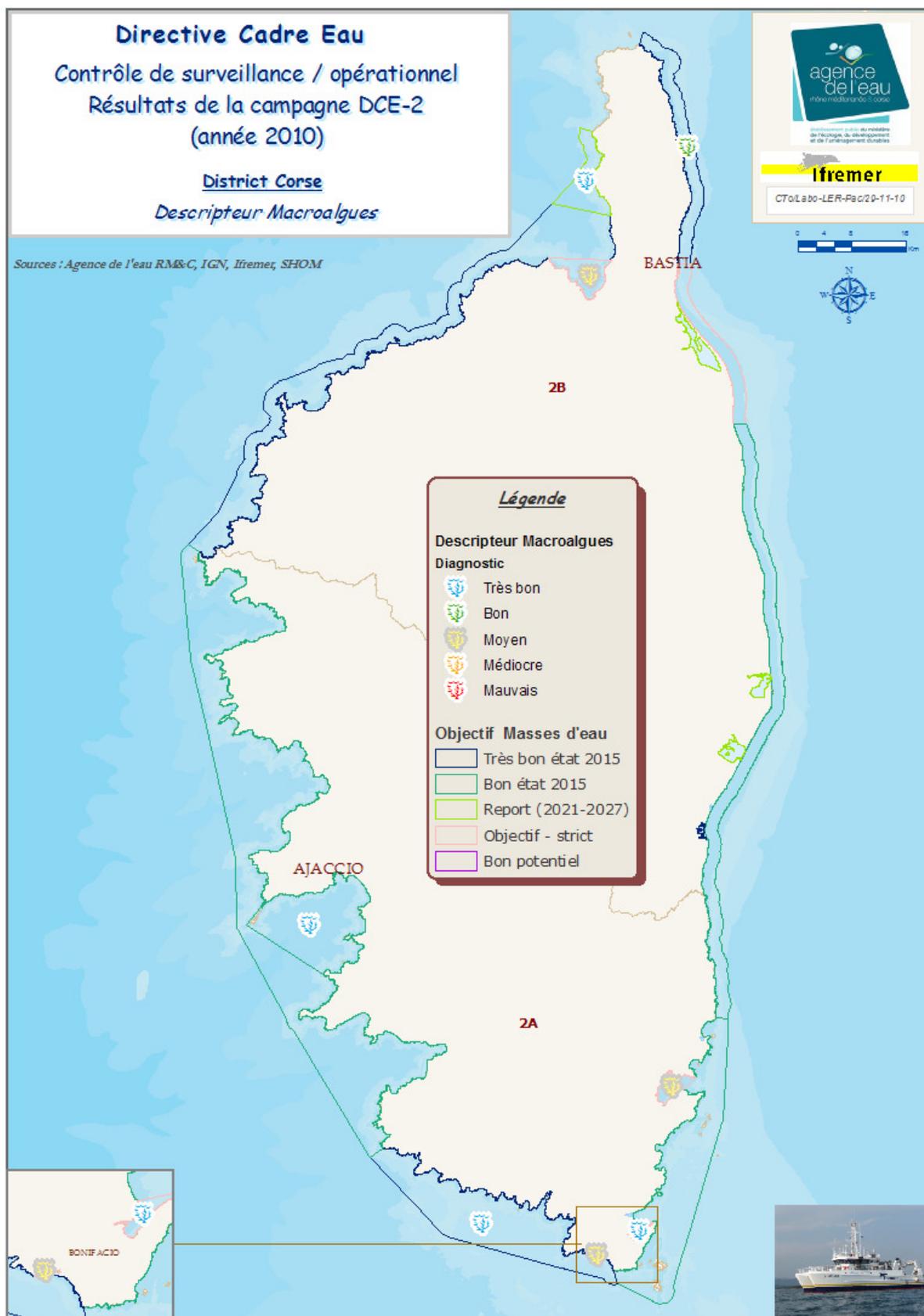
Représentation cartographique de l'état du descripteur "Hydrologie".



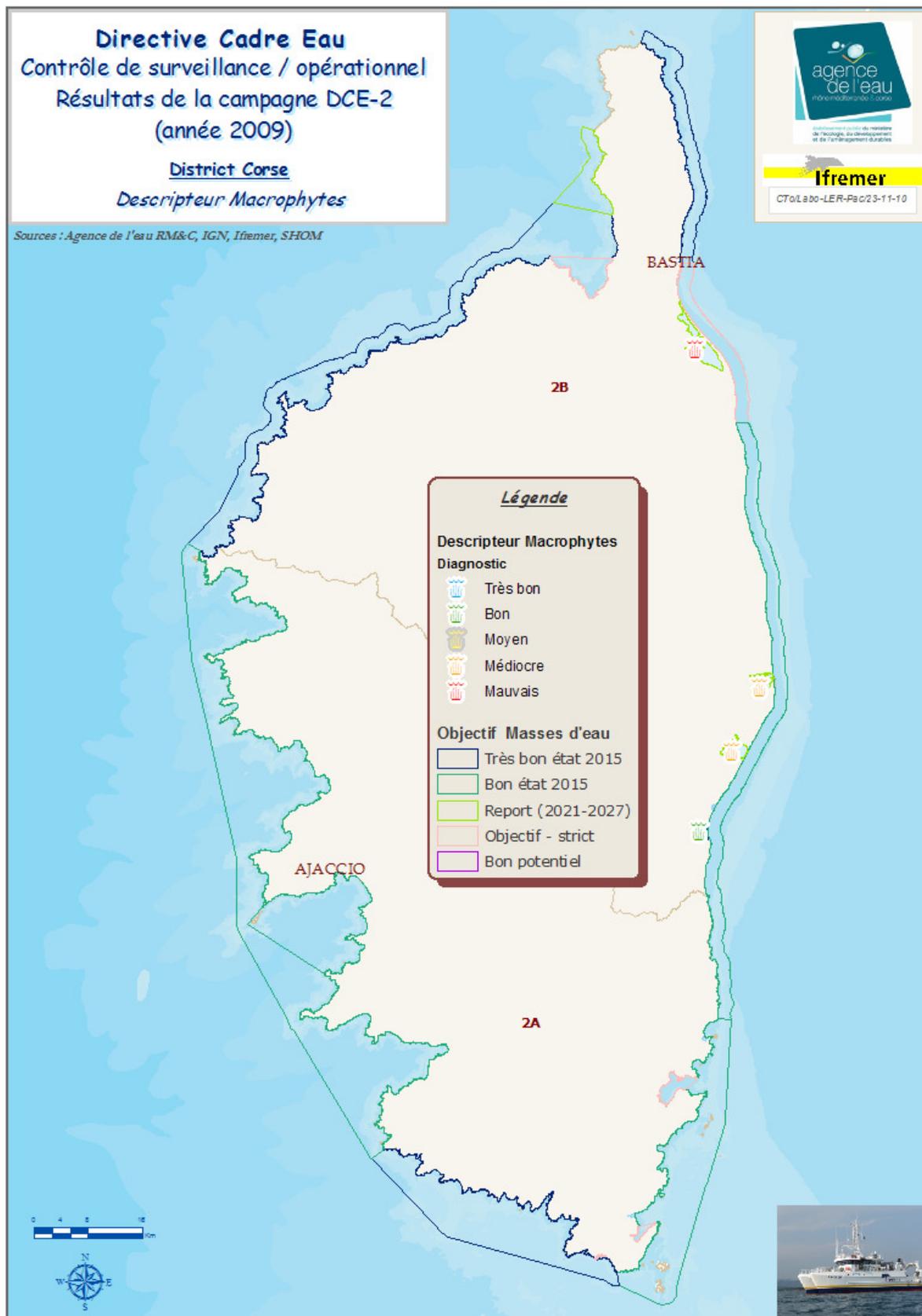
Représentation cartographique de l'état du descripteur "Phytoplancton".



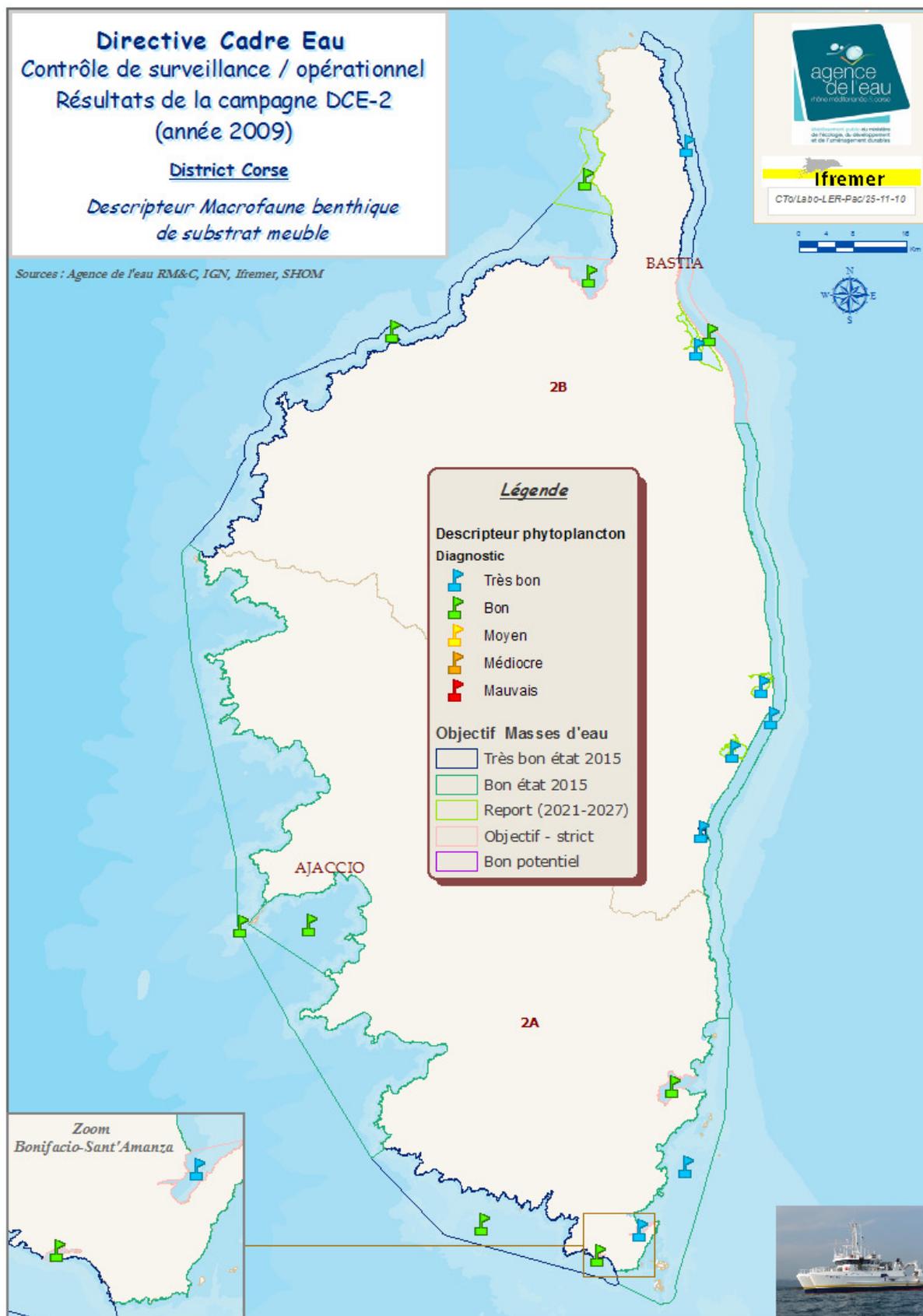
Représentation cartographique de l'état du descripteur "Posidonie".



Représentation cartographique de l'état du descripteur "Macroalgues".



Représentation cartographique de l'état du descripteur "Macrophytes".



Représentation cartographique de l'état du descripteur  
 "Macrofaune benthique de substrat meuble".

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aminot A., Kérouel R. (2004). Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. Ed Ifremer, 336 p.

Andral B., Orsoni V. 2007. Directive Cadre Eau. Mise en oeuvre du Contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District RHÔNE et CÔTIERS MEDITERRANEENS. RST. DOP/LER-PAC/07-29. 144 p.

Andral B., Tomasino C. 2010. Réseau Intégrateurs Biologiques – Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2009. RST. DOP/LER-PAC/10-15. 88p.

Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., García M., Mangialajo L., de Torres M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 172-180.

Borja A., Franco J., Perez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.

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

Chéry A., Gobert S., Chevillot X., Lejeune P. 2010. Directive Cadre Eau - Utilisation du bioindicateur *Posidonia oceanica* pour qualifier les masses d'eau côtières, sous-écorégion Corse - Campagne 2009. Contrat Agence de l'eau RM&C/Ifremer/Stareso. 31p.

Circulaire DCE 2007/20 du 5 mars 2007 relative à la constitution et la mise en oeuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux littorales (eaux de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

Davison W., Zhang H. 1994. In situ speciation measurements of trace components in natural waters using thin-film gels. *Nature* 367: 546-548.

Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, dite "Directive Cadre Eau".

Directive 2008/105/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les

directives du Conseil 82/176/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, et modifiant 1 directive 2000/60/CE.

Giraud G. 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Aix-Marseille II, France : 1-150.

Giraud G. 1979. Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle de Marseille* 39 : 33-39.

Gobert S., Sartoretto S., Rico-Raimondino V., Andral B., Chery A., Lejeune P., Boissery P. 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Marine Pollution Bulletin* 58 (11): 1727-1733.

Gonzalez J-L, Munaron D., Sargian P., Tapie N., Budzinski H., Guyomarch J., Van Ganse S., Andral B., Tomasino C. 2011. Campagne DCE 2009: utilisation des échantillonneurs passifs (DGT, POCIS, SBSE) pour l'évaluation de l'état chimique de masses d'eau méditerranéennes.

Gouillieux B., Bachelet G., de Montaudouin X., Blanchet H., Grémare A., Lavesque N., Ruellet T., Dauvin J.-C., Sauriau P.-G., Desroy N., Nebout T., Grall J., Barillé A.-L., Hacquebart P., Meirland A., Jourde J., Labrune C., Amouroux J.-M., Derolez V., Pelaprat C., Thorin S. 2010. Proposition d'un indicateur benthique pour la qualification des masses d'eaux de transition pour la directive cadre sur l'eau – Lagunes méditerranéennes. Rapport CNRS, Action A 231. 50p.

Guillaumot B., Gautier E. 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE – IFREMER/DYNECO/VIGIES/05-11/REBENT : 152p.

Ibouily G. 1981. Etude sédimentologique de la rade de Marseille. Ph. D. Thesis. Aix-Marseille II. 130p.

Lepage M., Girardin M., Bouju V. 2009. Inventaire poisson dans les eaux de transition. Procédure. Protocole d'échantillonnage pour le district Rhône Méditerranée Corse. Version 3 révisée le 17/12/2009. 26p.

Licari M.L. 1998. Mise au point d'un système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire. Thèse de Doctorat, Ecole Pratique des Hautes Etudes.

MED-GIG 2007. Technical Report, section 5 : Angiosperms :1-9.

Meinesz A., Laurent R. 1978. Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes (France). Campagne Poséidon 1976. *Botanica Marina* 21(8) : 513-526.

Muxika I., Borja A., Bald J. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 16-29.

Pearson T., Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Reviews* 16: 229-311.

Pelaprat C., Donnay A., Chery A., Missa A., Lejeune P. 2010a. Mise en œuvre du contrôle de surveillance et opérationnel au titre de la directive cadre eau pour l'indicateur benthos de substrat meuble dans le district Corse (Eaux côtières). Contrat Stareso/Ifremer. 40p.

Pelaprat C., Donnay A., Chery A., Missa A., Lejeune P. 2010b. Mise en œuvre du contrôle de surveillance et opérationnel au titre de la directive cadre eau pour l'indicateur benthos de substrat meuble dans le district Corse (Eaux de transition). Contrat Stareso/Ifremer. 40p.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F. 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances. *Mésogée* 54 : 3-29.

Pergent-Martini C., Rico-Raimondino V., Pergent G. 1994. Primary production of *Posidonia oceanica* in the Mediterranean Basin. *Marine Biology* 120: 9-15.

Thibaut T., Markovic L., Blanfune A., 2010. Rapport d'état écologique des masses d'eau – Littoral rocheux de la Corse. Contrat Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse/Université de Nice-Sophia Antipolis. 24p.