

Laurent Guérin
Patrick Le Mao
Nicolas Desroy

RST.DOP-LER/FBN-07-003-sm

Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : état des lieux et propositions

> District Artois-Picardie

Février 2007



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique :	date de publication : février 2007 nombre de pages : 64 pp. + annexes bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) :état des lieux et propositions – District Artois-Picardie	
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) principal(aux) : Guérin Laurent Le Mao Patrick Desroy Nicolas	PDG / DOP / LER / FBN-Saint Malo
Cadre de la recherche : Soutien à la Directive Cadre Eau	
Destinataires : Agence de l'eau Artois-Picardie, DIREN Nord Pas de Calais et Picardie, Rebent	
Résumé Ce rapport présente l'état d'avancement, en février 2007, de la définition du réseau benthique répondant aux exigences de la DCE, à mettre en place à partir de 2007, sur l'ensemble des masses d'eau côtières et de transition rattachées aux districts Artois-Picardie	
Abstract This progress report summarizes actual advancements (February 2007) in order to propose a monitoring benthic network according to the European Water Framework Directive for the area concerned by the Artois-Picardie water district	
Mots-clés Directive Cadre Eau, Benthos, Réseau de surveillance, Manche	
Words keys European Water Framework Directive, Benthos, Monitoring Network, the Channel	

SOMMAIRE

1. RAPPEL DU CONTEXTE DCE, OBJECTIFS DE L'ETUDE	1
1.1. Rappel des attendus relatifs aux éléments de qualité biologique du benthos marin pour la DCE (Guillaumont <i>et al.</i> , 2006 [1])	1
1.2. Rappel des caractéristiques des Masses d'Eau du District côtier Artois-Picardie	3
1.3. Objectifs de l'étude	6
1.3.1. Contexte : octobre 2005, convention relative à la coordination générale du projet Rebent DCE Manche sur la période 2005/2006	6
2. ETAT DES LIEUX	8
2.1. Sources et procédures de synthèse des données	8
2.2. Veille documentaire	8
2.3. Zonal et sectoriel	8
2.3.1. Bathymétrie	8
2.3.2. Sédimentologie	11
2.3.3. Habitats (ensembles biosédimentaires et habitats remarquables)	11
2.4. Suivi stationnel	16
2.5. Bilan des acquis sur les masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance	21
2.5.1. Masse d'eau de transition AT01, estuaire de la Somme	21
2.5.2. Masse d'eau côtière AC05, Tréport - Boulogne	21
2.5.3. Masse d'eau côtière AC03, Cap Gris Nez	22
2.5.4. Masse d'eau côtière AC02, Dunkerque - Calais	23
2.5.5. Masse d'eau de transition AT03M, Port de Calais	23
2.5.6. Masse d'eau côtière AC01, Malo - Bray-Dunes	24
3. CHOIX DES PROTOCOLES POUR LA DEFINITION DES ETATS DE REFERENCE ET LE CONTROLE DE SURVEILLANCE (D'APRES GUILLAUMONT <i>ET AL.</i>, 2006 [1])	25
3.1. Rappel des obligations / recommandations de la DCE	25
3.1.1. Végétation benthique	25
3.1.2. Invertébrés benthiques	25
3.2. Rappel des recommandations issues des groupes d'experts nationaux	26
3.2.1. Paramètres biologiques "Végétation benthique"	26
3.2.2. Paramètres biologiques "Invertébrés benthiques"	31
3.3. Etudes complémentaires	32
4. PROPOSITION POUR LES ETATS DE REFERENCE	33
5. PROPOSITION POUR LE CONTROLE DE SURVEILLANCE	37
5.1. Paramètres biologiques "Végétation benthique"	37
5.2. Paramètres biologiques "Invertébrés benthique"	38
5.3. Fréquences et calendrier des actions 2007-2012	53
6. BANCARISATION DES DONNEES	59
7. CONCLUSIONS - PERSPECTIVES	60
8. PARTENAIRES ACTUELS (2006-2007) DU REBENT-DCE-MANCHE (HORS IFREMER, AGENCES DE L'EAU ET DIREN)	62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	63
ANNEXES	

1. Rappel du contexte DCE, objectifs de l'étude

1.1. Rappel des attendus relatifs aux éléments de qualité biologique du benthos marin pour la DCE (Guillaumont *et al.*, 2006 [1])

L'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) [2] nécessite la mise en place de contrôles pour évaluer l'état écologique des Masses d'Eau côtières et de transition avec comme objectif l'atteinte du bon état en 2015. L'ensemble des Eaux côtières, dont la limite extérieure s'établit à 1 mille de la ligne de base, et des Eaux de transition, correspondant aux eaux de surface situées près des embouchures de rivières et partiellement salines mais influencées par les eaux douces, a fait l'objet d'un découpage en Masses d'Eau. Ces Masses d'Eau ont été définies en fonction de leurs caractéristiques physiques ainsi que des pressions qui s'y exercent et une typologie a été établie (figure 1).

Sur ces Masses d'Eau, différents types de contrôle peuvent être exercés :

- **contrôle de surveillance** appliqué sur une sélection de Masses d'Eau considérées comme représentatives en se référant à la typologie préétablie.

Les objectifs de cette surveillance sont de :

« (...) concevoir de manière efficace et valable les futurs programmes de surveillance, évaluer les changements à long terme des conditions naturelles, évaluer les changements à long terme résultant d'une importante activité anthropogénique. »
(Annexe V – art. 1.3.1).

- **contrôle opérationnel** appliqué sur les Masses d'Eau présentant un Risque de Non Atteinte du Bon Etat Ecologique (RNBAE) d'ici 2015, afin d'en établir l'état et d'en évaluer les changements dus aux programmes de mesure mis en place,
- **contrôle additionnel** requis pour les zones protégées (notamment les zones de protection d'habitat et/ou d'espèces résultant des directives européennes "Oiseaux" [3] et "Habitats" [4]), risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux,
- **contrôle d'enquête** appliqué aux Masses d'Eau présentant un RNABE pour des raisons inconnues, ainsi qu'aux zones touchées par des pollutions accidentelles, pour lesquelles le benthos est un indicateur privilégié de l'ampleur et de l'incidence des contaminations.

L'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE, précise les paramètres biologiques qui participent à l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau côtières :

« *Composition, abondance et biomasse du phytoplancton*
Composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton)
Composition et abondance de la faune benthique invertébrée ».

Dans le cadre du contrôle de surveillance, la végétation benthique (macroalgues et angiospermes), ainsi que les macroinvertébrés benthiques, doivent obligatoirement être pris en considération (Annexe V) :

« 1.3.1. Conception du contrôle de surveillance :

(...) *Le contrôle de surveillance est effectué pour chaque site de surveillance, (...) pour les paramètres indicatifs de tous les éléments de qualité biologique (...).* »

Pour les contrôles opérationnels on retiendra les éléments les plus sensibles :

« 1.3.2. Conception des contrôles opérationnels :

(...) Afin d'évaluer l'ampleur des pressions auxquelles les masses d'eau de surface sont soumises, les États membres contrôlent les éléments de qualité qui permettent de déterminer les pressions auxquelles la ou les masses sont soumises. Afin d'évaluer l'incidence de ces pressions, les États membres contrôlent (...) les paramètres permettant de déterminer l'élément de qualité biologique ou les éléments qui sont les plus sensibles aux pressions auxquelles les masses d'eau sont soumises (...). »

A partir du texte de la DCE, des travaux de réflexion ont été conduits au niveau européen (travaux du groupe COAST, aboutissant notamment à des recommandations générales consignées dans le rapport *Guidance on monitoring* [5] destiné à guider les stratégies à mettre en œuvre dans chaque pays, travaux des groupes informels d'intercalibration NEA GIG*), chaque pays restant libre de définir la stratégie de surveillance la plus adaptée, avec toutefois un impératif d'intercalibration sur le classement relatif à l'état écologique des Masses d'Eau défini selon 5 niveaux (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais) (Art. 1.2. de l'annexe V de la DCE [2]).

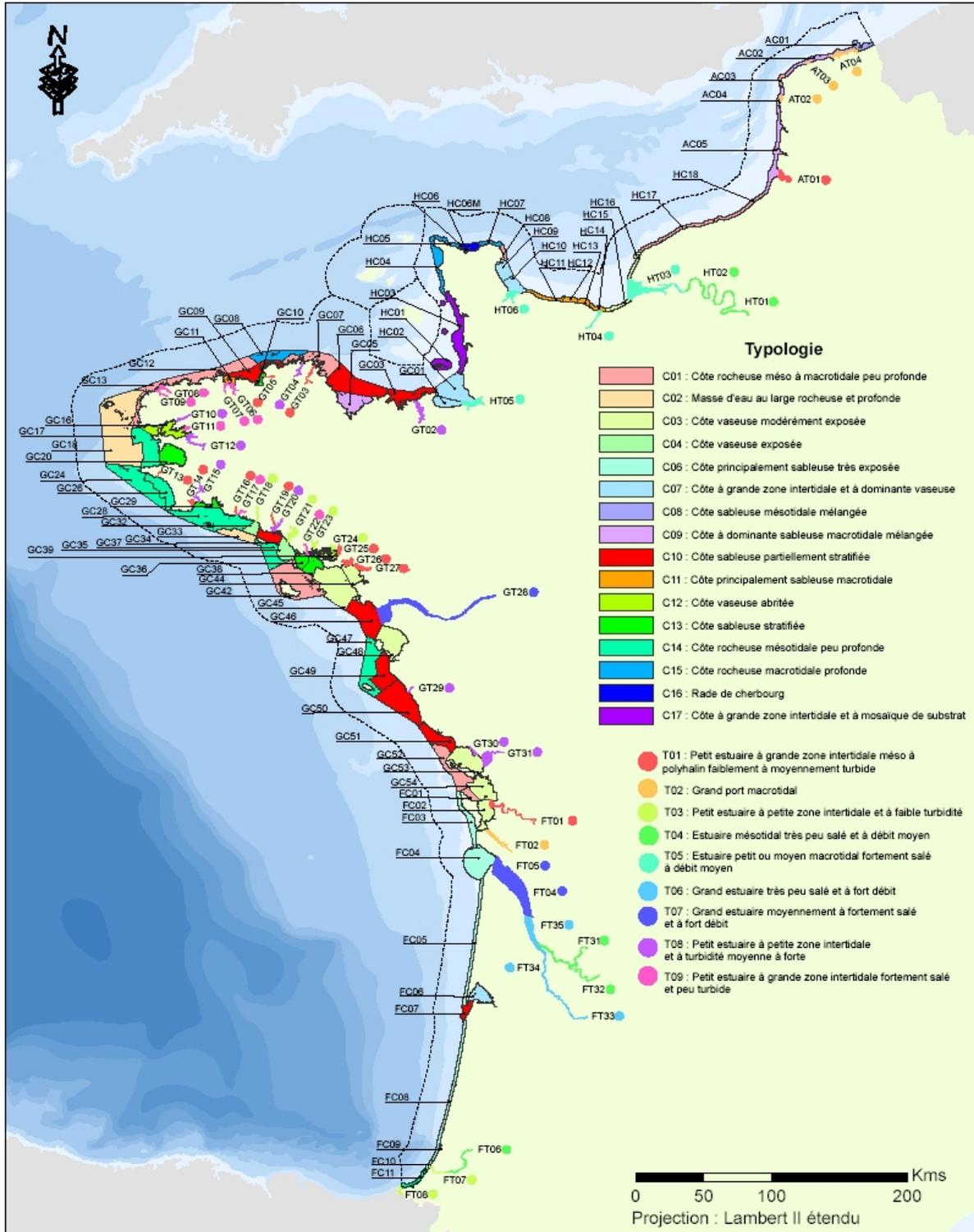
Au niveau national, le travail de groupes d'experts nationaux coordonnés par Ifremer (groupes "Végétation" et "Invertébrés benthiques") a permis d'élaborer, sur la base de l'expérience des réseaux actifs (Réseau de Suivi des Posidonies en Méditerranée et Rebent* Bretagne), des documents échangés par les différents pays (notamment dans le cadre des groupes chargés de l'intercalibration) et de l'expérience des différents experts, des recommandations consignées dans un document intitulé "Recommandations pour un programme de surveillance du benthos marin adapté aux objectifs de la DCE" (Guillaumont B. et Gauthier E. (Coord.), 2005 [6]). Une sélection d'habitats pertinents a été proposée et pour chaque type d'habitat, la stratégie d'échantillonnage ainsi que les fréquences ont été précisées pour le contrôle de surveillance. Pour ce qui concerne les invertébrés benthiques, la priorité retenue concerne essentiellement le suivi de la faune des sédiments fins (effectué sur des points subtidaux et le cas échéant intertidaux). Pour la végétation, les modalités de suivi sont adaptées à chaque type d'habitat : schorres, phanérogames marines (en distinguant les différents herbiers de zostères et posidonies), macroalgues intertidales ou subtidales (en distinguant le suivi des zones intertidales, des ceintures de laminaires ou des ceintures du linéaire côtier méditerranéen...), bancs de maërl ou autres faciès d'algues calcaires libres ; les blooms d'algues vertes sont également pris en compte. Les suivis de la végétation peuvent être effectués à partir de mesures ponctuelles et/ou de critères d'extension spatiale. Des fiches techniques ont été élaborées. Des travaux à venir, à réaliser au plan national et international, devront préciser les modalités d'agrégation des différents indicateurs ainsi que les seuils de classification. Des pistes sont indiquées dans le document pré-cité et un document intitulé "Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier" (Grall J. et Coïc N., 2006 [7]), concernant principalement la faune invertébrée, a été édité dans le cadre de Rebent. Quelques éléments complémentaires ont été également spécifiés pour le contrôle opérationnel, les eaux de transition et la prise en compte des espèces envahissantes.

* NorthEast Atlantic Geographical Intercalibration Group

* Rebent : Réseau benthique (<http://www.rebent.org/>)

1.2. Rappel des caractéristiques des Masses d'Eau du District côtier Artois-Picardie

Le district côtier Artois-Picardie est composé de 5 masses d'eaux côtières et de 4 masses d'eaux de transition (figure 2 ; tableau 1).



Ifremer DYNECO/VIGIES, mise à jour le 18 août 2005

Figure 1 : Typologie des Masses d'Eau (source : projet "Soutien à la DCE")

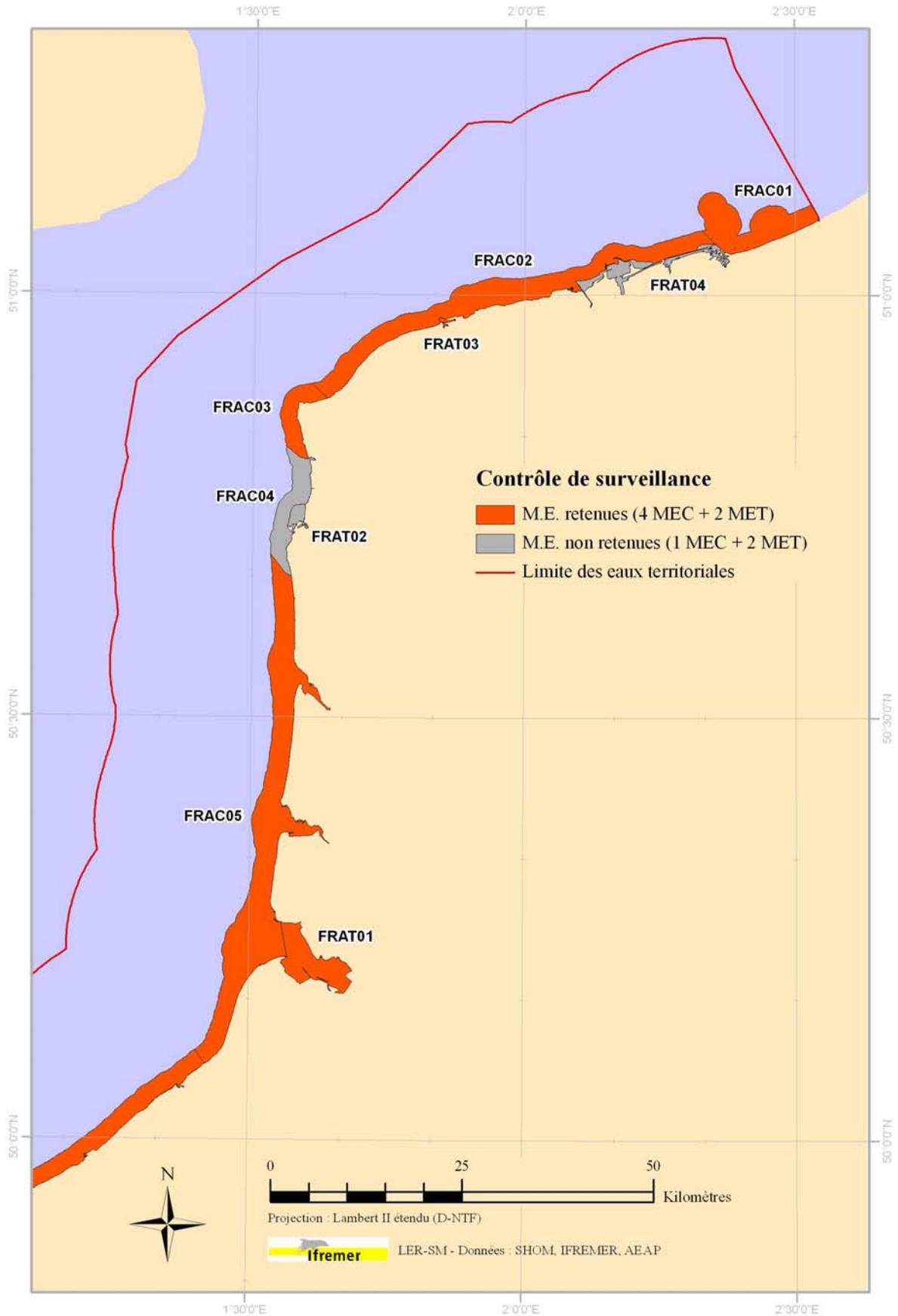


Figure 2 : Masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance.

Tableau 1 : Descriptif par type des masses d'eau côtières et de transition du district Artois-Picardie (m.e. = masse d'eau DCE ; RNABE = Risque de Non-Atteinte du Bon Etat écologique en 2015)

Code et type de masse d'eau		Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	m.e. fortement modifiée	RNABE 2015	m.e. (km ²)	estran (km ²)	%estran
C01	Côte rocheuse méso- à macrotidale peu profonde	AC03	Cap Gris Nez	non	Fort risque	25,5	4,4	17,4
C08	Côte à dominante sableuse mésotidale mélangée	AC01	Malo - Bray-Dunes	non	Fort risque	65,8	7,7	11,7
C09	Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée	AC05	Tréport - Boulogne	non	Fort risque	234,4	107,2	45,7
		AC04	Wimereux	non	Fort risque	36,3	5,9	16,4
		AC02	Dunkerque - Calais	non	Fort risque	143,2	31,3	21,9
T01	Petit estuaire macrotidal	AT01	Estuaire de la Somme	non	Fort risque	40,5	40,5	100,0
T02	Grand ports macrotidaux	AT02M	Port de Boulogne	oui	à définir	5,3	1,8	34,9
		AT03M	Port de Calais	oui	à définir	0,9	0,0	0,0
		AT04M	Port de Dunkerque	oui	à définir	19,7	8,6	43,7
Total						571,5	207,5	36,3

Le groupe de travail "DCE littoral Artois-Picardie" a défini pour l'ensemble du bassin Artois-Picardie les masses d'eau qui doivent faire l'objet du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel.

Au total 4 masses d'eau côtières (appartenant aux 3 types représentés) ont été retenues pour le contrôle de surveillance ainsi que 2 masses d'eau de transition (appartenant aux 2 types représentés) (tableau 2).

Tableau 2 : Masses d'eau côtières et de transition du district Artois-Picardie retenues pour le contrôle de surveillance

Eaux côtières	Eaux de transition
<i>Type 1</i> : AC03	<i>Type 1</i> : AT01
<i>Type 8</i> : AC01	<i>Type 2</i> : AT03M
<i>Type 9</i> : AC02, AC05	

La sélection des masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance dans le district Artois-Picardie est représentée dans la figure 2.

1.3. Objectifs de l'étude

1.3.1. Contexte : octobre 2005, convention relative à la coordination générale du projet Rebent DCE Manche sur la période 2005/2006

Article 1 : objet de la convention.

La Directive Cadre sur l'Eau impose aux Etats membres la mise en place de réseaux de suivi de la qualité des masses d'eau côtières à partir du 1^{er} janvier 2007. Le compartiment benthique doit obligatoirement être pris en compte dans ces suivis, et des indicateurs d'état de la macrofaune et du phytobenthos devront avoir été validés d'ici à la fin 2006, pour être utilisés en routine ensuite.

De même, la définition précise de réseaux benthiques pérennes par façade maritime devra avoir été réalisée pour fin 2006.

Afin d'avoir une approche cohérente et homogène pour la façade maritime Manche mer du Nord, l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) et les DIREN Nord Pas-de-Calais et Picardie ont confié à l'IFREMER la mission de coordination générale de définition du Réseau Benthique à mettre en place en Manche dans le cadre de la DCE, et ce, en concertation avec les DIREN de Basse Normandie, de Haute Normandie, ainsi que l'Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP).

Ce réseau portera le nom de **Rebent DCE Manche**.

La mission confiée à l'IFREMER consiste en la maîtrise d'ouvrage, sur la période 2005/2006, de la définition du réseau répondant aux exigences de la DCE, à mettre en place à partir de 2007, sur l'ensemble des masses d'eau côtières et de transition rattachées aux districts Seine Normandie et Artois Picardie, *i.e.* de la limite de la région Basse Normandie en baie du Mont St Michel jusqu'à la frontière Belge.

Article 2 : définition de la mission :

La mission comprend :

- la définition/caractérisation des actions à engager durant le temps de la mission afin de parachever l'état des lieux, ainsi que pour la phase suivante de suivi pérenne : le rapport final devra préciser les actions à mener en routine, les maîtres d'œuvre et d'ouvrage de ces actions, leurs coûts et durées,
- le soutien aux Agences de l'Eau et DIREN pour l'établissement de cahiers des charges des études et actions à mener, à la fois durant la mission, mais aussi pour le lancement de la phase suivante de suivi pérenne,
- la préparation/coordination des campagnes de terrain à réaliser durant le temps de la mission*, et la coordination des maîtres d'œuvre desdites campagnes (ces campagnes ne sont

* La mission ne comprend pas l'acquisition proprement dite de données complémentaires permettant de parachever l'état des lieux ou participant à la définition du réseau pérenne. Les opérations permettant de les acquérir feront l'objet de conventions particulières. Elle ne comprend que la définition de ces opérations, le soutien aux partenaires financiers pour l'établissement des cahiers des charges avant lancement d'appel d'offre, la bancarisation ou l'aide à la bancarisation des données produites, et l'intégration des synthèses produites dans le projet général Rebent DCE Manche.

pas parfaitement définies à la date de signature de la présente convention, mais, *a priori*, il serait nécessaire de faire réaliser :

- une campagne d'évaluation de la qualité du macrozoobenthos sur l'ensemble des zones de sédiments meubles de la façade maritime,
 - la réactualisation des données disponibles, mais anciennes, sur le niveau inférieur de la ceinture à laminaires,
 - une étude sur les peuplements de macroalgues en intertidal, et leur évolution (quand des données antérieures existent),
 - une étude sur les angiospermes des schorres, et leur évolution (quand des données antérieures existent).
- le suivi du déroulement des travaux menés par des partenaires extérieurs durant le temps de la mission, notamment afin de garantir une adéquation avec les autres volets de la surveillance.
 - le soutien à l'animation du comité de suivi comprenant des représentants des 2 Agences, des 4 DIREN et de l'IFREMER,
 - la veille à ce que les données produites dans le cadre des études complémentaires réalisées durant le temps de la mission puissent être bancarisées dans la base Quadrigé2 dès qu'elle sera opérationnelle, ou à leur bancarisation temporaire en attendant la fonctionnalité de Quadrigé2.

Article 3 : durée de la mission :

Cette mission fait suite à une première phase de synthèse bibliographique des données benthiques existantes et d'identification des partenaires potentiels, menée sur le littoral normand. Cette première phase s'achèvera fin janvier 2005. La présente mission débutera le 1er novembre 2005, et s'achèvera le 31 décembre 2006. [*Cette première phase s'est achevée en avril 2005 par un Avant-Projet Sommaire du réseau de surveillance benthique du District Seine-Normandie [8]. La présente mission a débutée le 16 janvier 2006*].

Article 4 : rendu des résultats :

La mission fera l'objet d'un rapport d'avancement des travaux en mars 2006 [9], le rapport final de synthèse devant être remis en décembre 2006.

Ce rapport final présentera de façon détaillée l'organisation nécessaire au lancement puis à la conduite opérationnelle du suivi pérenne à mener dans le cadre du Revent DCE Manche à partir de janvier 2007.

Il devra comprendre la présentation des suivis à réaliser au sein des différentes masses d'eau, la répartition des tâches et financements entre partenaires pour y parvenir, le phasage des suivis, ainsi que les protocoles de bancarisation et de synthèse des données produites et à produire.

Les données acquises lors de la présente mission seront disponibles, qu'il s'agisse de données brutes ou de cartographies de synthèse, soit via Quadrigé² si la base est opérationnelle fin 2006, soit directement auprès de l'IFREMER (elles seront alors stockées dans la base Quadrigé² dès que cette base deviendra opérationnelle).

2. Etat des lieux

2.1. Sources et procédures de synthèse des données

Dans la perspective d'une étude coordonnée, une Base d'Information Géoréférencée (B.I.G.) multithématique a été constituée (logiciel ArcGIS 9.1) de façon commune aux deux districts Seine-Normandie et Artois-Picardie.

Les données concernant le milieu physique (trait de côte, bathymétrie, sédiments), les réglementations, les limites administratives ont été obtenues via le serveur intranet de données SEXTANT (http://w3.ifremer.fr/sextant_v2/index.html) et les données écologiques (cartes biosédimentaires) sur le site du Rebent (<http://www.rebent.org/>). L'harmonisation de ces couches d'information (projections en lambert 2 étendu et vérification de la bonne superposition, correction des entités, de la géométrie et de la topologie, ajustements spatiaux, synthèse et uniformisation des symboles et légendes, ...) a permis de rendre cette B.I.G. fonctionnelle. La figure 3 illustre les différentes couches d'information thématiques intégrées actuellement à la B.I.G. Rebent-DCE Manche.

2.2. Veille documentaire

Une synthèse bibliographique géoréférencée détaillée des connaissances biologiques (études, cartographies) du milieu marin du district Artois-Picardie a été réalisée en 2000 [10, 11]. Au cours de la phase 2006, la veille documentaire s'est poursuivie et un fond complémentaire a été constitué (fichiers et documents papiers). Peu de données numérisées et géoréférencées sont actuellement disponibles. Seules les études disponibles, principales et/ou récentes sont citées au paragraphe 2.5.

2.3. Zonal et sectoriel

Parmi l'ensemble des informations surfaciques couvrant tout ou partie du district, il est utile ici de faire le point sur les données existantes et disponibles (*cf.* 2.1 et figures 4 et 5) et notamment celles ayant une importance structurante directe sur le benthos.

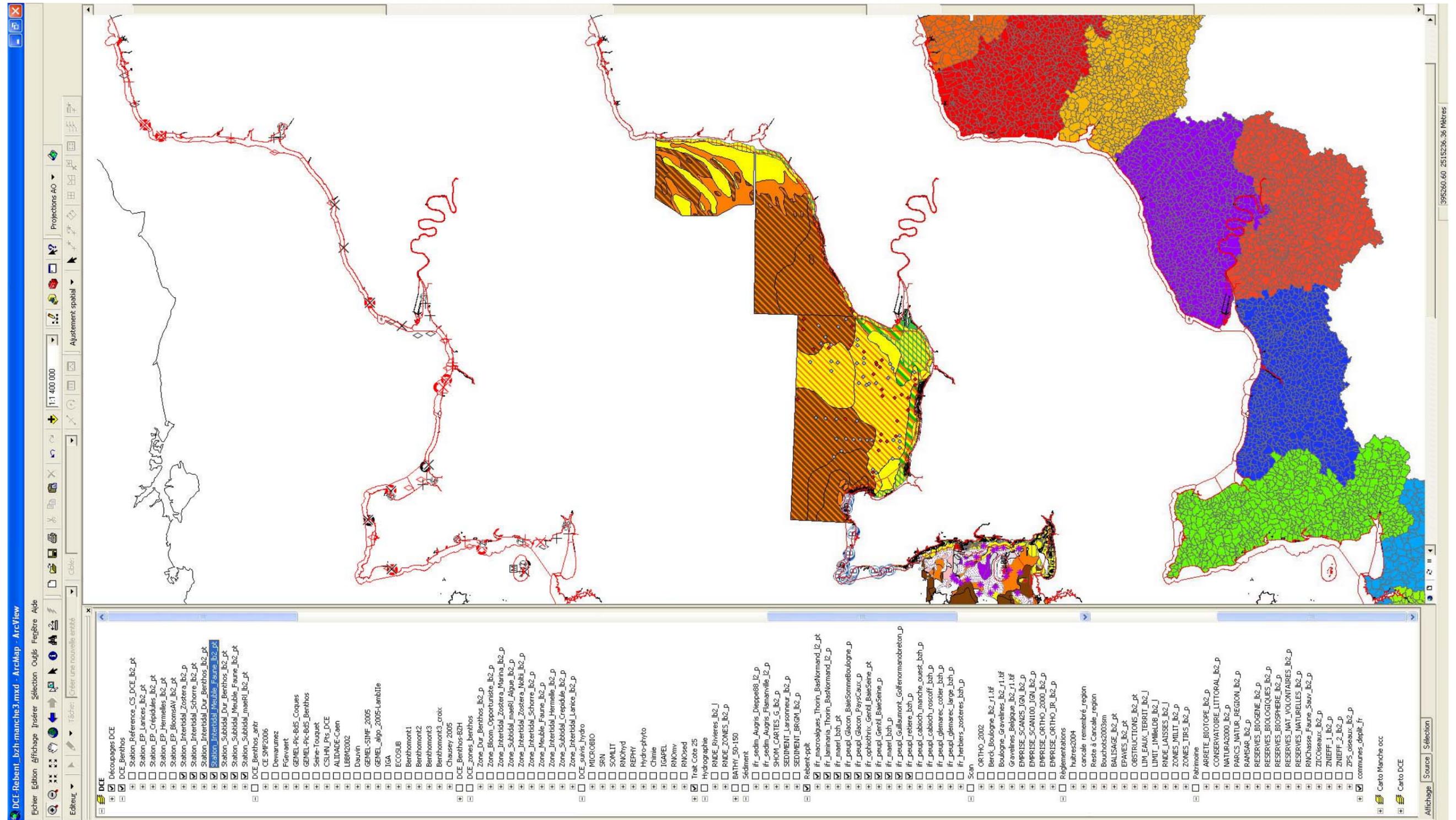
2.3.1. Bathymétrie

L'ensemble du district est couvert par plusieurs cartes, à plusieurs échelles, toutes issues du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), organisme producteur de données bathymétriques et utiles à la navigation. Ces couches d'informations sont régulièrement mises à jour et sont une référence au niveau national et international. Les références des cartes existantes sont :

- 6824, 6735 (échelle 1/150 000)
- 7416, 7323, 6651, 7214 (échelles du 1/75 000 au 1/43 000)

Le trait de côte, l'estran et les laisses de hautes et basses mer sont disponible à l'échelle du 1/25 000. Le comité interministériel de la Mer (CIMER) du 29 avril 2003 a prescrit aux deux grands producteurs de données littorales : l'IGN (dominante terrestre) et le SHOM (dominante marine) de créer un nouveau référentiel géographique du littoral (RGL). Le projet Litto3D (projet commun IGN-SHOM), né de cette ambition, pourrait être une source de données à la fois précise et continue sur la topographie du littoral. En outre, dans le cadre de divers projets et partenariats dans lesquels Ifremer est impliqué, des données sectorielles à haute résolution sont actuellement en cours d'acquisition sur l'ensemble du littoral français, via les techniques Lidar et/ou la cartographie par sonar latéral et sondeurs multifaisceaux. Une couverture complète au Lidar de la baie du mont Saint-Michel a ainsi été entièrement réalisée en 2002 (données fondation Total, Ifremer), dans le cadre du chantier PNEC.

Figure 3 : Arborescence et détails des couches d'informations géoréférencées intégrées à la B.I.G. Rebert-DCE-Manche en janvier 2007 (système de projection Lambert 2 étendu D-NTF)



2.3.2. Sédimentologie

Quelques cartes sédimentaires sont disponibles pour le secteur Artois-Picardie, mais leur hétérogénéité, en terme de méthodes d'acquisition, d'échelles, d'anciennetés et de classifications des catégories sédimentaires nécessite une sélection partielle et/ou un effort important d'harmonisation. Ce travail a été initié dans le cadre du pilote breton du Rebent et du programme MESH (Mapping European Seabed Habitats, <http://www.searchmesh.net/>). Les cartes actuellement disponibles au format numérique sont :

Cartes G du SHOM :

- 7416G (1/75 000), Abords sud de Boulogne-sur-Mer (Bizien R., 2000).
- 7323G (1/75 000), Natures de fond de Boulogne sur mer à Calais (Le Bot S. *et al.*, 2003).
- Vaslet D., Larsonneur C. et Auffret J-P., 1978. Carte des sédiments superficiels de la Manche et notice. BRGM éd., Orléans. Produit numérique Rebent Ifremer-BRGM, au 1/500 000 sous forme de polygones.

D'autres cartes, non disponibles actuellement au format numérique, existent cependant, ou sont en cours d'élaboration. Il s'agit de :

- Augris C., Clabaut P., Tessier B. et Carré D., 1995. Le domaine marin du Nord - Pas de Calais, Nature, morphologie et mobilité des fonds. Carte des formations superficielles sous-marines au 1/100 000. Rapport Ifremer et Conseil régional Nord - Pas de Calais.
- Programme INTERREG CHARM (<http://charm.canterbury.ac.uk/>).
- Loquet N., Desprez M., Talleux J-D., Dobroniak C., 1999. Comparaison des couvertures sédimentaires d'avril 1994 et de septembre 1998 réalisées dans la zone intertidale de l'estuaire de l'Authie. Rapport GEMEL.
- SOGREAH, 1997. Etude sédimentologique sur modèle réduit de la Baie de Somme. Rapport d'étude. SOGREAH, Conseil Général de la Somme.

2.3.3. Habitats (ensembles biosédimentaires et habitats remarquables)

Au bilan des acquis du Rebent (pilote breton) et MESH, l'ensemble des travaux de cartographie réalisés dans les années 1970-80 ont été numérisés et sont disponibles. Seule une partie des fonds d'Artois-Picardie est couverte et il existe des lacunes importantes dans les très petits fonds et un problème général d'harmonisation (hétérogénéité des méthodes d'acquisition, d'échelles, d'anciennetés et de classifications). Les cartes actuellement disponibles au format numérique pour le district Artois-Picardie sont :

- Cabioch L. et Glaçon, R., 1977. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale. Du cap d'Antifer à la baie de Somme. Compte rendu des séances de l'Académie des sciences, Paris, 285, série D, pp. 209-212. Produit numérique Rebent Ifremer-Université-CNRS, au 1/650 000 sous forme de polygones, 2004.
- Cabioch L. et Glaçon R., 1975. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, de la Baie de Somme au Pas-de-Calais, C. R. Acad. Sc. Paris, t. 280 (27 janvier 1975), Série D, p. 491-494. 1/650 000. Produit numérique Rebent Ifremer-Université-CNRS, 2004.

D'autres travaux récents seraient susceptibles de fournir des cartes d'habitats ou des données environnementales spatialisées, non disponibles actuellement au format numérique. Il s'agit de :

- Davoult D., Dewarumez J-M., Prygiel J. et Richard A., 1988. Carte des peuplements benthiques de la partie française de la mer du Nord. Station marine de Wimereux, Ifremer et Conseil Régional Nord - Pas de Calais. *Invertébrés benthiques*.
- San Vincente L-E., 1995. Détermination des structures benthiques en Manche orientale au moyen de méthodes d'analyse multivariable et de techniques d'interpolation. Thèse de doctorat de l'université de Paris VI, France, 169 pp. *Invertébrés benthiques*.
- Desroy N., Warenbourg C., Dewarumez J-M. et Dauvin J-C., 2002. Macrobenthic resources of the shallow soft-bottom sediments in the eastern English Channel and southern North Sea. ICES Journal of Marine Science, 60, pp. 120-131. *Invertébrés benthiques*.
- Programme INTERREG CHARM (<http://charm.canterbury.ac.uk/>). *Invertébrés benthiques*.
- Desprez M., 1995. Ecosystème Baie de Somme : Distribution des peuplements benthiques et ichtyologiques de l'espace intertidal et de ses abords. Rapport GEMEL, Conseil Régional de Picardie. *Invertébrés benthiques (AT01)*.
- Divers programmes d'études de la baie de Somme (comme PICCEL) ont été menés par le GEMEL-Picardie depuis plusieurs années, dont une cartographie complète récente (2006) du macrozoobenthos intertidal et des schorres. *Invertébrés benthiques et schorres (AT01)*.
- Géhu J-M., Caron B. et Bon M., 1975. Données sur la végétation des prés-salés de la baie de Somme. Colloques phytosociologiques, la végétation des vases salées, Lille, 1975, 77, pp. 287-310. *Schorres (AT01)*.
- Gévaert F., 2001. Importance des facteurs de l'environnement et du phénomène de photoinhibition sur la production des grandes algues marines. Thèse de doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, UPRES-A-CNRS 8013 ELICO, Ecosystèmes Littoraux et Côtiers. *Macroalgues (AC03 et ACO2)*.

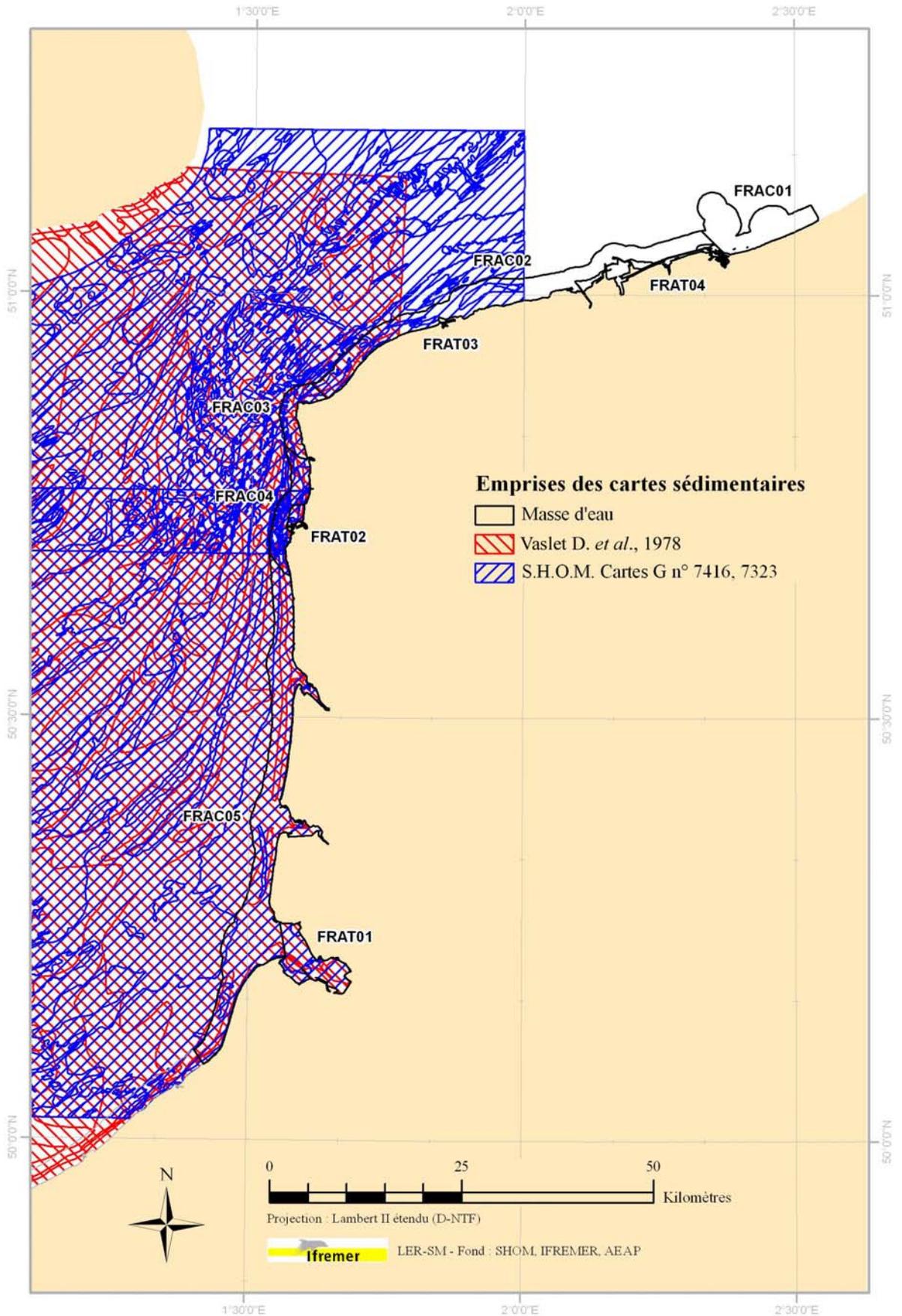


Figure 4 : Emprises des cartes sédimentaires numérisées disponibles

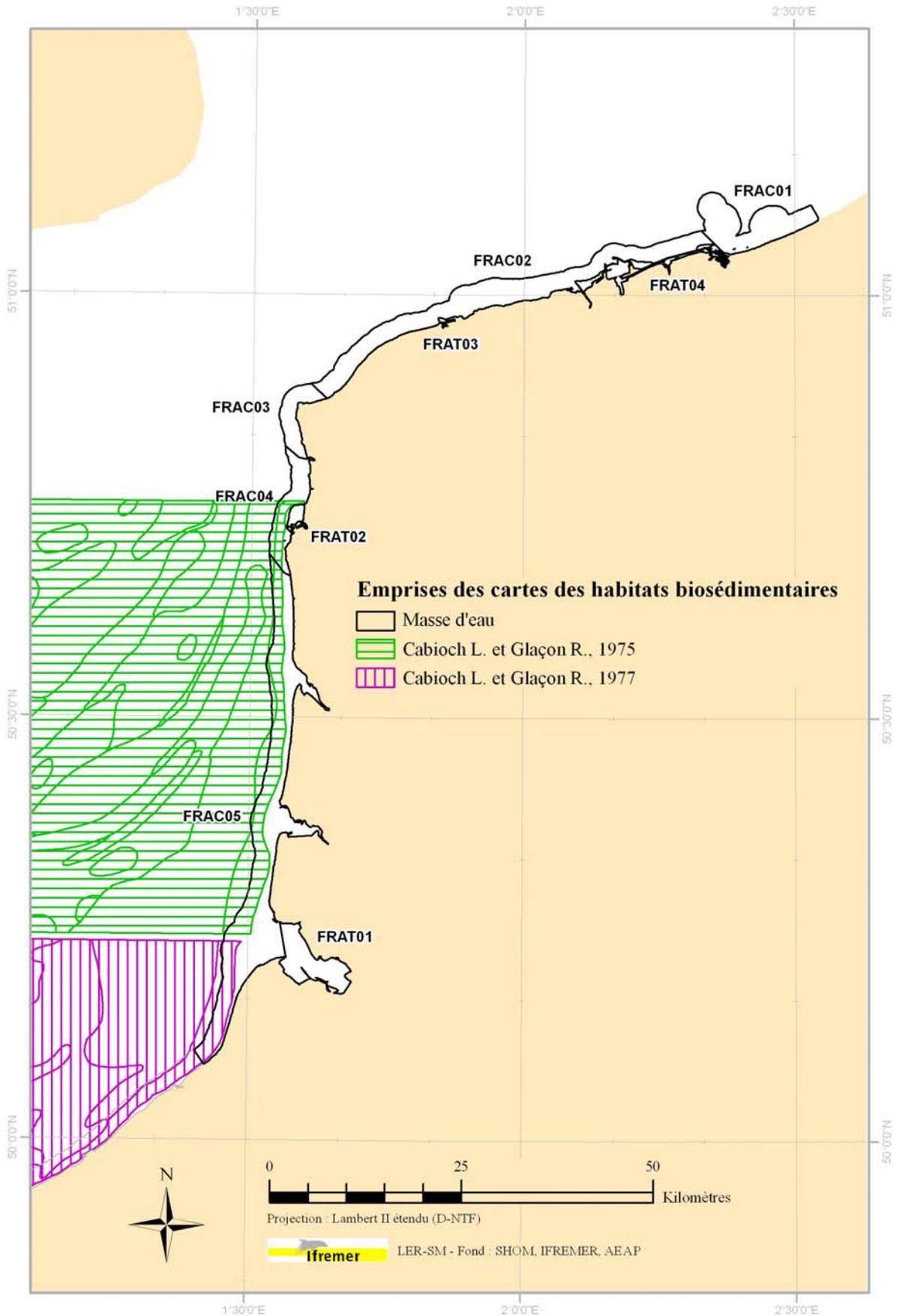


Figure 5 : Emprises des cartes biosédimentaires des habitats numérisées disponibles

2.4. Suivi stationnel

Le 16 février 2006, une réunion à l'agence de l'eau Seine-Normandie (Honfleur) a rassemblé les responsables des agences de l'eau et des DIREN Normandie et Artois-Picardie (commanditaires), le Laboratoire Environnement Ressources de l'Ifremer à Saint-Malo (LER/SM, coordinateur) et les organismes ayant conduit - ou susceptibles de conduire - des études benthiques sur ces districts (MNHN, GEMEL, CSLHN, Station marine de Wimereux, CEVA). Cette réunion a permis de faire le point sur les suivis antérieurs ou en cours pouvant servir à définir des stations appropriées pour le contrôle de surveillance DCE benthos. La grille d'échantillonnage proposée, établie essentiellement sur les synthèses cartographiques, a ainsi pu être discutée et affinée (cf. compte-rendu de la réunion du 16/02/06, en annexe).

Suite à cette réunion et à des rencontres avec les partenaires potentiels (dont le GEMEL-Picardie, le 21/06/06), plusieurs stations ont pu être définies d'après des données antérieures compatibles avec les critères DCE (méthodologie, substrat, période et année échantillonnées). Pour les thèmes macroalgues (figure 6) et zoobenthos (figure 7), plusieurs masses d'eau ont nécessité l'acquisition de données complémentaires. Des campagnes exploratoires ont ainsi été programmées en 2006, afin de disposer de données récentes et conformes, et permettre ainsi une définition complète et opérationnelle du réseau de surveillance benthique pour 2007. Les cahiers des charges des actions "invertébrés sédiments meubles" et "macroalgues substrats durs" ont été rédigés pour répondre à cet objectif [9]. Le protocole technique d'échantillonnage a été défini conformément aux critères DCE [6]. Les paramètres à acquérir (stations et données biologiques ou sédimentologiques) ont été définis pour faciliter la bancarisation à la future base Quadrige².

Compte-tenu des délais nécessaires à la contractualisation de l'action "invertébrés substrat meubles" et de l'impératif d'échantillonner avant fin avril pour les premiers prélèvements, le LER d'Ifremer à Saint-Malo a pris en charge l'échantillonnage printanier des stations subtidales et intertidales de sédiments meubles (invertébrés) pour le district Seine-Normandie. En Artois-Picardie, compte-tenu des délais nécessaires à la contractualisation de l'action "invertébrés substrat meubles", les prélèvements intertidaux (invertébrés) n'ont pu être échantillonnés qu'en juin 2006 par la station marine de Wimereux. La stratégie d'échantillonnage choisie (1 station de 5 répliqués) diffère de la stratégie du Rebet Bretagne (3 stations de 3 répliqués) car la priorité a été mise sur l'application stricte de la DCE et de limiter les coûts, tout en favorisant un inventaire faunistique plus complet par station. Les stations macroalgues intertidales et subtidales ont été échantillonnées au cours du mois d'août 2006 et les stations subtidales et intertidales de sédiments meubles (invertébrés benthique) échantillonnées au printemps ont été ré-échantillonnées à l'automne par la station marine de Wimereux. Les rapports finaux et les fichiers de données sont en cours de finalisation.

Figure 6 : Localisation des stations pour lesquelles des données récentes (après 2000) existent ou sont en cours d'acquisition : paramètre macroalgues intertidales (fuciales) et subtidales (laminaires)

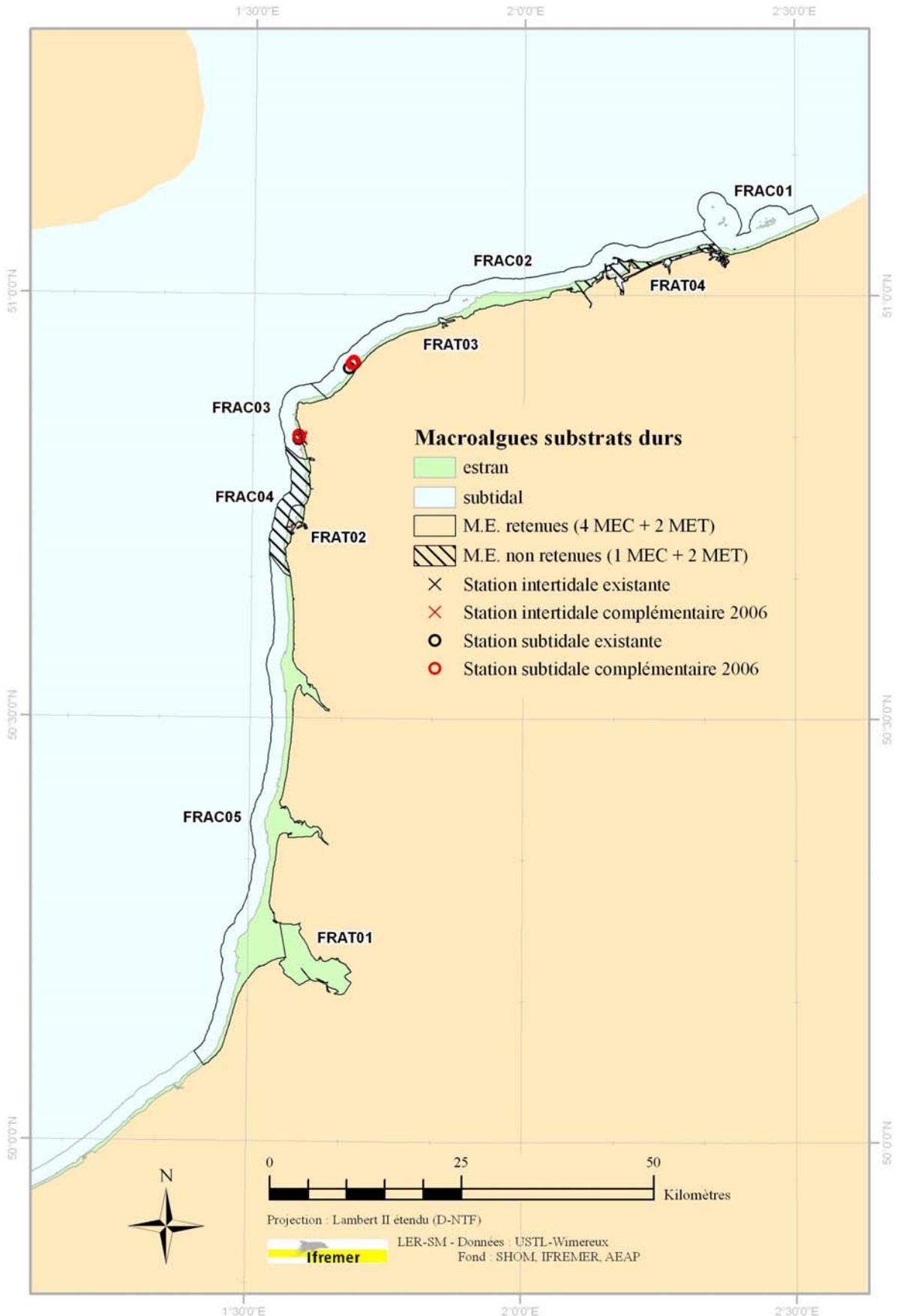
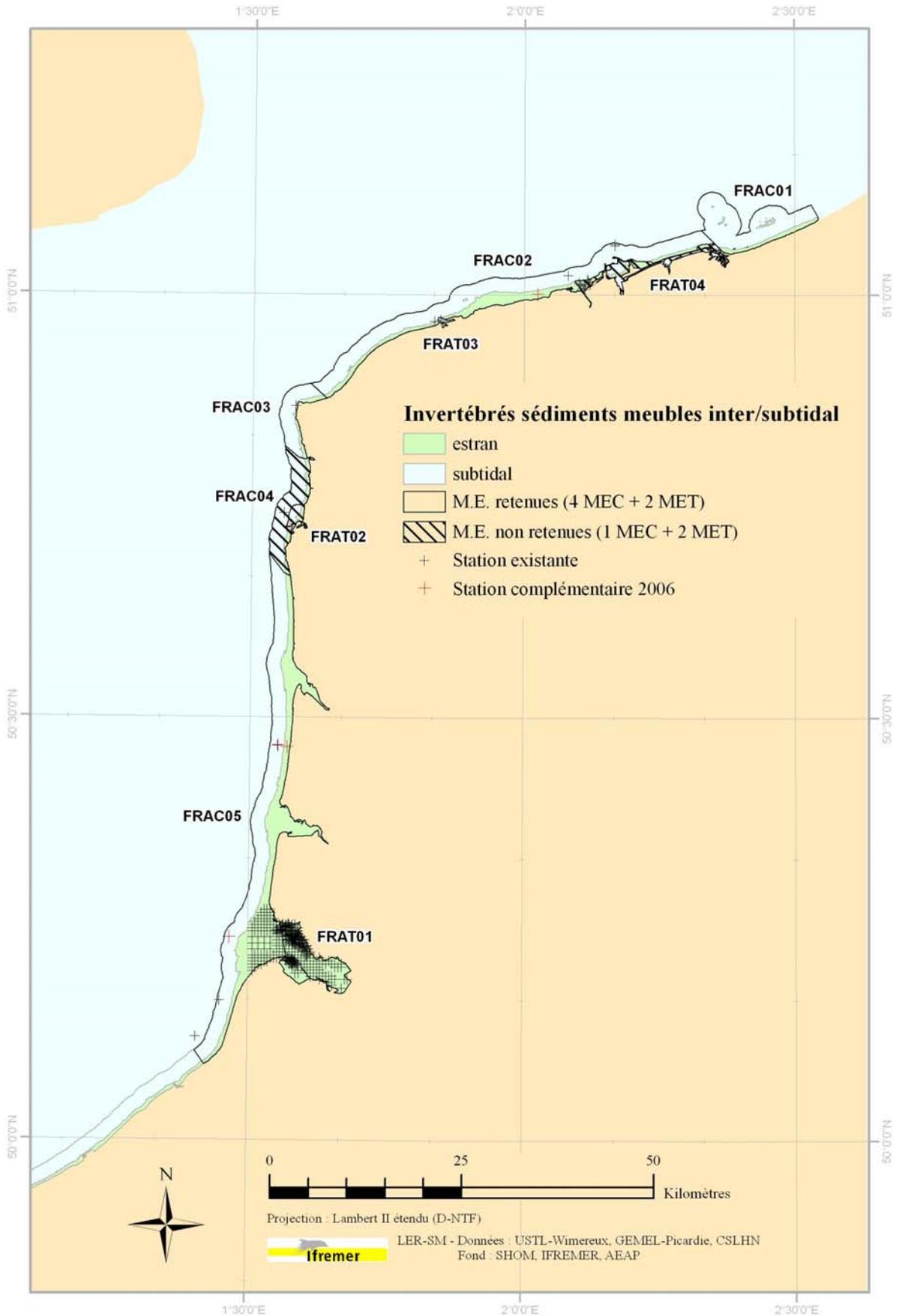


Figure 7 : Localisation des stations pour lesquelles des données récentes (après 2000) existent ou sont en cours d'acquisition : paramètre invertébrés sédiments meubles intertidaux et subtidaux



2.5. Bilan des acquis sur les masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance

2.5.1. Masse d'eau de transition AT01, estuaire de la Somme

2.5.1.1. Caractéristiques générales

Cette masse d'eau de transition est la seule de toute la Manche orientale - mer du Nord à ne pas être fortement modifiée, selon le classement établi pour la DCE. Cette vaste baie, entièrement intertidale et composée de sédiments fins (sables fins à vases), est entaillée par les chenaux de la Somme au sud et par ceux de la Maye et du Dien au nord. L'ensemble de cette masse d'eau est classé en ZNIEFF, Natura2000, ZIC Oiseaux et RAMSAR. Un secteur littoral au Nord-Ouest (Saint-Quentin-en-Tourmont) est classé en réserve naturelle et un autre à l'Est (Noyelles-sur-mer) est en bordure de terrains du conservatoire littoral.

2.5.1.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Les schorres occupent une grande partie de cette masse d'eau et sont fortement colonisés par la spartine anglaise. Dans le cadre du programme PICCEL (Picardie – Connaissance et Exploitation du Littoral picard), le GEMEL a entrepris de cartographier l'ensemble de cette formation végétale, à partir de l'orthophotographie littorale IGN (datant de juin 2000) et de transects phytosociologiques réalisés en 2006.

Invertébrés

Dans le cadre du programme PICCEL, le GEMEL a échantillonné au printemps 2006, selon une grille régulière composée initialement de 274 stations, l'intégralité de la zone couverte par les sédiments meubles de cette baie. Suite aux discussions (rencontre du 21/06 et téléphoniques), deux stations, l'une au sud et l'autre au nord, chacune dans un des deux plus grands ensembles biosédimentaires identifiés [12], pourraient convenir pour un suivi de surveillance benthique DCE. Le nombre de réplicats réalisés en 2006 sur ces deux stations (forcément limité par le nombre total de stations) était cependant inférieur à celui recommandé pour l'acquisition de données DCE.

2.5.2. Masse d'eau côtière AC05, Tréport - Boulogne

2.5.2.1. Caractéristiques générales

La zone intertidale, la plus étendue de toute la Manche (sur un linéaire d'environ 70 kilomètres) représente 46% de cette masse d'eau. Dans le prolongement du pays de Caux, l'estran entre Mers-les-bains et Ault est constitué de vastes platiers calcaires, au pied de hautes falaises. Tout le reste de la masse d'eau présente une zone intertidale sableuse orientée secteur ouest, entrecoupée par trois estuaires principaux (la Somme, l'Authie et la Canche). Les fonds, généralement inférieurs à - 10 m*, atteignent - 20 m à l'extrême nord. Les sédiments subtidaux sont composés exclusivement de sables, plus ou moins fins selon les secteurs. Une grande partie du littoral est classé en ZNIEFF, Natura2000, ZIC et ZPS Oiseaux. La moitié sud (jusqu'à l'Authie) est en zone RAMSAR. Plusieurs terrains bordant le littoral appartiennent au

* Profondeur des cartes marines (SHOM) ; le zéro hydrographique est le niveau des plus basses mers (coeff. 120)

conservatoire littoral. Le secteur face à la baie de Somme est une réserve naturelle. Le parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale commence au nord de Dannes.

2.5.2.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Cette masse d'eau ne possède pas de formation végétale remarquable à suivre au titre de la DCE.

Invertébrés

Les cartes biosédimentaires disponibles sur ce secteur [13, 14] sont anciennes, réalisées à une vaste échelle, et ne couvrent pas les plus petits fonds. Des travaux plus récents [15], mais dont l'interprétation cartographique n'est actuellement pas disponible, laisseraient apparaître plusieurs faciès différents dans les peuplements subtidaux de cette masse d'eau très étendue. Deux stations, l'une au large de la baie de Somme et l'autre au large de Merlimont-Cuq (secteur pressenti comme référence pour ce paramètre) ont donc été échantillonnées au printemps et à l'automne 2006 lors des campagnes exploratoires. Il n'existe aucune donnée récente sur la distribution des crépidules. Les données disponibles sur la vaste zone intertidale sont rares et une station intertidale a été également échantillonnée en 2006.

2.5.3. Masse d'eau côtière AC03, Cap Gris Nez

2.5.3.1. Caractéristiques générales

La zone intertidale (17% de la masse d'eau) est limitée par des falaises et comporte de nombreux secteurs rocheux. Les fonds, essentiellement compris entre - 10 m et - 20 m, dépassent - 20 m au nord. Le substrat est essentiellement rocheux ou grossier, reflétant le fort hydrodynamisme culminant au cap Gris-Nez, où se rejoignent la Manche et la mer du Nord. Les sédiments fins ne sont abondants qu'à l'extrémité Est de ce cap. Presque tout le littoral, situé en bordure du parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale, est classé en ZNIEFF, Natura2000, ZIC et ZPS Oiseaux. Plusieurs terrains bordant le littoral ont été acquis par le conservatoire littoral.

2.5.3.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

L'ensemble des populations macroalgales intertidales (fucales) et subtidales (laminaires), étudiées notamment sur le site d'Audresselles [16], semblent présenter des biomasses localement très importantes, mais dont la variabilité saisonnière (liée à la dynamique des vases à *Polydora* sp.) et inter-annuelle est très forte. La distribution de ces populations est encore mal connue et une campagne exploratoire (intertidale et subtidale) a été menée en août 2006 autour du site d'Audresselles

Invertébrés

La faible couverture des sédiments meubles n'est pas favorable à la définition d'un suivi représentatif des invertébrés dans cette masse d'eau.

2.5.4. Masse d'eau côtière AC02, Dunkerque - Calais

2.5.4.1. Caractéristiques générales

L'estran, représentant 22% de la masse d'eau, est plus particulièrement étendu entre Calais et Dunkerque. La profondeur maximale dépasse les - 20 m au large du phare de Walde (à l'est de Calais) et au niveau du chenal d'accès du port de Dunkerque. Les sédiments sableux dominent largement, aussi bien en zone intertidale que subtidale. Cette masse d'eau abrite deux pôles d'activité économiques majeurs : le port de commerce international de Dunkerque et la centrale nucléaire de Gravelines. Une grande partie du littoral est classé en ZNIEFF. Le parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale se termine dans le tiers sud-ouest (jusqu'à Sangatte). Le quart sud-ouest est classé en zone Natura2000. Plusieurs espaces du conservatoire littoral bordent cette côte, dont le platier d'Oye qui est également une réserve naturelle et ZPS Oiseaux.

2.5.4.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Cette masse d'eau ne possède pas de formation végétale remarquable à suivre au titre de la DCE.

Invertébrés

En l'absence de données récentes disponibles sur l'estran, une station a été prospectée en 2006. Aucune carte biosédimentaire numérisée n'est disponible, à l'heure actuelle, pour ce secteur. Dans le cadre du programme IGA (Impact des Grands Aménagements) de la centrale nucléaire de Gravelines, une station subtidale est suivie plusieurs fois par an depuis 1973 par la station marine de Wimereux (*cf.* Jean-Marie Dewarumez). Il n'existe aucune donnée récente sur la distribution des crépidules.

2.5.5. Masse d'eau de transition AT03M, Port de Calais

2.5.5.1. Caractéristiques générales

Cette masse d'eau de transition, fortement modifiée, est entièrement subtidale et délimitée par les infrastructures (quais et jetées) du port de Calais. La profondeur n'excède globalement pas - 10 m et les sédiments sont fins, passant des sables vaseux aux vases franches. L'activité économique de ce port est importante, via notamment l'intense trafic commercial (Ferry, marchandises) avec l'Angleterre très proche.

2.5.5.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Cette masse d'eau ne possède pas de formation végétale remarquable à suivre au titre de la DCE.

Invertébrés

Dans le cadre d'une étude réalisée par la station marine de Wimereux (*cf.* Jean-Marie Dewarumez) une station subtidale est suivie depuis plusieurs années dans le port de Calais et pourrait servir à définir une station pour le contrôle de surveillance DCE.

2.5.6. Masse d'eau côtière AC01, Malo - Bray-Dunes

2.5.6.1. Caractéristiques générales

L'estran, essentiellement sableux, représente 12% de la surface totale de cette masse d'eau. La zone subtidale est également essentiellement sableuse. La profondeur, globalement inférieure à - 10 m, ne dépasse cette valeur que dans la bande longitudinale entre l'entrée Est du port de Dunkerque et la passe de Zuydcoote. Tout le littoral est en zone Natura2000. Une grande partie des dunes de la moitié Est sont classées en ZNIEFF et sont espaces du conservatoire littoral. Une partie des dunes à l'ouest de Bray-Dunes sont également une réserve naturelle et biogène.

2.5.6.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Cette masse d'eau ne possède pas de formation végétale remarquable à suivre au titre de la DCE.

Invertébrés

Aucune carte biosédimentaire numérisée n'est disponible, à l'heure actuelle, pour ce secteur. Il n'existe aucune donnée récente sur la distribution des crépidules. Compte-tenu de leur similarité géomorphologique (la différence de type de masse d'eau étant due uniquement à une faible différence de marnage), le suivi de la masse d'eau AC02 a été considéré comme représentatif de ces deux masses d'eau, pour ce paramètre, par le groupe littoral Artois-Picardie.

3. Choix des protocoles pour la définition des états de référence et le contrôle de surveillance (d'après Guillaumont *et al.*, 2006 [1])

3.1. Rappel des obligations / recommandations de la DCE

La surveillance de la flore (macroalgues et angiospermes) et de la faune (invertébrés) benthiques dans les eaux côtières est rendue obligatoire par l'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE, qui inscrit ces paramètres à la liste des éléments de qualité biologique permettant l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau côtières. Le suivi de ces paramètres doit être systématiquement mis en œuvre dans le cadre du contrôle de surveillance (Annexe V – art. 1.3.1). Les stratégies de surveillance et les protocoles à mettre en place dépendent du type de fond (meuble ou rocheux, intertidal ou subtidal). Le choix du positionnement des points de suivi dans les Masses d'Eau s'appuie à la fois sur la représentativité de chaque habitat et sur les contraintes techniques liées à leur suivi.

3.1.1. Végétation benthique

Les macroalgues et les angiospermes sont d'excellents indicateurs de la qualité générale du milieu et peuvent permettre, notamment, de témoigner des changements globaux à plus ou moins long terme. Les paramètres de l'élément de qualité "végétation" permettant de définir l'état écologique sont :

- « tous les taxa d'algues macroscopiques et d'angiospermes sensibles aux perturbations et associés aux conditions non perturbées (...)
- les niveaux de couverture d'algues macroscopiques et l'abondance d'angiospermes (...).» (Annexe V – art. 1.2.4)

La fréquence des suivis est d'au moins une fois tous les 6 ans pour le contrôle de surveillance, et tous les 3 ans pour le contrôle opérationnel (Annexe V – art. 1.3.4).

3.1.2. Invertébrés benthiques

Les macroinvertébrés benthiques constituent d'excellents intégrateurs et indicateurs de l'état général du milieu et peuvent permettre notamment, grâce à certains organismes sensibles, d'identifier et de quantifier les pressions d'origine anthropique qui s'exercent sur ces Masses d'Eau. Les paramètres de l'élément de qualité "invertébrés benthiques" permettant de définir l'état écologique sont :

- « le niveau de diversité et d'abondance des taxa (...)
- tous les taxa sensibles aux perturbations (...) » (Annexe V, art.1.2.3)

Dans le cadre du contrôle de surveillance, le suivi doit être effectué au moins une fois tous les 6 ans, et une fois tous les 3 ans pour le contrôle opérationnel. Cependant, dans les recommandations du *Guidance on monitoring* [5] et d'OSPAR, les fréquences indiquées sont plus élevées (1 à 4 fois par an), et la recommandation générale concerne le suivi des substrats meubles et des substrats durs.

3.2. Rappel des recommandations issues des groupes d'experts nationaux

Suite aux travaux des groupes d'experts nationaux, un document intitulé "Recommandation pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE" [6] a été établi. Ce document sert de manière générale de référence, quelques précisions étant apportées sur des points particuliers en fonction des retours d'expérience intervenus depuis.

Pour la façade Manche-Atlantique, la liste des habitats retenus est indiquée dans le tableau 3 en distinguant les éléments de qualité biologique "Végétation" et "Invertébrés".

Tableau 3 : Habitats benthiques de la façade Manche/Atlantique identifiés pour le contrôle de surveillance (le numéro de la fiche associée est présenté entre parenthèses)

TYPE DE SUBSTRAT	NIVEAU	VEGETATION		INVERTEBRES
		Macroalgues	Angiospermes	
Substrats meubles	Intertidal	<ul style="list-style-type: none"> Blooms de macroalgues opportunistes (1) 	<ul style="list-style-type: none"> Herbiers à <i>Zostera marina</i> (6) Herbiers à <i>Zostera noltii</i> (7) Schorres (fiche en cours de rédaction) 	Macroinvertébrés benthiques de substrats meubles (10)
	Subtidal	Algues calcifiées libres (2)		
Substrats durs	Intertidal	<ul style="list-style-type: none"> Macroalgues intertidales Manche/Atlantique (3) 	Non concerné	Pas de fiche
	Subtidal	Macroalgues infralittorales Manche/Atlantique (5)	Non concerné	Pas de fiche

Compte tenu de l'avancement des connaissances et de l'inexistence de procédures standardisées, ou reconnues par l'ensemble de la communauté scientifique, certains habitats n'ont pu faire l'objet de fiches techniques : ce sont les substrats durs intertidaux et subtidaux pour les invertébrés, et les schorres. Des pistes de travail ont toutefois été identifiées.

3.2.1. Paramètres biologiques "Végétation benthique"

3.2.1.1. Stratégie générale

Les macroalgues et les angiospermes se développent dans la zone euphotique au sein d'une grande variété de milieux, qu'il s'agisse de substrats durs ou de substrats meubles. Certaines macroalgues parviennent également à se développer en suspension et peuvent faire l'objet de dépôts. Les éléments retenus pour la surveillance DCE concernent :

- des espèces longévives et indicatrices d'un bon état du milieu, en particulier celles qui structurent des habitats particulièrement favorables à la biodiversité (végétale ou animale),
- les habitats/espèces qui contribuent fortement à la production primaire,
- les espèces révélatrices d'un mauvais état du milieu (eutrophisation notamment).

Dans le tableau 3 figurent les grands types de végétation retenus dans le cadre du contrôle de surveillance qui correspondent à des entités cohérentes en terme d'approche et de méthodologies. Ces entités se retrouvent communément dans les démarches en cours dans les différents pays européens, ainsi qu'au sein des groupes d'intercalibration. Les algues calcifiées libres, espèces sensibles, y sont rarement considérées en tant qu'entité distincte. L'importance des bancs sur les côtes atlantiques françaises justifie ce choix.

Chaque Masse d'Eau étant généralement constituée d'une mosaïque d'habitats, le choix du ou des types de végétation à suivre devra être fonction de sa représentativité et de sa pertinence par rapport aux enjeux. La stratégie générale développée, adaptée à chaque type de végétation, prend en compte :

- des paramètres d'extension spatiale qui peuvent être appréhendés par des évaluations surfaciques d'emprise, des taux de couverture, des détections de limites supérieures ou inférieures, de longueur de linéaire côtier,
- des paramètres de vitalité des espèces principales (densité, taux d'épiphytisme, biométrie foliaire, taux de nécrose...),
- des paramètres d'équilibres entre espèces ou groupes d'espèces de sensibilité différentes (% algues vertes/rouges/brunes, développement d'espèces opportunistes ou proliférantes, remplacement de la flore par de la faune...).

Pour les eaux de transition Manche/Atlantique, il est proposé de suivre les mêmes éléments que pour les eaux côtières, lorsque ces éléments sont présents. En outre, le suivi de la remontée des algues brunes dans les estuaires devra être mis en place.

3.2.1.2. Macroalgues intertidales (Manche-Atlantique)

Les pressions principales sont les apports en nutriments, l'eutrophisation, la turbidité, la perte d'habitat, l'accroissement de la sédimentation et des dépôts. Les apports en nutriments favorisent la croissance, la production d'opportunistes et peuvent entraîner une décroissance de la richesse spécifique. Le manque de lumière limite le développement. L'augmentation de la pression morphologique et le changement des habitats favorisent les espèces éphémères et opportunistes. L'excès de particules peut favoriser l'évolution d'une zone dominée par les algues à une zone dominée par la faune (augmentation des suspensivores) et une modification complète du milieu.

Le groupe d'experts a choisi de favoriser la vision spatiale globale pour éviter les biais liés à la très forte hétérogénéité de ce milieu. L'expérience de détection des évolutions utilisant de nouvelles technologies dans le cadre du Rebent a permis d'aboutir à une proposition prenant en compte les évolutions globales du couvert algal, associé à des suivis plus fins et plus ciblés (tableau 4). En outre, la fréquence recommandée pour le suivi stationnel des macroalgues intertidales est d'une fois tous les 3 ans.

Tableau 4 : Paramètres biologiques pour le suivi des macroalgues intertidales en Manche et Atlantique, comparaison des stratégies par pays

Paramètres biologiques	Propositions des autres pays pour la DCE	Expérience Françaises	Recommandations française pour DCE	Existence de grilles de classification
Richesse spécifique	Pays-Bas (substrats durs artificiels), Danemark et Suède sont peu concernés. Norvège, Irlande et surtout Royaume-Uni sont fortement impliqués : évolution vers une liste fermée d'espèces	Rebent Bretagne	Oui mais très ciblé : sur le type d'habitat prospecté, liste fermée	Des seuils pour les 5 premiers paramètres sont proposés par le Royaume-Uni ainsi qu'un indice agrégé tenant compte des potentialités du milieu.
Composition spécifique	Pays basque espagnol	Rebent Bretagne	Oui mais très ciblé : sur le type d'habitat, liste fermée, prise en compte du recouvrement apparent	
% de vertes	Royaume-Uni, Pays-Bas	Rebent Bretagne	Oui	
% de rouges	Royaume-Uni	Rebent Bretagne	Oui	
% de couverture des algues opportunistes	Pays-Bas	Rebent Bretagne	Oui	
Ratio % opportunistes/pérennes à la fois en couverture et en nombre d'espèce (ESG)	Norvège, Royaume-Uni (nombre d'espèces uniquement), Irlande, Portugal		Oui	Le Portugal propose des seuils pour un indice agrégé prenant en compte l'ensemble de la végétation (sauf les schorres)
Couverture algale	Mentionné par le Royaume Uni mais pas documenté, Pays basque espagnol	Rebent Bretagne	Oui (télédétection)	

3.2.1.3. Macroalgues subtidales (Manche-Atlantique)

Les pressions sont identiques à celles exercées sur les macroalgues intertidales, mais avec un effet plus sensible du manque de lumière lié à la turbidité et à l'eutrophisation qui se traduit notamment par une remontée de la limite inférieure. Des espèces importantes sont susceptibles de variations conséquentes en relation avec le changement climatique (tableau 5).

Tableau 5 : Paramètres biologiques pour le suivi des macroalgues subtidales en Manche et Atlantique, comparaison des stratégies par pays

Paramètres biologiques	Propositions des autres pays pour la DCE	Expérience Française	Recommandations pour DCE	Existence de grilles de classification
Profondeur limite atteinte par les algues subtidales	Norvège, Suède, Danemark L'état de référence se base sur des données historiques (Suède) ou des modèles (Norvège), retenu par le Royaume Uni	Rebent Bretagne	Oui (Laminaires)	Proposition Norvège, Suède, Danemark
Couverture des algues dressées subtidales	Norvège, Danemark	Rebent Bretagne	Oui (regroupements d'espèces)	
Taux d'épiphytisme	Proposé par le Royaume Uni, à l'étude dans d'autres pays		Oui	

3.2.1.4. Blooms de macroalgues opportunistes

Les pressions identifiées sont les apports en nutriments, l'eutrophisation. Les blooms d'opportunistes sont révélateurs d'un mauvais état du milieu (tableau 6).

Tableau 6 : Paramètres biologiques pour le suivi des blooms d'algues opportunistes, comparaison des stratégies par pays

Paramètres biologiques	Propositions des autres pays pour la DCE	Expérience Française	Recommandations française pour DCE	Existence de grille de classification
Couverture	Allemagne, Pays bas, Belgique, Royaume-Uni, Irlande	Programme PROLITTORAL	Au moins toutes les Masses d'Eau de surveillance	Allemagne, Pays bas, Royaume-Uni
Biomasse	Royaume-Uni	Programme PROLITTORAL	Restriction aux zones les plus touchées	Royaume-Uni
Nuisance	Allemagne ; les Pays-Bas ne sont pas concernés mais le principe est retenu ; Royaume-Uni.	Programme PROLITTORAL	Bilan dans toutes les Masses d'Eau de surveillance	Royaume-Uni

3.2.1.5. Herbiers de zostères

Les pressions reconnues sont : l'eutrophisation, la turbidité, l'anoxie, le changement de salinité des eaux (Pays-Bas), les changements morphologiques, la perte d'habitat (dragage, impact des engins de pêche...) et le broutage animal (avifaune). Les changements hydromorphologiques (érosion, excès de dépôts, perte physique d'habitat) se traduisent par une perte d'habitat à la périphérie. Le déficit de lumière résultant de la turbidité et de l'eutrophisation limite l'extension en profondeur. L'excès de sels nutritifs favorise le développement des algues opportunistes. Globalement, quand la pression s'accroît, on assiste à une perte d'extension, de densité et de biomasse mais également à la disparition des espèces inféodées aux herbiers.

Ces herbiers possèdent une grande variabilité naturelle en terme d'extension, d'abondance, de composition spécifique et de biomasse résultant de facteurs biogéographiques, climatiques, du type de substrat ou du régime hydrodynamique (tableau 7).

Tableau 7 : Paramètres biologiques pour le suivi des herbiers de zostères, comparaison des stratégies par pays

Paramètres biologiques	Propositions des autres pays pour la DCE	Expérience Française	Recommandations française pour DCE	Existence de grilles de classification
Surface couverte en intertidal et subtidal (utilisation de données aéroportées)	Pays-Bas (herbiers intertidaux seulement). Le Royaume-Uni n'a pas encore de programme de surveillance mais le prévoit.	Rebent Bretagne	Oui	Oui, comparaison par rapport à un potentiel (Pays-Bas)
Profondeur limite atteinte pour les herbiers subtidaux	Suède et Danemark	Rebent Bretagne	Oui mais difficile en raison du morcellement	Oui (Suède, Danemark)
Composition taxinomique	Royaume-Uni, Espagne	Rebent Bretagne	Oui (très peu d'espèces)	
% de couverture en intertidal	Pays-Bas (bien corrélé à la biomasse), Royaume-Uni, Espagne La qualité de la couverture est retenue comme métrique aux Pays-Bas.	Rebent Bretagne	Oui	
Densité des pieds	Pays-Bas et Royaume-Uni pour les herbiers subtidaux.	Rebent Bretagne	Oui	
Taux d'épiphytisme	Royaume-Uni (envisagé)		Oui	
Wasting Disease	Royaume-Uni (envisagé)		Oui	

3.2.1.6. Schorres

Les principales pressions sont relatives aux modifications morphologiques (aménagement du trait de côte, extractions), au broutage (élevage) et aux dépôts liés aux blooms de macroalgues. Les modifications hydromorphologiques se traduisent par une perte d'habitat à la périphérie, le broutage affecte certains taxa et la diversité (tableau 8).

Tableau 8 : Paramètres biologiques pour le suivi des schorres, comparaison des stratégies par pays

Paramètres biologiques	Propositions des autres pays pour la DCE	Expérience Françaises	Recommandation française pour DCE	Existence de grilles de classification
Surface totale du schorre	Pays-Bas , Royaume-Uni A l'étude pour l'Allemagne, l'Irlande et le Portugal	Conservatoires Botaniques Rebent Bretagne	Oui	Pays-Bas et Royaume-Uni : des seuils de classification fonction du % de perte /référentiel historique ou au potentiel
Surface des différentes zones du schorre	Pays-Bas : équilibre dynamique de représentation des types de zones (pionnière, bas, moyen et haut schorre), A l'étude pour l'Allemagne	Rebent Bretagne Conservatoires Botaniques (mais typologie différente)	A examiner avec le Conservatoire Botanique National	Oui (Pays bas)

3.2.2. Paramètres biologiques "Invertébrés benthiques"

3.2.2.1. Stratégie générale

Les pratiques et connaissances en matière de surveillance des macroinvertébrés sont plus avancées et mieux standardisées en milieu meuble qu'en milieu rocheux. Le contrôle de surveillance des macroinvertébrés benthiques portera donc prioritairement sur les fonds meubles. Des propositions, qui doivent être approfondies, ont été faites pour les substrats durs [6]. Les espèces de substitution des couvertures végétales devront faire l'objet d'un suivi (fiches n°3 et 5 [6]).

Pour les substrats meubles, compte tenu de la variabilité du milieu intertidal, et conformément aux recommandations du NEA GIG, les points de surveillance sont positionnés de préférence en milieu subtidal. La zone intertidale mérite d'être suivie si elle est bien représentée dans la Masse d'Eau ou lorsque l'échantillonnage du milieu subtidal est difficile (limitation de l'accès, houle, type de substrat...). Au sein des substrats meubles, la priorité est donnée aux sédiments fins (vases, sables vaseux, sables fins et éventuellement sables moyens). Les sédiments hétérogènes peuvent être suivis à condition que les engins proposés dans la fiche n°10 [6] y effectuent des prélèvements corrects.

En ce qui concerne les habitats remarquables, dans le cadre du contrôle de surveillance, le suivi des invertébrés benthiques sera effectué dans les bancs de maërl lorsqu'ils sont conséquents, ainsi que dans les très grands herbiers de zostères. Dans le cadre des contrôles additionnels liés aux zones protégées, et si nécessaire, dans le cadre du contrôle opérationnel, le suivi des invertébrés benthiques devra être généralisé.

3.2.2.2. Choix des paramètres biologiques pour les substrats meubles

La comparaison des méthodologies des pays participant au NEA GIG fait apparaître des convergences sur les types d'engins de prélèvement utilisés, de maille de tamis (1mm), de périodes d'échantillonnage (printemps ou printemps+automne), de paramètres mesurés (abondance et parfois biomasse spécifique). La fréquence est généralement annuelle, conformément aux recommandations du *Guidance on monitoring* et d'OSPAR. Malgré l'intérêt de la mégafaune, les protocoles s'avèrent insuffisamment développés et ce compartiment n'est pas retenu pour l'instant dans les procédures de classification. Le protocole du contrôle de surveillance DCE au niveau français correspond au consensus trouvé entre les différents pays, une seule période d'échantillonnage (fin d'hiver) étant retenue.

Les données d'abondance spécifique peuvent donner lieu à différents indices biotiques. L'inventaire critique des différents indices utilisés a été réalisée par Grall et Coic [7]. Des combinaisons d'indices ou de métriques sont proposées par les différents pays pour aboutir aux grilles de classification. Des procédures d'intercalibration sont en cours.

Certaines espèces, dites *ecosystem engineer* (au sens de Crooks, 2002 [17]), contribuent par leur simple présence (en densité significative) à créer ou modifier la structure d'un habitat, avec des répercussions éventuellement importantes sur le fonctionnement de l'écosystème (exemple des lanices ou des hermelles en Manche). Une attention particulière doit être portée au cas des espèces invasives, notamment lorsqu'elles sont susceptibles de modifier de manière importante l'habitat ou la structure trophique (exemple de la crépidule en Manche-Atlantique).

3.3. Etudes complémentaires

Dans le cadre du Rebent Bretagne, et en relation avec les travaux du NEA GIG, un certain nombre d'indices sont en cours de test. Ils concernent notamment les invertébrés de substrats meubles, les herbiers de zostères, les macroalgues intertidales et subtidales ainsi que la faune des substrats durs. Les premières applications ont fait l'objet de présentations lors des premières journées Rebent (atelier de restitution du Rebent Bretagne, 16 mai 2006 à Rennes). Les éléments de présentation sont mis en ligne sur le site web Rebent (<http://www.rebent.org>).

Dans le cadre de la DCE, on se référera pour la définition du "très bon état" à des stations dites de "référence" dont la sélection fait l'objet du paragraphe 4. L'état de référence peut également être appréhendé sur la base de données historiques provenant d'observations/mesures ou de données d'imagerie. Ce type d'étude a été réalisé ou est en cours dans le cadre du Rebent Bretagne pour les limites de ceintures algales subtidales, l'extension des couvertures de fucales sur estran par imagerie SPOT, et l'historique de répartition des herbiers de zostères à partir de photographies aériennes. Lorsque la référence s'établit par rapport aux caractéristiques physiques du milieu, (surface de roche occupée, % de sédiment meuble couvert par des dépôts...), ces éléments devront être préalablement estimés. Pour le district Artois-Picardie, quel que soit le paramètre considéré, très peu de stations bénéficient d'un long historique de suivi régulier et les informations surfaciques sont rares et/ou anciennes et devront donc être réactualisées.

Par ailleurs, un effort à moyen terme devra être consenti pour être en mesure de mieux appréhender l'évolution des substrats durs, notamment au niveau faunistique, ainsi que l'interdépendance entre la flore et la faune.

Pour les contrôles opérationnels et additionnels, le choix des éléments de qualité biologique et des protocoles à mettre en place devra être examiné en fonction des problématiques posées et de la pertinence des paramètres biologiques. Selon les différentes situations, des adaptations pourront être proposées.

4. Proposition pour les états de référence

Les choix effectués résultent des discussions au sein du groupe littoral Artois-Picardie, et dans le cadre d'une coordination nationale dans le but de préparer l'exercice de définition et d'intercalibration des indicateurs benthiques.

Compte-tenu des informations souvent rares ou incomplètes sur les stations de référence (stationnel et zonal), l'adéquation des stations proposées sur la base des connaissances actuelles devra être validée en testant les grilles de classification proposées au niveau national (intercalibration) sur la base des données actuelles et futures.

La station invertébrés des sédiments meubles subtidaux au large de Merlimont-Cuq (AC05), compte-tenu de son éloignement des pressions potentielles, a été pressenti comme potentiellement en "très bon état" et cette masse d'eau sert de référence pour ce paramètre.

Bien qu'un site macroalgues ait été pressenti au cap Gris-Nez (AC03) comme référence nationale potentielle lors des premières discussions des groupes d'experts [6], ce site n'a pas été retenu comme tel à l'heure actuelle par le groupe littoral.

Le maërl et les herbiers (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) ne sont pas présents dans le district Artois-Picardie.

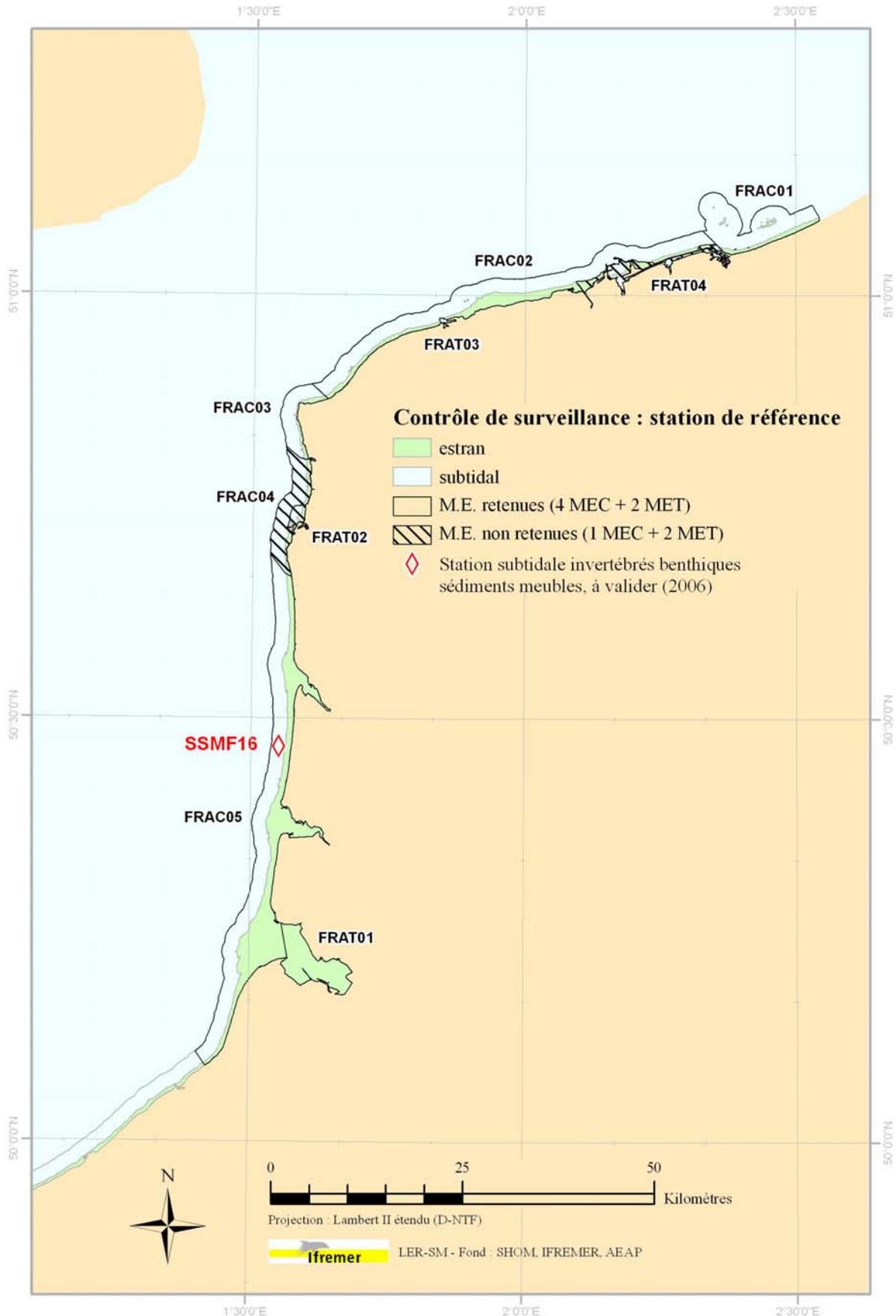
L'ensemble des stations de référence nationales sont incluses dans les contrôles de surveillance stationnel et surfacique. Une attention particulière devra être portée aux secteurs proches de ces stations, lors des suivis surfaciques.

La définition et la localisation, pour chaque paramètre benthique et chaque masse d'eau, des stations de référence d'Artois-Picardie sont précisées sur le tableau 9 et la figure 8.

Tableau 9. Proposition pour les états de référence des éléments de qualité biologique relatifs au benthos (eaux côtières)

Code Type	Type de masse d'eau	Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Contrôle de surveillance	Végétation						Invertébrés benthiques			
					Macroalgues intertidales (Fucales)	Macroalgues subtidales (Laminaires)	Macroalgues subtidales (maërl)	Herbiers à <i>Zostera marina</i>	Herbiers à <i>Zostera noltii</i>	substrats meubles intertidaux	substrats meubles subtidaux	Maërl (faune)		
C01	Côte rocheuse méso- à macrotidale peu profonde	AC03	Cap Gris Nez	oui										
C08	Côte à dominante sableuse mésotidale mélangée	AC01	Malo - Bray-Dunes	oui										
C09	Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée	AC05	Tréport - Boulogne	oui										
		AC04	Wimeroux	non									SSMF16 (à valider)	
		AC02	Dunkerque - Calais	oui										

Figure 8 : Localisation de la station proposée pour la définition des états de référence des éléments de qualité biologique relatifs au benthos (eaux côtières)



5. Proposition pour le contrôle de surveillance

La définition et la localisation, pour chaque paramètre benthique et chaque masse d'eau, des stations et suivis surfaciques proposés sont précisées sur les tableaux 10 et 11 et les figures 9 à 14. Les couleurs utilisées dans les tableaux correspondent à la végétation (en vert) et aux invertébrés (en orange). La teinte foncée indique, sur la base des études disponibles, l'existence de données nombreuses et récentes. La teinte plus claire indique l'existence de données anciennes ou partielles, et les cases blanches, l'absence ou la rareté de données utiles à la DCE. La station de référence subtidale invertébrés benthiques est indiquée par une bordure bleue. Les stations indiquées en rouge ont été prospectées pour la première fois en 2006 et pourront être décrites précisément au vu des données acquises et des suivis ultérieurs. Les secteurs colorés sur les cartes (figures 10 à 12 et 14), selon le paramètre considéré, correspondent à l'ensemble de l'estran ou de la zone subtidale de la masse d'eau dont le suivi surfacique est préconisé. Cependant, il est bien entendu que seuls les habitats potentiels sont concernés par ces suivis (notamment les substrats rocheux pour les fucales, les sédiments meubles pour les blooms d'algues opportunistes et les habitats particuliers tels que les schorres et les crépidules).

La stratégie d'échantillonnage choisie actuellement pour les invertébrés benthiques des sédiments meubles subtidaux en Artois-Picardie (1 station de 5 réplicats) diffère de la stratégie du Rebent Bretagne (3 stations de 3 réplicats). La priorité a été mise, dans un premier temps, sur l'application stricte de la DCE pour limiter les coûts, tout en favorisant un inventaire faunistique (nombre de réplicats) plus complet par station. Le groupe littoral Artois-Picardie a considéré le suivi des invertébrés benthiques de la masse d'eau AC02 comme représentatif de AC01, compte-tenu de leur similarité géomorphologique (la différence de type de masse d'eau étant due uniquement à une faible différence de marnage). Ce paramètre étant le seul pertinent dans AC01 pour le suivi stationnel, aucune station de surveillance benthique n'est donc proposée pour cette masse d'eau.

La définition et la mise en place du contrôle de surveillance (stations, paramètres, fréquences et protocoles) en application de la DCE pour les eaux de transition ne fait pas l'objet de ce rapport et est actuellement en cours d'élaboration par un groupe d'expert attiré. Cependant, compte-tenu de la forte composante marine des masses d'eau retenues en Artois-Picardie, et pour maintenir un continuum du littoral suivi, les masses d'eau de transition "Baie de Somme" et "Port de Calais" ont été intégrées au contrôle de surveillance proposé ici.

5.1. Paramètres biologiques "Végétation benthique"

Les stations macroalgues ont été définies dans les deux masses d'eau présentant cet habitat (substrat rocheux) associé à des populations suffisantes (en terme de densité), et pas seulement sur les masses d'eau strictement rocheuses (figure 9). Les sites prospectés en 2006 ont été choisis sur la base de l'existence de données historiques. Les stations macroalgues subtidale et intertidale de AC03 (Audresselles) sont actuellement confirmées, compte-tenu du type de masse d'eau (rocheuse) et des premiers éléments de résultats des explorations 2006 (F. Gévaert, comm. pers.). Ces mêmes explorations 2006 ont avéré l'impossibilité d'un suivi intertidal des macroalgues en AC02. La question d'une station subtidale en AC02, masse d'eau à dominante sableuse s'est alors posée. D'avis d'expert (F. Gévaert, comm. pers.) et compte-tenu des densités très significatives observées en 2006 et auparavant (Gévaert, 2001), le site de Strouanne semble favorable à un suivi de ce paramètre au titre de la DCE. De plus, la tendance à la densification des populations de laminaires, observée sur ces sites, dans un

contexte globalement régressif (Manche-Atlantique) renforce leur intérêt en terme de surveillance à l'échelle nationale. Le fait de pouvoir disposer d'une deuxième station subtidale de surveillance macroalgues présente un intérêt important pour pouvoir interpréter les observations futures. Compte-tenu de ces éléments et du rapport coût/intérêt associé, il a été décidé, en concertation avec l'AEAP, de valider la station subtidale macroalgue AC02 pour le contrôle de surveillance DCE (cf. compte-rendu de la réunion du 5/02/07, en annexe). Pour le suivi surfacique intertidal, l'utilisation d'images SPOT est généralement recommandée mais ceci n'est pas applicable en Manche orientale (images inexploitable). Il sera nécessaire d'anticiper l'acquisition à venir d'orthophotographies littorale géoréférencées (à basse mer de vives-eaux) sur la masse d'eau AC03 (seule concernée pour l'intertidal) pour pouvoir organiser une validation terrain simultanée (figure 10).

Même si le district Artois-Picardie n'est pas sujet aux échouages massifs d'algues vertes tels que ceux observés en Bretagne, le principe d'une "veille" sur chaque masse d'eau est à retenir au titre de la DCE (figure 11). Cependant, l'application de cette veille reste à définir (responsabilités au niveau des communes? dispositifs d'alerte?). Les différents niveaux de veille (dont les applications respectives restent à définir) correspondent à des impacts plus ou moins forts (bloom importants et/ou persistants).

Une station a été définie pour les schorres de la baie de Somme (AT01), seule masse d'eau concernée pour ce paramètre (figure 12). La fiche technique pour cet élément de qualité étant en cours d'élaboration, aucun protocole n'est actuellement validé. La position de cette station ne peut donc actuellement pas être fixée et sa localisation exacte devra être précisée ultérieurement. Cependant, le principe d'une cartographie sur les masses d'eau concernées et un suivi stationnel à réaliser la même année que la cartographie (figure 12) semble être retenu par ce groupe de travail. Comme pour les autres paramètres, il sera nécessaire d'anticiper de futures acquisitions d'orthophotographies littorale géoréférencées sur les masses d'eau concernées pour organiser une validation terrain simultanée (conformément aux protocoles de la fiche technique, quand elle sera validée). Les acquis du programme PICCEL, notamment la campagne d'échantillonnage réalisée sur les schorres de la baie de Somme par le GEMEL en 2006, pourront servir de base de connaissance relativement complète pour préciser le futur contrôle de surveillance DCE dans cette masse d'eau.

5.2. Paramètres biologiques "Invertébrés benthique"

Les stations invertébrés de sédiments meubles subtidales ont été définies dans toutes les masses d'eau présentant une distribution homogène et suffisante de sédiments meubles fins et dont l'échantillonnage était possible à la benne (figure 13). Les stations intertidales ont été définies dans les masses d'eau dont l'estran était bien représenté (plus de 25% de la surface totale de la masse d'eau), avec une distribution homogène et suffisante de sédiments meubles fins intertidaux. Au niveau national, sur certaines masses d'eau très étendues et/ou présentant des types de fonds/peuplements très variés au sein même des sédiments fins, deux stations (subtidales et/ou intertidales) ont été définies pour permettre d'appréhender cette hétérogénéité au moment de qualifier l'état écologique, conformément aux recommandations des groupes d'experts [6]. En Artois-Picardie, c'est le cas des masse d'eau AC05 (la plus longue de la Manche, avec un linéaire côtier de près de 70 km) présentant plusieurs faciès biosédimentaire [15] et AT01, présentant des entités biosédimentaires hétérogènes [12]. D'une manière générale, la répartition des stations a été faite de façon à homogénéiser l'effort d'échantillonnage au sein du district Artois-Picardie ainsi qu'entre les différents districts de Manche-Atlantique.

En l'absence de recommandations explicites et de fiches techniques concernant la surveillance des espèces constituant un habitat particulier (crépidules, hermelles, lanices), aucune proposition ne peut être faite actuellement. Des indications pour un suivi surfacique des crépidules, localement mais significativement implantées en Artois-Picardie, sont cependant indiquées dans le tableau 11 et la figure 14. Cette espèce a déjà fait l'objet de quelques études locales. Il conviendra de recenser ces études et celles ultérieures pour réaliser un état des lieux préalable et éventuellement programmer des réactualisations sur les secteurs pouvant évoluer rapidement.

Tableau 10 : Proposition pour le contrôle de surveillance des éléments de qualité biologique relatifs au benthos (district Artois-Picardie) : suivis stationnels

Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Contrôle de surveillance	Végétation				Invertébrés benthiques		
			Macroalgues intertidales (Fucales)	Macroalgues subtidales (Laminaires)	Blooms	Schorres	substrats meubles intertidaux	substrats meubles subtidaux	Crépidules
AC05	Tréport - Boulogne	oui			Veille (niveau 1)		SIMF18	SSMF15 SSMF16	
AC04	Wimereux	non							
AC03	Cap Gris Nez	oui	SIDB14	SSDB10	Veille (niveau 1)				
AC02	Dunkerque - Calais	oui		SSDB11	Veille (niveau 1)		SIMF19	SSMF17	
AC01	Malo - Bray-Dunes	oui			Veille (niveau 1)				
AT01	Estuaire de la Somme	oui			Veille (niveau 1)	SIS07	SIMF16 SIMF17		
AT02M	Port de Boulogne	non							
AT03M	Port de Calais	oui						SSMF18	
AT04M	Port de Dunkerque	non							

Tableau 11 : Proposition pour le contrôle de surveillance des éléments de qualité biologique relatifs au benthos (district Artois-Picardie) : suivis surfaciques

Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Contrôle de surveillance	Végétation				Invertébrés benthiques		
			Macroalgues intertidales (Fucales)	Macroalgues subtidales (Laminaires)	Blooms	Schorres	substrats meubles intertidaux	substrats meubles subtidaux	Crépidules
AC05	Tréport - Boulogne	oui			Veille (niveau 1)				Veille (niveau 1)
AC04	Wimereux	non							
AC03	Cap Gris Nez	oui	Surfacique (orthophoto)		Veille (niveau 1)				Veille (niveau 1)
AC02	Dunkerque - Calais	oui			Veille (niveau 1)				Veille (niveau 1)
AC01	Malo - Bray-Dunes	oui			Veille (niveau 1)				Veille (niveau 1)
AT01	Estuaire de la Somme	oui			Veille (niveau 1)	Surfacique (orthophoto)			
AT02M	Port de Boulogne	non							
AT03M	Port de Calais	oui							
AT04M	Port de Dunkerque	non							

Légende des tableaux 10 et 11

Végétation	Invertébrés	
		Données nombreuses et/ou récentes pour ce paramètre
		Données partielles et/ou anciennes pour ce paramètre
		Absence ou rareté de données utiles à la DCE pour ce paramètre
		Site de référence pour ce paramètre
SIMF16		Station échantillonnée entre 2002 et 2006, dans le cadre d'autres programmes
SIDB14		Station échantillonnée pour la première fois en 2006, à valider
SIS07		Station non-échantillonnée en 2000-2006, à valider

Figure 9 : Localisation des stations proposées pour le contrôle de surveillance des macroalgues intertidales (fucales) et subtidales (laminaires)



Figure 10 : Localisation des masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance surfacique des macroalgues intertidales (fucales)

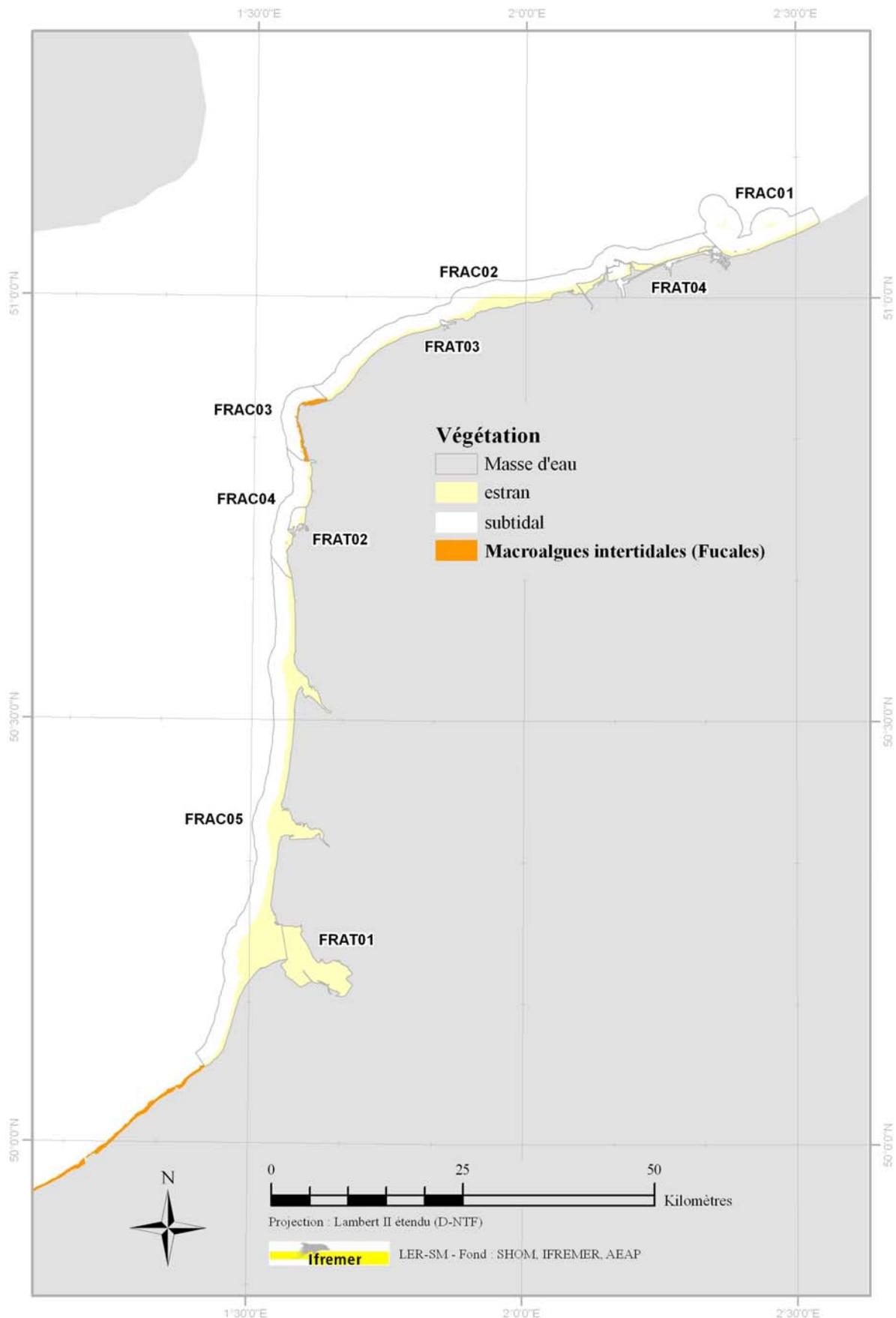


Figure 11 : Localisation des masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance (veille environnementale niveau 1) des blooms d'algues opportunistes

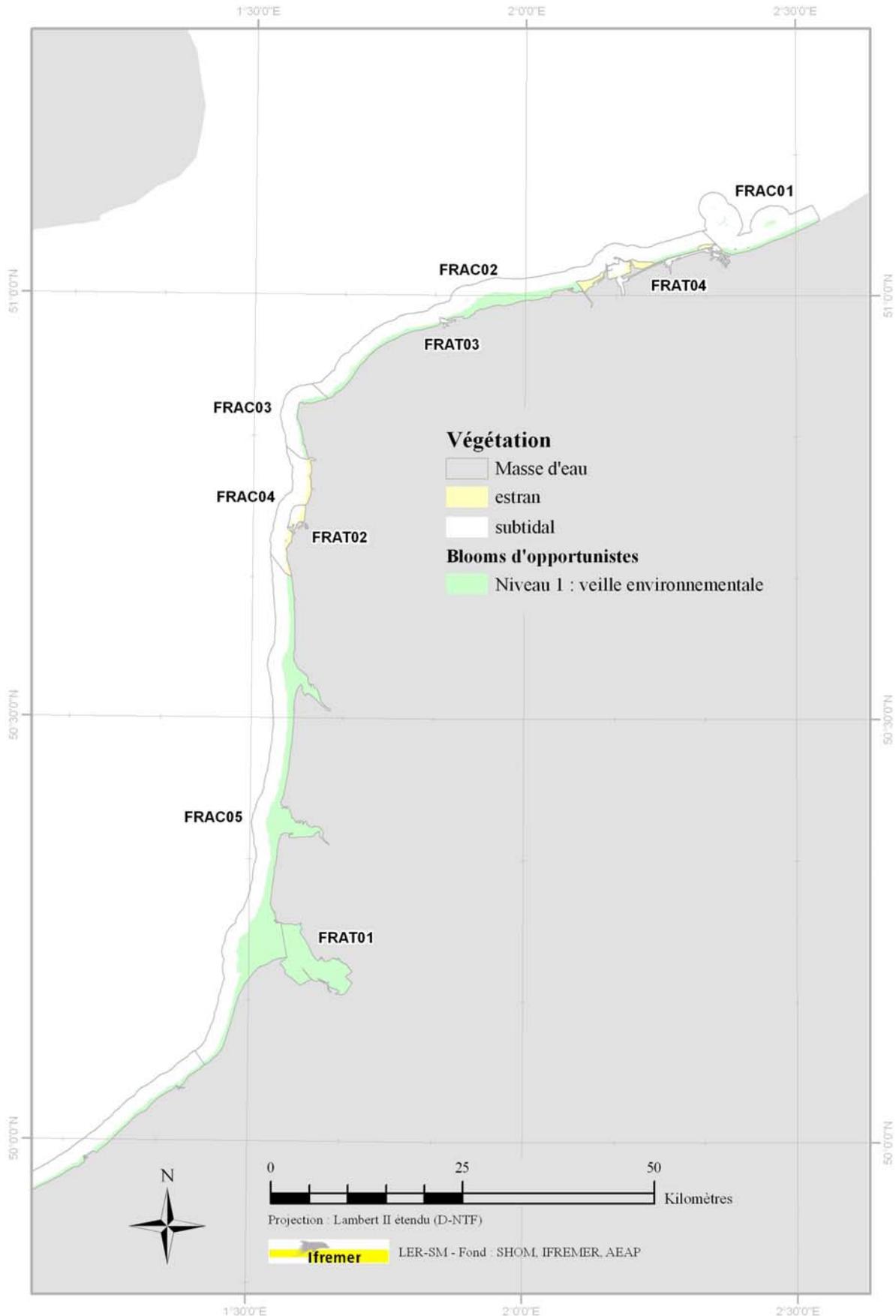


Figure 12 : Localisation des stations et masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance stationnel et surfacique des schorres

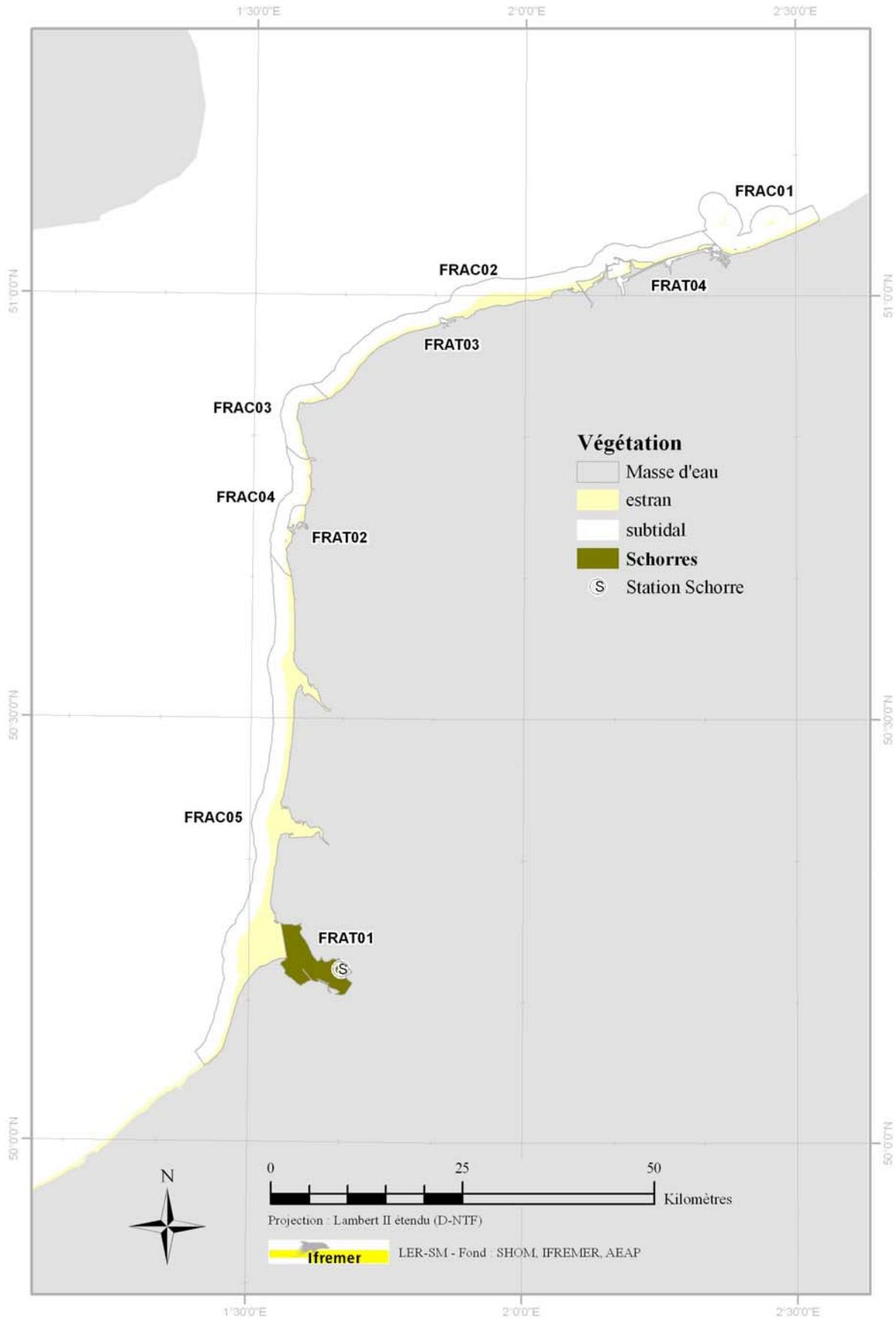


Figure 13 : Localisation des stations proposées pour le contrôle de surveillance des invertébrés des sédiments meubles intertidaux et subtidaux

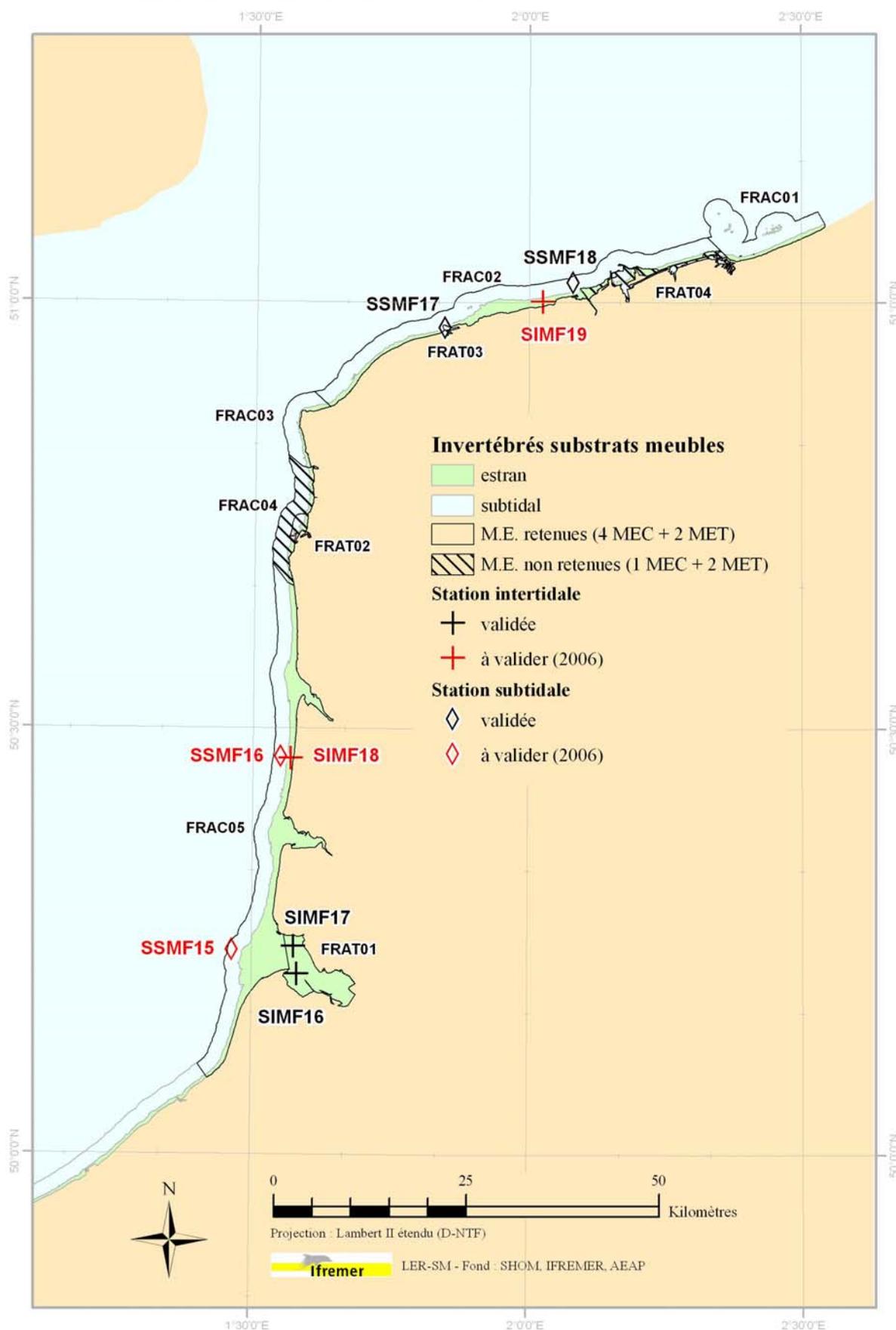
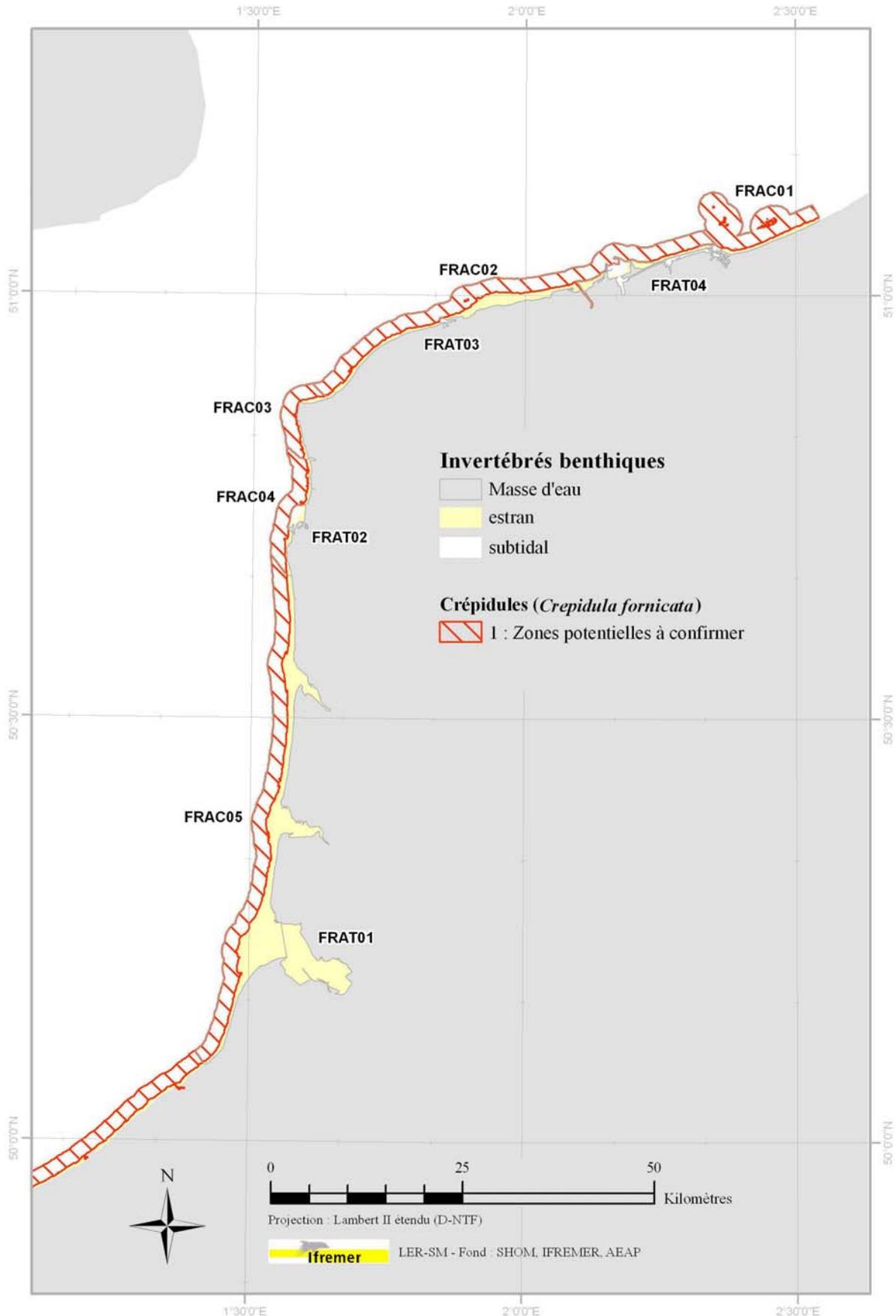


Figure 14 : Localisation des masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance superficielle des crépidules



5.3. Fréquences et calendrier des actions 2007-2012

Le tableau 12 résume les recommandations des groupes d'experts [6], et du MEDD (cf. circulaire en annexe) pour la définition du contrôle de surveillance benthique, en application de la DCE. Le nombre total de stations et de masses d'eaux proposées pour l'Artois-Picardie y sont indiquées pour chaque paramètre. La plupart des recommandations des experts ont été reprises dans la circulaire du MEDD pour le benthos, à l'exception notable de certaines fréquences. Les macroalgues subtidales ne sont suivies qu'une fois par plan de gestion (1/ 6 ans) au lieu des deux recommandées (1/ 3 ans). Le suivi des invertébrés benthiques de sédiments meubles est passé à deux fois par plan de gestion (1/ 3 ans), contrairement aux propositions initiales des experts scientifiques (1/ an). Ce dernier paramètre nécessite cependant plusieurs années de suivi pour pouvoir être interprété correctement. Le principe de "sites d'appui", suivis annuellement, a été proposé dans chaque district pour tenter de pallier à cette différence et permettre d'appréhender les dérives éventuelles à l'échelle régionale. Pour le district Artois-Picardie, la station subtidale sédiment meuble invertébrés de AC02, déjà suivie annuellement dans le cadre du programme IGA (Impact des Grands Aménagement, centrale nucléaire de Gravelines, financement EDF) pourrait être retenue comme site d'appui. Le choix d'un site d'appui intertidal devra être discuté. Le choix de ces stations pourra être confirmé ultérieurement, sur la base des données 2006 et 2007.

Sur la base des fréquences minimales recommandées, la planification des actions 2007-2012 (premier plan de gestion DCE, tableau 13), à mener pour un contrôle de surveillance DCE actif, a été établie en concertation avec l'AEAP (réunion du 5/02/2007).

L'acquisition des données d'invertébrés de sédiments meubles (intertidales et subtidales) a été proposée en priorité pour 2007 sur toutes les stations définies (tableau 10, figure 13). Ce choix se justifie par une continuité avec les données acquises en 2006 et précédemment, conformément aux recommandations des experts (fréquence annuelle, voire semestrielle [6]), et notamment pour contribuer à valider les stations dont les premières données ont été acquises en 2006. De plus, l'acquisition des données en 2007 a été proposé pour l'ensemble des districts Manche, Atlantique et Mer du Nord et permettrait l'intercalibration des stations et indicateurs au niveau du district et au niveau national, sur l'ensemble du réseau de surveillance. En outre, un consensus semble se dégager pour l'utilisation de l'AMBI modifié [7] comme indicateur qui pourrait ainsi être testé et permettre d'obtenir, pour ce paramètre, une première qualification de l'état biologique des masses d'eau suivies. Avec une fréquence minimale trisannuelle recommandée (tableau 12), l'ensemble de ces actions invertébrés de sédiments meubles seraient à répéter en mars-avril 2010, sauf pour les sites d'appuis qui auront pu être confirmés par ces campagnes 2007 et seraient suivies annuellement.

Le suivi des macroalgues (intertidales et subtidales) sur toutes les stations définies (tableau 10, figure 9) est proposé en 2008. Ce choix permet ainsi de répartir le coût du suivi DCE sur l'ensemble du plan de gestion. Cela permettrait également de laisser le temps en 2007 à un groupe d'experts macroalgues de se constituer et de discuter de la pertinence des protocoles actuels, notamment en Manche. En effet, le faible gradient bathymétrique et les particularités des populations macroalgales en Manche (observées en 2006), pourraient nécessiter une adaptation du protocole actuel (mis au point en Bretagne). Ce groupe d'expert pourrait également discuter de l'indicateur à retenir et donc des paramètres minimaux à acquérir en 2008. Selon les fréquences minimales recommandées (tableau 12), l'acquisition des données macroalgues seraient à répéter en mars-juillet 2011, sauf pour les macroalgues

subtidales, si les recommandations d'experts (fréquence trisannuelle également) ne sont pas retenues, et ne seraient alors à répéter qu'en juin-août 2014 (deuxième plan de gestion DCE).

Le suivi surfacique des macroalgues intertidales nécessite l'acquisition d'orthophotographies géoréférencées et une validation terrain simultanée. La programmation de ce suivi (1 fois tous les 6 ans) est conditionnée par la date d'acquisition de ces images et dépend des conditions météorologiques et des heures de marées basses de forts coefficient. Le CEVA mène actuellement des campagnes de ce type dans plusieurs autres districts et possède une longue expérience dans ce domaine. Une campagne aérienne (orthophotographies CASI) est programmée sur l'ensemble du district Seine-Normandie pour l'été 2007.

Si le principe d'une "veille" annuelle des estrans sableux des masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance des blooms d'algues opportunistes est admise, les modalités d'application de cette veille restent à définir. La fréquence des actions préconisées dépend de l'intensité et de la récurrence des phénomènes d'échouage. Le district Artois-Picardie est habituellement très peu sujet aux échouages massifs tels que ceux observés en Bretagne depuis plusieurs années ou en Seine-Normandie plus récemment. Si des échouages de ce type se produisaient en Artois-Picardie, détectés pendant la veille annuelle du contrôle de surveillance, une veille de niveau 2 (fréquence minimale trisannuelle et campagnes aériennes) devrait être mise en place sur les secteurs touchés, pouvant induire également un passage en contrôle opérationnel (fréquence annuel des survols préconisée).

La programmation du suivi trisannuel des schorres (dont la spartine) sur la seule station proposée (tableau 10, figure 12) ainsi que celui du suivi surfacique (1 fois tous les 6 ans) est conditionnée par les dates d'acquisition d'orthophotographies géoréférencées. Les dates d'acquisition de ces images devront être anticipées afin d'organiser la validation terrain simultanée et le suivi stationnel (la même année).

Tableau 12 : Synthèse des recommandations des groupes d'experts et du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) pour le contrôle de surveillance DCE des éléments de qualité biologique relatifs au benthos
 (En italique = en cours d'élaboration. Les fréquences correspondent au nombre d'années par plan de gestion de 6 ans ; N stations et N m.e. = nombre de stations ou masses d'eau proposées pour le district Artois-Picardie)

Thème	Stationnel					Zonal					Fiche Technique cf. Guillaumont B. et Gauthier E., 2005 [6]
	objectifs	N stations	méthode	fréquence	période	objectifs	N m.e.	méthode	fréquence	période	
Macroalgues substrat rocheux intertidal	Composition spécifique, recouvrement, limites Fuciales : recouvrement + espèces substituées	1	GPS, photos, transects, quadrats 0,1 m ²	2	mars à juillet	Vertes/brunes : extension, recouvrement Fuciales : extension, recouvrement, limites, vitalité	1	Orthophoto interprétation + validation terrain	1	juin à août	FT03
Macroalgues substrat rocheux subtidal	Composition spécifique, recouvrement, limites Laminaires : densités + espèces substituées	2	plongée : GPS, photos, transects, quadrats 0,25 m ²	2 (experts) 1 (MEDD)	juin à août						FT05
Blooms algues opportunistes	Niv. 1 : veille Niv. 2 : <i>district non concerné</i> Niv. 3 : <i>district non concerné</i>	Niv. 1 : 5 m.e.	Niv. 1 : Recensement : volumes ramassés, composition spécifique	Veille : 6	avril à octobre	Niv. 2 : extension, recouvrement, composition spécifique	Si blooms persistants	Orthophoto interprétation + validation terrain	2 à 6 (experts) 2 (MEDD)	à définir pour chaque site concerné	FT01
Schorres (dont spartines)	<i>en cours de définition</i>	<i>1</i>	<i>en cours de définition</i>	<i>2 (MEDD)</i>	<i>en cours de définition</i>	<i>en cours de définition</i>	<i>1</i>	<i>Orthophoto interprétation + validation terrain</i>	<i>1</i>	<i>en cours de définition</i>	<i>Fiche Technique en cours de validation</i>
Macrozoobenthos substrat meuble intertidal	Composition spécifique, abondance et biomasse spécifiques, sédimento	4	carottier à main (section > 0,01 m ² , prof. 15 cm), maille 1 mm	6 (experts) 2 à 6 (MEDD) biomasse : 2	mars-avril	Délimitation habitats		<i>Synthèse cartographique (fréquences de ré-actualisation non définies)</i>			FT10 N répliqués = 0,25 m ² (+ 1 sédimento)
Macrozoobenthos substrat meuble subtidal	Composition spécifique, abondance et biomasse spécifiques, sédimento	4	benne 0,1 m ² (S&Mcl ou VV), maille 1 mm	6 (experts) 2 à 6 (MEDD) biomasse : 2	mars-avril	Délimitation habitats		<i>Synthèse cartographique (fréquences de ré-actualisation non définies)</i>			FT10 5 répliqués (+ 1 sédimento)
Crépidules						<i>Niv. 1 : veille Niv. 2 : suivi surfacique</i>	<i>Niv.1 : 4</i>	<i>Acoustique ou vidéo + drague quantitative</i>	<i>1</i>	<i>à définir</i>	<i>Pas de Fiche Technique</i>

Tableau 13 : Proposition de calendrier pour l'application minimale du contrôle de surveillance DCE des éléments de qualité biologique relatifs au benthos du district Artois-Picardie (un plan de gestion DCE = 6 ans)
 Pour chaque masse d'eau concernée, l'année du suivi surfacique (validation terrain) devra être programmée la même année que l'acquisition des images (orthophotographies littorales ou acoustique subtidale)

Thème	Type de suivi	Fréquence	Période	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Macroalgues substrat rocheux intertidal	Stationnel	1 / 3 ans	mars à juillet	1 station		1 station			1 station	
	Zonal	1 / 6 ans	juin à août		AC03 (selon date orthophotos)					
Macroalgues substrat rocheux subtidal	Stationnel	1 / 6 ans	juin à aout	2 stations		2 stations			2 stations	
	Zonal									
Blooms algues opportunistes	Stationnel	1 / 1 an	avril à octobre		5 m.e. Veille Niv.1	5 m.e. Veille Niv.1	5 m.e. Veille Niv.1	5 m.e. Veille Niv.1	5 m.e. Veille Niv.1	5 m.e. Veille Niv.1
	Zonal	1 / 3 ans	à définir selon sites impactés					Si blooms Niv.2		
Schorres (dont spartines)	Stationnel	1 / 3 ans	en cours de définition		1 station AT01 (selon date orthophotos)			1 station AT01 (selon date orthophotos)		
	Zonal	1 / 6 ans	en cours de définition		AT01 (selon date orthophotos)					
Macrozoobenthos substrat meuble intertidal	Stationnel	1 / 1 à 3 ans	mars-avril, (+septembre-octobre)	2 stations	4 stations + Biomasses	1 station d'appui ?	1 station d'appui ?	4 stations + Biomasses	1 station d'appui ?	1 station d'appui ?
	Zonal									
Macrozoobenthos substrat meuble subtidal	Stationnel	1 / 1 à 3 ans	mars-avril, (+septembre-octobre)	2 stations	4 stations + Biomasses	1 station d'appui	1 station d'appui	4 stations + Biomasses	1 station d'appui	1 station d'appui
	Zonal									
Crépidules	Stationnel									
	Zonal	1 / 6 ans			non défini : 4 m.e. à prospecter					

6. Bancarisation des données

Les données et métadonnées stationnelles acquises lors des campagnes exploratoires 2006 ont été informatisées par les partenaires sur tableur Excel. Cette base est en cours d'harmonisation en attendant la mise en service opérationnelle de la base de donnée et du référentiel Quadrigé². Les métadonnées ont été définies par des cahiers des charges spécifiques à chaque paramètre DCE, en veillant à leur compatibilité avec la future base nationale Quadrigé². Une première version de Quadrigé² (formulaire de saisie des données et métadonnées) est prévue pour l'été 2007 et devrait être opérationnelle avant la fin de cette année. Des formations pourront alors être proposés aux partenaires pour intégrer les futures données Rebent-DCE directement dans cette base. Les données antérieures, disponibles sous un format différent pourront être converties et intégrées progressivement.

La Base d'Informations Géoréférencées Rebent-DCE-Manche, constituée pendant la phase préparatoire 2005-2006, peut maintenant être actualisée en permanence au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données (données antérieures à acquérir dans le cadre de conventions, des campagnes exploratoires 2006 et des futurs contrôles DCE). Les données spatiales (données environnementales, position des réplicats/stations à chaque date, données issues des contrôles de surveillance surfaciques, données interprétées, etc.), sont archivées au format ESRI (logiciel ArcGIS 9.1), permettant l'exportation vers d'autres bases (dont Quadrigé²). A l'avenir, une base de donnée nationale Rebent-DCE pourra être constituée pour coordonner l'ensemble des informations de tous les districts et permettra de produire des documents de synthèse à partir de ces données. Les référentiels (géographiques, métadonnées, chartes graphiques, etc.) devront être harmonisés pour permettre cette synthèse et des échanges réguliers au cours des réactualisations au sein du Rebent national ou en lien avec d'autres réseaux, comme par exemple le Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE) via le Système d'Information sur l'Eau (SIE).

A terme, il sera nécessaire de veiller à ce que les données Rebent-DCE soient compatibles avec le SIE et l'application WISE*.

* SIE : Système d'Information sur l'Eau, succédant au RNDE (Réseau National de Données sur l'Eau)
WISE : Water Information System for Europe

7. Conclusions - Perspectives

La mise en place d'un réseau de partenariat est avant tout conditionné par la bonne volonté et la motivation de chacun des acteurs. Ce travail de définition d'un nouveau réseau, dans des délais aussi brefs, a été possible grâce à la collaboration cordiale et volontaire de l'ensemble des partenaires (Ifremer, Agences de l'eau, DIREN, GEMEL, station marine de Wimereux). La motivation est d'autant plus flagrante que tous étaient, sont et seront très occupés par d'autres programmes et actions, hors DCE. Cela nécessitera de planifier, autant que possible, très à l'avance les actions futures à mener pour le Rebent-DCE-Manche (moyens nautiques, échantillonnages, expertises, réunions et publications de résultats).

Après une longue phase nécessaire de constitution, la Base d'Informations Géoréférencées Rebent-DCE-Manche (districts hydrographiques Seine-Normandie et Artois-Picardie) est à présent opérationnelle. Il serait souhaitable que cette base reste active à l'avenir (intégration des données et mise à jour des métadonnées au fur et à mesure de leurs acquisitions) afin de permettre des échanges réguliers au sein du Rebent national ou le RNDE. Cet outil permettra également de produire des données élaborées, de mettre à jour les évolutions locales et de servir d'interface d'échange avec la base nationale Quadrige².

Il serait également nécessaire de poursuivre la veille documentaire, au sein de chaque district, pour tous les thèmes liés au benthos et à la DCE et de constituer une liste bibliographique commune (via extranet?), régulièrement mise à jour, permettant l'accès aux ressources (ouvrages, articles, calendriers et compte-rendus de réunions et conférences, etc.) pour l'ensemble des organismes coordonnateurs et des partenaires. Parmi les "documents Rebent" à référencer et mettre à jour, tous les documents disponibles chez chaque partenaire, liés à la taxonomie, et les collections issues des suivis (espèces, photos, etc.) seraient des informations utiles, à la fois à la réalisation des suivis, mais aussi à l'initiation d'une assurance qualité, indispensable au niveaux régional, national et international pour ce réseau.

Il sera nécessaire, le plus tôt possible (*cf.* circulaire MEDD et norme ISO16665), d'initier cette démarche d'assurance qualité (cahier des charges méthodologiques et intercalibrations terrain/analyse/données/rapports, etc.). Il faudra alors prévoir des actions spécifiques (financements, coordinations en parallèle du suivi, expertises et intercalibrations). La constitution et la réunion de groupes d'experts nationaux au sein de chaque thème devra être une action à poursuivre régulièrement, notamment pour les macroalgues, dont le protocole de suivi pourrait nécessiter des adaptations en Manche. Ces groupes pourront également discuter et valider les protocoles, les données biologiques, les indicateurs statistiques, les états et stations de référence.

Les contrôles de surveillance surfaciques nécessitent un grand nombre d'orthophotographies géoréférencées couvrant une partie importante du littoral. Chaque secteur doit être couvert au moins 1 fois tous les 6 ans, et l'acquisition doit être synchrone au sein d'un même habitat, correspondant à chacun des paramètres à suivre (macroalgues intertidales, blooms d'algues opportunistes, herbiers, schorres). Le coût d'acquisition de ces images est généralement très important et sa programmation nécessite la prise en compte de contraintes spécifiques (météorologie, forts coefficients de marée basse, heure de survol pour l'ombre portée des falaises). Cependant, la faible fréquence d'acquisition (une fois par plan de gestion) ainsi que l'intérêt et les nombreuses valorisations possibles de ces images dans le cadre d'autres besoins (programmes locaux, directives habitats, SHOM, IGN, etc.) devrait

permettre de solliciter un financement et une programmation multipartenaires, voire nationale. Les analyses de ces images, propres à assurer le suivi surfacique de chacun des paramètres DCE concerné, pourraient alors être financés indépendamment, en veillant à la programmation simultanée des validations terrain. Une réflexion du même ordre pourrait être menée pour l'organisation et la programmation de campagnes acoustiques pour le domaine subtidal (prospections des crépidules et, pour les très petits fonds, des laminaires).

La prochaine étape d'application de la DCE consistera à définir, au sein de chaque district et dans le cadre d'une coordination nationale, les contrôles opérationnels, d'enquête et additionnels sur la base d'un état des lieux actualisé (notamment par les premiers résultats du contrôle de surveillance DCE) pour chaque masse d'eau.

Que ce soit à l'échelle locale (district), national ou international, une coordination sera toujours nécessaire pour assurer la cohérence de l'ensemble des opérations liés à ces suivis. L'actuel Rebut, tel que présenté ici comme réseau de partenariat pour la stricte application minimaliste de la DCE, pourra et devra évoluer, en terme de mise à jour des méthodologies, stations et paramètres retenus, en fonction de l'avancée des connaissances issues de ce réseau et d'autres études. Le réseau de surveillance DCE offre l'avantage d'une structure à vocation pérenne à l'échelle nationale, fédérant plusieurs organismes autour de référentiels communs. Cet atout, unique dans le domaine benthique, est la clé qui permettra de répondre aux futurs besoins (directive pour la Stratégie Marine Européenne, directive Habitats, Aires Marines Protégées, Gestion Intégrée de la Zone Côtière, états de référence des habitats sensibles en cas de pollution, programmes locaux de recherche ou d'états des lieux, etc.).

Enfin, les données interprétées et les connaissances issues de l'ensemble des actions menées sur le littoral pourront, à terme, faire l'objet de communications et de valorisations vers l'ensemble des acteurs et usagers du littoral (scientifiques, administrations, professionnels, grand public).

8. Partenaires actuels (2006-2007) du Rebent-DCE-Manche (hors Ifremer, agences de l'eau et DIREN)

Secteur HC01 à HC13 (invertébrés benthiques et macroalgues)

Laboratoire maritime de Dinard

Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN)

17 avenue George V - BP 28 - 35801 Dinard

Tél : 02 99 16 90 37 ; Fax : 02 99 88 29 42 ; www.mnhn.fr/mnhn/bimm/diversite/creat.htm

contact : Frédéric Olivier ; folivier@mnhn.fr



GEMEL-Normandie

Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux

CREC-Station marine de l'université de Caen

54 rue du docteur Charcot - 14530 Luc-sur-mer

Tél : 02 31 96 73 11 ; www.gemel.org

contact : Pascal Hacquebart ; gemel.hacquebart@tiscali.fr



Secteur HC14 à HC18 (invertébrés benthiques et macroalgues)

CSLN

Cellule de Suivi du Littoral Normand

53 rue Prony - 76600 Le Havre

Tél : 02 35 21 71 70 ; <http://perso.orange.fr/suivilittoral-lehavre/>

contacts : Serge Simon et Jérôme Jourde ; Suivilittoral-lehavre@wanadoo.fr



Secteur HC01 à HC18 (macroalgues subtidales)

ECOSUB

ECologie des milieux SUBaquatiques

1 rue du Courtil - 22380 Saint-Cast-Le-Guildo

Tél : 02 23 30 05 53 ; www.ecosub.org

contact : Johann Prod'homme ; jprodhom@ecosub.org



Secteur AC05 à AC01 (invertébrés benthiques et macroalgues)

Station marine de Wimereux

28, Avenue Foch - BP 80 - 62930 WIMEREUX

Tél: 03 21 99 29 11 ; Fax: 03 21 99 29 01 ; www.univ-lille1.fr/sm-wimereux/

contacts : Jean-Marie Dewarumez ; jean-marie.dewarumez@univ-lille1.fr

et François Gevaert ; Francois.Gevaert@univ-lille1.fr



Secteur AT01 (invertébrés benthiques et schorres)

GEMEL Picardie

Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux

115, quai Jeanne d'Arc – 80230 Saint-Valery-sur-Somme

Tél : 03 22 26 85 25 ; www.gemel.org

contact : Antoine Meirland ; gemel.meirland@tiscali.fr



Secteur HC01 à HC18 (Blooms d'opportunistes et zonal macroalgues)

CEVA

Centre d'Etude et de Valorisation des Algues

Presqu'île de Pen Lan - BP 3 - L'Armor-Pleubian 22610 PLEUBIAN

Tél. : 02 96 22 93 50 ; Fax : 02 96 22 84 38 ; www.ceva.fr

contact : Patrick Dion ; Patrick.Dion@ceva.fr



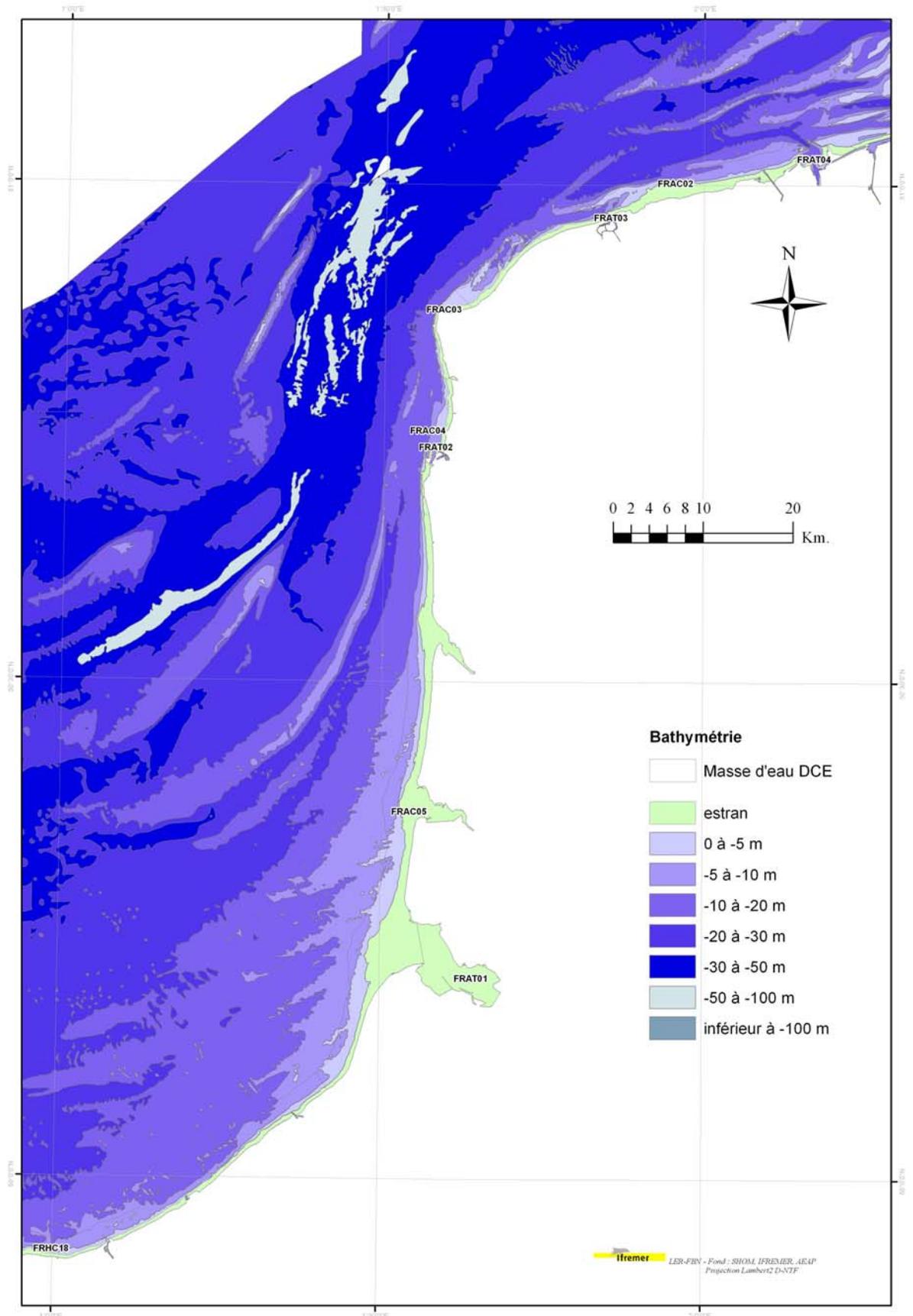
Références bibliographiques

- [1] Guillaumont B., Barnay A-S., Croguennec C., Oger-Jeanerret H., 2006. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre Eau : état des lieux et propositions – District Loire-Bretagne. RST.2006-06/Dyneco/Vigies/Rebent (disponible sur site <http://www.rebent.org>).
- [2] 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".
- [3] Directive 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages.
- [4] Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, dite "Directive Habitats".
- [5] Water Framework Directive – Common Implementation Strategy – Working Group 2.7 – Monitoring. Guidance on monitoring for the Water Framework Directive. Final version – 23 January 2003. 164 p.
- [6] Guillaumont B., Gauthier E. (coord.), 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. RST.2005-11/Dyneco/Vigies/Rebent (disponible sur site <http://www.rebent.org>).
- [7] Grall J., Coïc N., 2005. Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du macrobenthos en milieu côtier. RST.2006/Dyneco/Vigies/Rebent.
- [8] Barnay A-S., 2005. Avant-Projet Sommaire du futur réseau de surveillance DCE (domaine benthique) – District côtier Seine-Normandie. RST.2005-05/DOP-LER/N.
- [9] Guérin L., Desroy N., Le Mao P., 2006. Mise en place du réseau de surveillance benthique Rebent-D.C.E. pour les districts hydrographiques Seine-Normandie et Artois-Picardie. Rapport intermédiaire d'activité, mars 2006. RST.DOP-LER/SM/06-003. 29p. + annexes.
- [10] Dauvin J-C. et Delattre S., 2000. Synthèse bibliographique géoréférencée "Milieu vivant du domaine marin de la région Nord - Pas de Calais". Rapport Espace Naturel Régional, Environnement Littoral et Marin.
- [11] Dauvin J-C. et Dewarumez J-M., 2000. Patrimoine naturel de la Manche orientale et du sud de la Mer du Nord : invertébrés benthiques et peuplements sublittoraux. Agence de l'eau Artois-Picardie, Actes du colloque de Wimille, 7 décembre 2001.
- [12] Desprez M., 1995. Ecosystème Baie de Somme : Distribution des peuplements benthiques et ichtyologiques de l'espace intertidal et de ses abords. Rapport GEMEL, Conseil Régional de Picardie.

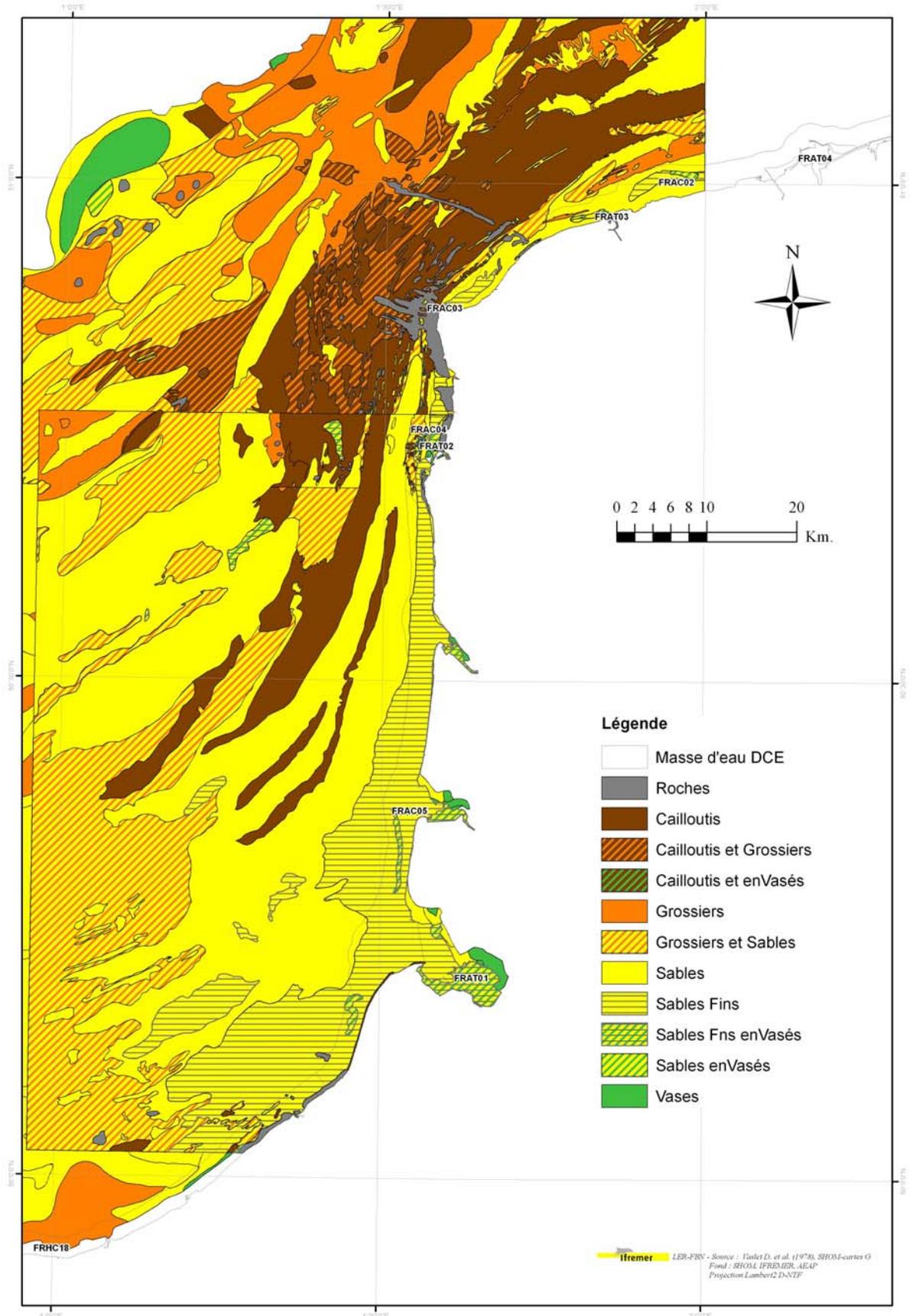
- [13] Cabioch L. et Glaçon, R., 1977. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale. Du cap d'Antifer à la baie de Somme. Compte rendu des séances de l'Académie des sciences, Paris, 285, série D, pp. 209-212. Produit numérique Rebent Ifremer-Université-CNRS, au 1/650 000 sous forme de polygones, 2004.
- [14] Cabioch L. et Glaçon R., 1975. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, de la Baie de Somme au Pas-de-Calais, C. R. Acad. Sc. Paris, t. 280 (27 janvier 1975), Série D, p. 491-494. 1/650 000. Produit numérique Rebent Ifremer-Université-CNRS, 2004.
- [15] Desroy N., Warembourg C., Dewarumez J-M. et Dauvin J-C., 2002. Macrobenthic resources of the shallow soft-bottom sediments in the eastern English Channel and southern North Sea. ICES Journal of Marine Science, 60, pp. 120-131.
- [16] Gévaert F., 2001. Importance des facteurs de l'environnement et du phénomène de photoinhibition sur la production des grandes algues marines. Thèse de doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, UPRES-A-CNRS 8013 ELICO, Ecosystèmes Littoraux et Côtiers.
- [17] Crooks J-A., 2002. *Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers*. Oikos 97: 153-166.

ANNEXES

Annexe 1 : Bathymétrie



Annexe 2 : Sédimentologie



Annexe 3 : Entités biosédimentaires principales

Légende

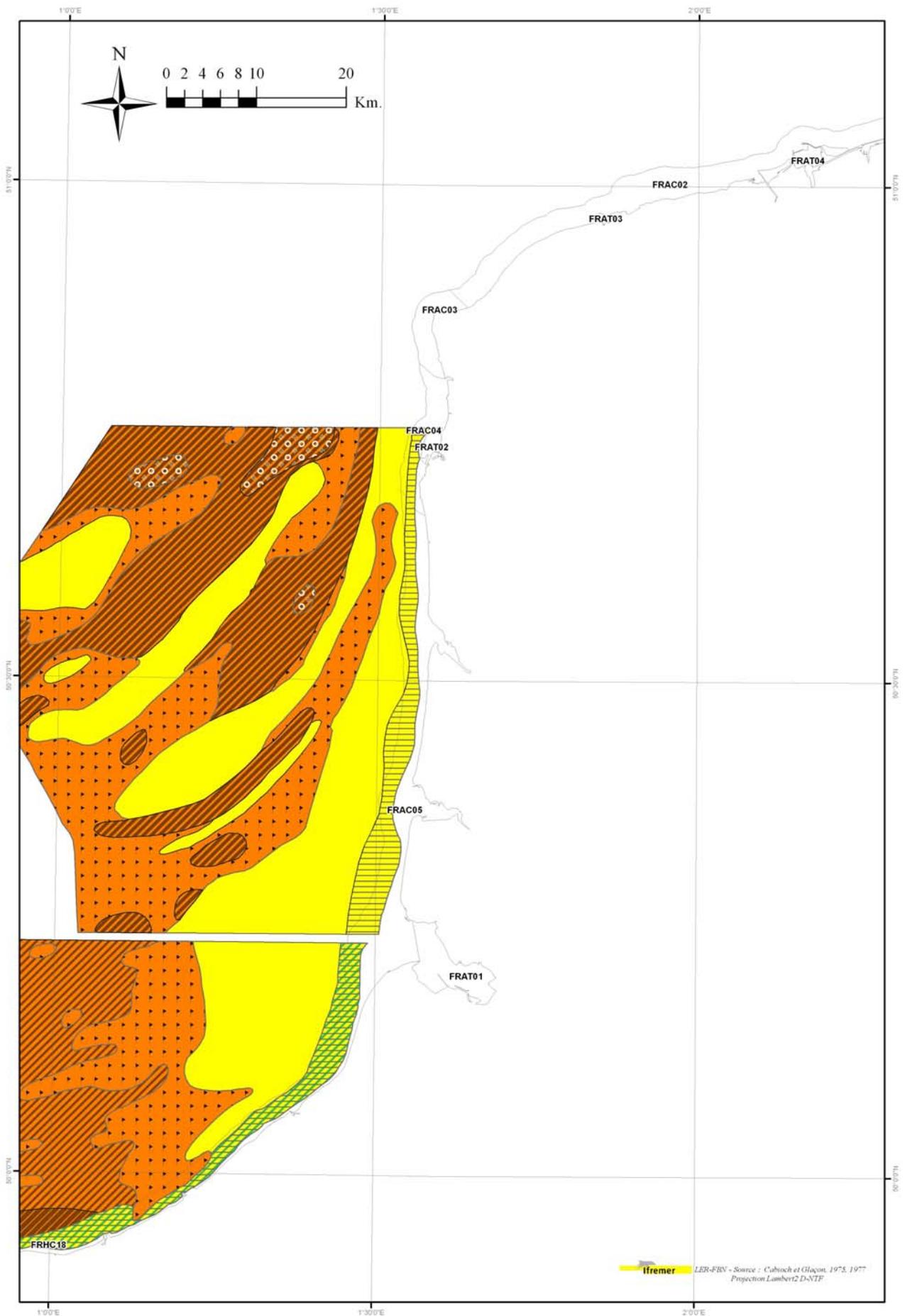
-  1, Peuplement des cailloutis et graviers à épibiose sessile
-  2, Peuplement des cailloutis et graviers à épibiose sessile : faciès à *Ophiothrix fragilis*
-  3, Peuplement des sédiments grossiers à *Amphioxus lanceolatus* - *Spatangus purpureus*
-  4, Peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*
-  5, Peuplement des sables fins légèrement envasés à *Donax vittatus* - *Abra alba* - *Macoma balthica*

-  1, Peuplement des fonds durs et caillouteux infralittoraux
-  2, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès type, aspect caillouteux
-  3, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès type, aspect des graviers
-  4, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès type, population dense d'*Ophiothrix fragilis*
-  5, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès subcôtier
-  6, Peuplement des sédiments grossiers à *Amphioxus lanceolatus*
-  7, Peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*
-  8, Peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba* - *Pectinaria koreni*

Période d'acquisition des données : 1970-1980

Source : Données : Cabioch et Glaçon, 1975 ; Cabioch et Glaçon, 1977.

Produit numérique : Reben MESH-Ifremer-Université-CNRS



Annexe 4 : Coordonnées des stations benthiques (sauf les schorres) du contrôle de surveillance et dernières dates d'acquisitions de données (existantes en noir et disponibles en rouge, dans le cadre des campagnes exploratoires 2006)

Se référer aux tableaux et cartes du paragraphe 5

Stations Subtidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date 1	Date 2
SSMF15	AC05	001°.27,72' E	50°.14,08' N	537503	2582482	<i>03/04/06</i>	<i>Aut. 06</i>
SSMF16	AC05	001°.32,93' E	50°.27,90' N	543966	2608074	<i>03/04/06</i>	<i>Aut. 06</i>
SSMF17	AT03M	001°.50,70' E	50°.58,20' N	565388	2664213	Print. 06	-
SSMF18	AC02	002°.04,80' E	51°.01,40' N	581957	2670083	Print. 06	Aut. 06

Stations Intertidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date 1	Date 2	Localité
SIMF16	AT01	001°.34,80' E	50°.12,70' N	545914	2579828	Print. 06	-	LeCrotoy
SIMF17	AT01	001°.34,44' E	50°.14,64' N	545512	2583434	Print. 06	-	Cayeux
SIMF18	AC05	001°.33,92' E	50°.27,95' N	545139	2608161	<i>28/06/06</i>	<i>Aut. 06</i>	Merlimont
SIMF19	AC02	002°.01,26' E	51°.00,00' N	577798	2667495	<i>27/06/06</i>	<i>Aut. 06</i>	Oye

Stations Subtidales Dur macroalgues Benthiques

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date	Localité
SSDB10	AC03	001°.35,07' E	50°.49,97' N	546898	2649069	<i>12/08/06</i>	Audresselles
SSDB11	AC02	001°.40,60' E	50°.54,74' N	553484	2657861	<i>11/07/06</i>	Wissant

Stations Intertidales Dur macroalgues Benthiques

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date	Localité
sidb14	AC03	001°.35,18' E	50°.49,90' N	547020	2648921	<i>11/08/06</i>	Audresselles

DMd = Degré Minutes décimales (WGS84)

LB2et = Lambert 2 étendu (D-NTF)

dates en italique : échantillons acquis dans le cadre des campagnes exploratoires DCE 2006

Annexe 5 : Cahiers des charges techniques des actions 2006 (campagnes exploratoires) et 2007 (démarrage du contrôle de surveillance benthique DCE)



Ifremer

Cahier des charges Technique

Acquisition de données biologiques (macroalgues substrats durs) complémentaires à la définition du réseau de surveillance, en application de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE)

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**

Etablissement public à caractère
industriel et commercial

Station de Saint-Malo

2 bis, rue Grout Saint Georges
B.P. 46
35402 Saint-Malo cedex
France

téléphone 33 (0)2 23 18 58 58
télécopie 33 (0)2 23 18 58 50
<http://www.ifremer.fr>

Siège social

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

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

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

Actions 2006

District Artois - Picardie

1. CONTEXTE DU MARCHÉ

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) impose aux Etats membres la mise en place de réseaux de suivi de la qualité des masses d'eau côtières à partir du 1^{er} janvier 2007. Le compartiment benthique doit obligatoirement être pris en compte dans ces suivis, et des indicateurs d'état de la macrofaune et du phytobenthos devront avoir été validés d'ici à la fin 2006, pour être utilisés en routine ensuite.

De même, la définition précise de réseaux benthiques pérennes par façade maritime devra avoir été réalisée pour fin 2006.

Afin d'avoir une approche cohérente et homogène pour la façade maritime Manche mer du Nord, l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) et les DIREN Nord Pas-de-Calais et Picardie confient à l'IFREMER la mission de coordination générale de définition du Réseau Benthique à mettre en place en Manche dans le cadre de la DCE, et ce, en concertation avec les DIREN de Basse Normandie, de Haute Normandie, ainsi que l'Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP).

Ce réseau portera le nom de REBENT DCE Manche.

La mission confiée à l'IFREMER consiste en la maîtrise d'ouvrage, sur la période 2005/2006, de la définition du réseau répondant aux exigences de la DCE, à mettre en place à partir de 2007, sur l'ensemble des masses d'eau côtières et de transition rattachées aux districts Seine Normandie et Artois Picardie, *i.e.* de la limite de la région Basse Normandie en baie du Mont S^t-Michel jusqu'à la frontière Belge.

2. OBJET DU MARCHÉ

Le présent marché a pour objet l'acquisition de données biologiques complémentaires (phytobenthos et faune associée de substrats dur) nécessaires à la définition du réseau de surveillance REBENT DCE Manche.

Plusieurs stations, intertidales et subtidales, ont été définies afin d'être échantillonnées en 2006. Les points de suivi ont été positionnés à priori dans des secteurs rocheux abritant des ceintures algales bien établies, mais il conviendra lors de l'échantillonnage de le vérifier. Les stations définies au paragraphe suivant devront être échantillonnées en été (juin-juillet) selon les protocoles faisant l'objet de l'annexe 3 de ce cahier.

3. DESCRIPTION DES ACTIONS

Ce tableau présente la répartition des stations à échantillonner au sein des masses d'eau concernées :

	Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Végétation		Suivis particuliers
			Macroalgues intertidales (Fucales)	Macroalgues subtidales (Laminaires)	
action 5	AC03	Cap Gris Nez	1	1	non
	AC02	Dunkerque - Calais	1	1	non

 = Site de Référence potentiel

Le découpage géographique des masses d'eau constituant les actions et la position des stations sont précisés sur la carte jointe au présent cahier (annexe 1). Les positions des stations ont été définies en fonction des exigences relatives à la DCE et à partir des connaissances bibliographiques disponibles à ce jour. Les stations à échantillonner en 2006 ont été situées sur des secteurs peu connus ou dont la connaissance date de plus de six ans (durée du plan de gestion). Les coordonnées géographiques des stations sont donc données à titre indicatif dans l'annexe 2, jointe au présent cahier. La position et les coordonnées de ces stations pourront être ajustées, tout en restant en conformité avec les objectifs attendus (notamment en terme de bonne représentativité de la masse d'eau et en privilégiant les ceintures bien différenciées, avec des taux de recouvrement non-négligeables), et précisées en fonction de la nature des ceintures et des peuplements observés lors des prélèvements sur le terrain. Lors des prélèvements intertidaux, il sera possible de vérifier visuellement que la station se situe bien dans un secteur homogène et représentatif de l'estran.

4. DESCRIPTION DES PRESTATIONS A REALISER

4.1. Echantillonnage :

L'échantillonnage des stations intertidales devra impérativement être réalisé entre les mois d'avril et juillet 2006, selon le protocole de la fiche technique n°3 (paragraphe : suivi stationnel de la composition spécifique) de l'annexe 3 ci-jointe. L'échantillonnage des stations subtidales devra impérativement être réalisé entre les mois de juin et août 2006, selon le protocole de la fiche technique n°5 de l'annexe 3 ci-jointe. Des fiches-stations seront complétées sur le terrain, au moment du prélèvement, conformément aux méta-données suivantes (les paramètres entre parenthèse sont optionnels) :

métadonnées Station

Code masse d'eau DCE

Code station

(Code photo numérique associée)

Longitude (datum, système)

Latitude (datum, système)

Pour un transect : Point GPS départ+arrivée ; cap ; longueur

Subtidal : Profondeur carte SHOM et référence de la carte utilisée

(Typologie habitat : EUNIS, Corine Biotope, ZNIEFF-Mer...)

Observations (conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité...)

métadonnées Prélèvement

Code station

Code prélèvement (station-paramètre-réplicat)

(Code photo numérique associée)

Paramètre (macroalgues/invertébrés ; intertidal/subtidal)

Date (jour/mois/année) prélevée

(Heure/Minute du prélèvement)

Subtidal : Profondeur corrigée observée

Noms/coordonnées des personnes effectuant le prélèvement

Engin (transect, quadrat) / Méthodes

Surface recensée : **cf. protocoles fiches techniques ci-jointes**

Numéro/Nombre total du réplikat/transect

Observations (pente, entourage du quadrat, espèces remarquables, ...)

4.2. Analyse et traitement des échantillons :

L'analyse et le traitement des échantillons récoltés seront réalisés selon le protocole des fiches techniques de l'annexe 3 ci-jointe. Cela n'est pas spécifié dans les fiches techniques, mais pour ce marché, la faune présente dans les quadrats devra également être dénombrée (ou % recouvrement pour les encroûtements) ; une fiche technique est en cours d'élaboration (renseignements : Nicolas.Desroy@ifremer.fr). Des fiches-analyses seront complétées au laboratoire, au moment de l'analyse, conformément aux méta-données suivantes (les paramètres entre parenthèse sont optionnels) :

métadonnées Biologiques

Code station

Code prélèvement

Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse

Faunes/Flores utilisées

Classification utilisée (ERMS fortement recommandée!)

(Code photo numérique/pilu collection associé)

Subtidal : profil topographique

limites d'extensions des ceintures (dans l'étendue géoréférencée du transect)

%recouvrement (algues brunes, rouges, vertes, roche nue, spongiaires, ...)

Genre

Espèce

Subtidal : densité laminaires/espèce

Observations (présence d'épiphytes, ...)

5. SUIVI ET CONTROLE

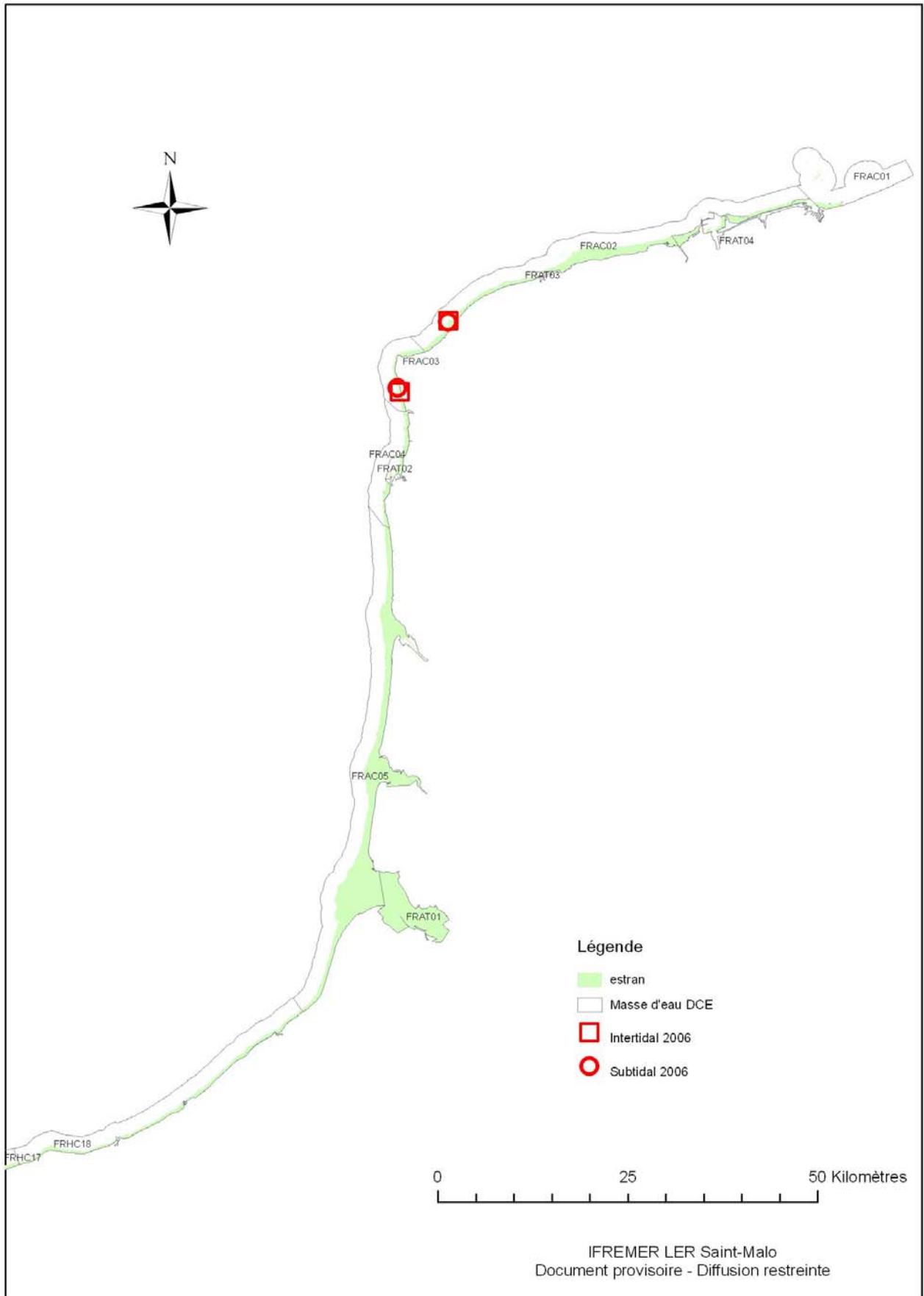
Les coordonnées précises des stations (et les fiches-stations) prélevées devront être transmises dès que possible à l'Ifremer Saint-Malo (Laurent.Guerin@ifremer.fr, Nicolas.Desroy@ifremer.fr, Patrick.LeMao@ifremer.fr) et en copie aux agences de l'eau et DIREN concernées (A.Mormentyn@eau-artois-picardie.fr, Emmanuelle.Martin@npdc.ecologie.gouv.fr, thierry.hanocq@picardie.ecologie.gouv.fr). Une réunion de démarrage ainsi que des réunions à la fin de chaque phase auront lieu afin de suivre le déroulement de l'étude. Chacune des deux parties pourra, si elle le juge nécessaire pour le bon déroulement des travaux provoquer d'autres réunions. Ces réunions permettront de constater l'avancement de la prestation et de prendre toute décision relative à son bon déroulement.

6. RESTITUTION DES PRESTATIONS

A l'issue des échantillonnages (une à deux semaines après les prélèvements), les fiches-stations (informatisée et copie papier des originaux de terrain) devront être remises ainsi qu'un bref rapport intermédiaire commentant ces fiches et l'ensemble de la campagne. Les fiches-analyses (fichiers uniquement) et un rapport final détaillant l'ensemble des données acquises devront être remis pour le 31 octobre 2006, au plus tard.

ANNEXE 1

*Carte de répartition des stations subtidales et intertidales à échantillonner en 2006
(paramètres benthos substrats durs)*



ANNEXE 2

Coordonnées géographiques des stations subtidales et intertidales à échantillonner en 2006 (paramètres benthos substrats durs)

(à confirmer ou préciser sur le terrain en fonction des objectifs DCE)

Stations Subtidal Dur

Point	ME	LongDMd	LatDMd
ssdb10	AC03	001°.35,06' W	50°.50,01' N
ssdb11	AC02	001°.40,61' W	50°.54,79' N

Stations Intertidal Dur

Point	ME	LongDMd	LatDMd
sidb14	AC03	001°.35,32' W	50°.49,76' N
sidb15	AC02	001°.40,68' W	50°.54,86' N

DMd = Degré Minutes décimales (WGS84)

Ces coordonnées peuvent être fournies sous d'autres unités (Degré Minutes Secondes, Degrés décimaux) ou systèmes de projection (Lambert 2 étendu, Lambert 1 Nord, ...)

ANNEXE 3

Fiche technique de recommandation pour l'échantillonnage et l'analyse du benthos des substrats durs dans le cadre du contrôle de surveillance DCE



Ifremer

Cahier des charges Technique

Acquisition de données biologiques (invertébrés sédiments meubles) complémentaires à la définition du réseau de surveillance, en application de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE)

Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

Etablissement public à caractère
industriel et commercial

Station de Saint-Malo

2 bis, rue Grout Saint Georges
B.P. 46
35402 Saint-Malo cedex
France

téléphone 33 (0)2 23 18 58 58
télécopie 33 (0)2 23 18 58 50
<http://www.ifremer.fr>

Siège social

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

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

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

Actions 2006

District Artois-Picardie

1. CONTEXTE DU MARCHÉ

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) impose aux Etats membres la mise en place de réseaux de suivi de la qualité des masses d'eau côtières à partir du 1^{er} janvier 2007. Le compartiment benthique doit obligatoirement être pris en compte dans ces suivis, et des indicateurs d'état de la macrofaune et du phytobenthos devront avoir été validés d'ici à la fin 2006, pour être utilisés en routine ensuite.

De même, la définition précise de réseaux benthiques pérennes par façade maritime devra avoir été réalisée pour fin 2006.

Afin d'avoir une approche cohérente et homogène pour la façade maritime Manche mer du Nord, l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) et les DIREN Nord Pas-de-Calais et Picardie confient à l'IFREMER la mission de coordination générale de définition du Réseau Benthique à mettre en place en Manche dans le cadre de la DCE, et ce, en concertation avec les DIREN de Basse Normandie, de Haute Normandie, ainsi que l'Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP).

Ce réseau portera le nom de REBENT DCE Manche.

La mission confiée à l'IFREMER consiste en la maîtrise d'ouvrage, sur la période 2005/2006, de la définition du réseau répondant aux exigences de la DCE, à mettre en place à partir de 2007, sur l'ensemble des masses d'eau côtières et de transition rattachées aux districts Seine Normandie et Artois Picardie, *i.e.* de la limite de la région Basse Normandie en baie du Mont S'-Michel jusqu'à la frontière Belge.

2. OBJET DU MARCHÉ

Le présent marché a pour objet l'acquisition de données biologiques complémentaires (invertébrés sédiments meubles, sédimentologie) nécessaires à la définition du réseau de surveillance REBENT DCE Manche.

Plusieurs stations, intertidales et subtidales, ont été définies afin d'être échantillonnées en 2006. Les points de suivi sont positionnés à priori dans des sédiments fins à moyens, mais il conviendra lors de l'échantillonnage de le vérifier. Les stations définies au paragraphe suivant devront être échantillonnées en fin d'hiver (mars-avril) selon les protocoles faisant l'objet de l'annexe 3 de ce cahier. Une deuxième campagne en fin d'été (septembre-octobre) permettra d'estimer la variabilité intra-annuelle du peuplement (recrutements, hétérogénéité spatiale) et du sédiment et permettra d'interpréter plus rapidement l'adéquation de cette station avec le réseau de surveillance DCE.

3. DESCRIPTION DES ACTIONS

Ce tableau présente la répartition des stations à échantillonner au sein des masses d'eau concernées :

	Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Invertébrés benthiques		
			substrats meubles intertidaux	substrats meubles subtidaux	Maërl subtidal
action 5	AC05	Tréport - Boulogne	1	2	
	AC02	Dunkerque - Calais	1		

= Site de Référence

Le découpage géographique des masses d'eau constituant les actions et la position des stations sont précisés sur la carte (annexe 1) jointe au présent cahier. Les positions des stations ont été établies en fonction des recommandations de la DCE et à partir des connaissances disponibles à ce jour (essentiellement des cartes sédimentaires et biosédimentaires). Les points ont été choisis pour 2006 selon le critère d'absence de données ou d'une antériorité supérieure à 6 ans (durée du plan de gestion). Les coordonnées géographiques des stations sont donc données à titre indicatif dans l'annexe 2, jointe au présent cahier. La position et les coordonnées de ces stations pourront être ajustées, tout en restant en conformité avec les objectifs attendus (notamment en terme de bonne représentativité de la masse d'eau et en privilégiant les sédiments fins), et précisées en fonction de la nature du sédiment et des peuplements observés lors des prélèvements sur le terrain. Pour les prélèvements intertidaux, il sera possible de vérifier visuellement que la station se situe bien dans un secteur homogène et représentatif de l'estran.

4. DESCRIPTION DES PRESTATIONS A REALISER

4.1. Echantillonnage :

L'échantillonnage de toutes les stations devra impérativement être réalisé en mars-avril, puis en septembre-octobre 2006, selon le protocole de la fiche technique¹ de l'annexe 3 ci-jointe. Des fiches-stations seront complétées sur le terrain, au moment du prélèvement, conformément aux méta-données suivantes (les paramètres entre parenthèse sont optionnels. Les valeurs en rouge sont obligatoires) :

métadonnées Station

Code masse d'eau DCE

Code station

(Code photo numérique associée)

Longitude (datum, système)

Latitude (datum, système)

(Pour un transect : Point GPS départ+arrivée ; cap ; longueur)

(Subtidal : Profondeur carte SHOM et référence de la carte utilisée)

(Typologie habitat : EUNIS, Corine Biotope, ZNIEFF-Mer...)

Observations (conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité...)

métadonnées Prélèvement

Code station

Code prélèvement (station-paramètre-réplicat)

(Code photo numérique associée)

Paramètre (invertébrés/granulo/m.o. ; intertidal/subtidal)

Date (jour/mois/année) prélevée

(Heure/Minute du prélèvement)

(Subtidal : Profondeur corrigée observée)

Noms/coordonnées des personnes effectuant le prélèvement

Engin (type de benne, carottier) / Méthode

Maille (taille = **1 mm**, forme : carrée/ronde)

Surface/profondeur (ou volume) prélevés

(**5 à 10 litres pour bennes ; 15 cm profondeur pour carottier**)

Numéro/Nombre total du réplikat

Observations (échantillon conservé ou non, sédiment observé, espèces remarquables, ...)

¹ *N.B.* : la surface minimale de 0,25 m² pour la surface totale prélevée avec les carottes en intertidal correspond à 10 carottes de 18 cm de diamètre (classiquement utilisées), ce qui serait donc le minimum de réplikat (10) à faire (et non 5 comme indiqué dans le protocole).

4.2. Analyse et traitement des échantillons :

L'analyse et le traitement des échantillons récoltés seront réalisés selon le protocole de la fiche technique² de l'annexe 3 ci-jointe. Des fiches-analyses seront complétées au laboratoire, au moment de l'analyse, conformément aux méta-données suivantes (les paramètres entre parenthèse sont optionnels) :

métadonnées Biologiques

Code station
Code prélèvement
Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse
Faunes/Flores utilisées
Classification utilisée (ERMS fortement recommandée!)
(Code photo numérique/pilu collection associé)
Genre
Espèce
Abondance
Observations

métadonnées sédiment

Code station
Code prélèvement
Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse
Méthode granulométrique utilisée (colonne AFNOR, laser, ...)
Classes de taille (mailles)
Poids sec Total
Poids sec/classe de taille (pélites : préciser par lavage ou ...)
Poids sec sédiment analyse m.o. (avant crémation)
Poids sec sédiment analyse m.o. (après crémation)
Observations (fractions calcaires, débris biogènes, odeur, ...)

4.3. Bancarisation des données :

Les fiches-stations et les fiches-analyses seront informatisées dans des fichiers (tableurs compatibles Excel/Access), dont les champs sont constitués des paramètres des méta-données. L'ensemble des valeurs acquises, pouvant faire l'objet de plusieurs fichiers, seront intégrées à la base de donnée informatique Quadrig2.

5. SUIVI ET CONTROLE

Les coordonnées précises des stations (et les fiches-stations) prélevées devront être transmises dès que possible à l'Ifremer Saint-Malo (Laurent.Guerin@ifremer.fr, Nicolas.Desroy@ifremer.fr, Patrick.LeMao@ifremer.fr) et en copie aux agences de l'eau et DIREN concernées (A.Mormentyn@eau-artois-picardie.fr, m.cathelain@eau-artois-picardie.fr, j.prygiel@eau-artois-picardie.fr, thierry.hanocq@picardie.ecologie.gouv.fr). Une réunion de démarrage ainsi que des réunions à la fin de chaque phase auront lieu afin d'effectuer le suivi du déroulement de l'étude. Chacune des deux parties pourra, si elle le juge nécessaire pour le bon déroulement des travaux provoquer d'autres réunions. Ces réunions permettront de constater l'avancement de la prestation et de prendre toute décision relative à son bon déroulement.

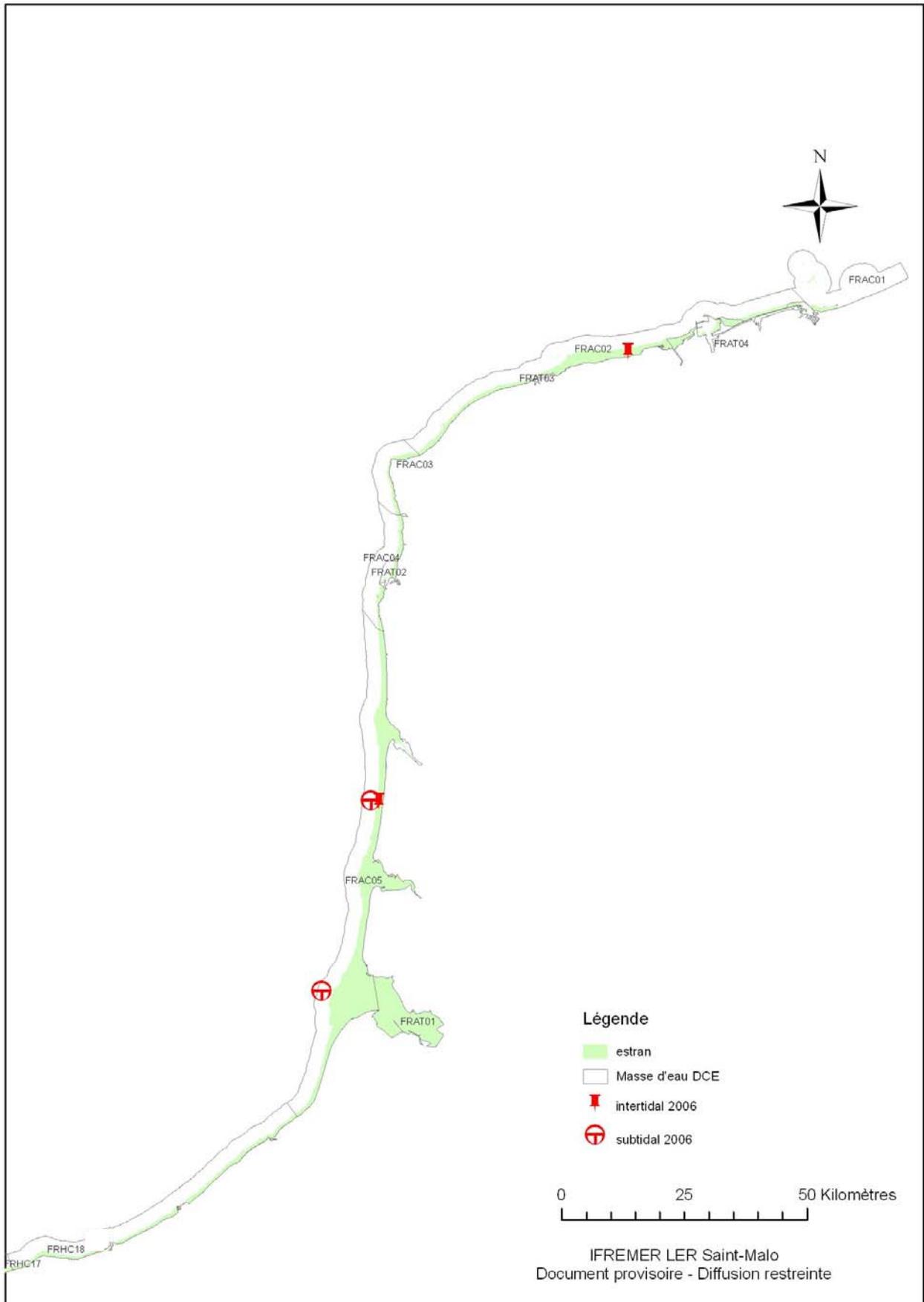
² La mesure de la biomasse n'est pas un paramètre obligatoire dans l'acquisition des données biologiques pour 2006.

6. RESTITUTION DES PRESTATIONS

A l'issue des échantillonnages (une à deux semaines après les prélèvements), les fiches-stations (informatisée et copie papier des originaux de terrain) devront être remises ainsi qu'un bref rapport intermédiaire commentant ces fiches et l'ensemble de la campagne. Les fiches-analyses (fichiers uniquement) et un rapport final détaillant l'ensemble des données acquises devront être remis pour la fin du mois d'août pour la campagne de printemps et pour le 15 décembre 2006, au plus tard, pour la campagne d'automne.

ANNEXE 1

*Carte de répartition des stations subtidales et intertidales à échantillonner en 2006
(paramètres macrofaune invertébré benthique et sédiment)*



ANNEXE 2

Coordonnées géographiques des stations subtidales et intertidales à échantillonner en 2006 (paramètres macrofaune invertébré benthique et sédiment)
(à confirmer ou préciser sur le terrain en fonction des objectifs DCE)

Stations Subtidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd
ssmf15	AC05	1°27,82'	50°14,38'
ssmf16	AC05	1°33,00'	50°28,00'

Stations Intertidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd
simf18	AC05	1°34,00'	50°27,88'
simf19	AC02	2°01,36'	51°00,04'

DMd = Degré Minutes décimales (WGS84)

Ces coordonnées peuvent être fournies sous d'autres unités (Degré Minutes Secondes, Degrés décimaux) ou systèmes de projection (Lambert 2 étendu, Lambert 1 Nord, ...)

ANNEXE 3

Fiche technique de recommandation pour l'échantillonnage et l'analyse de la macrofaune invertébré benthique et du sédiment dans le cadre du contrôle de surveillance DCE

(pdf Fiche n°10)



Ifremer

Cahier des charges techniques

Acquisition de données biologiques (invertébrés sédiments meubles) dans le cadre du réseau de surveillance ReBent DCE Manche, en application de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE)

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**
Etablissement public à caractère
industriel et commercial

**Laboratoire Environnement
littoral et Ressources
aquacoles**
Finistère Bretagne Nord

Station de Saint-Malo
2 bis, rue Grout St Georges
BP 46
35402 Saint-Malo Cedex
France

téléphone 33 (0)2 23.18.58.58
télécopie 33 (0)2 23.18.58.50

Station de Concarneau
13, rue de Kérose
Le Roudouic
29187 Concarneau Cedex
France

téléphone 33 (0)2 98 97 43 38
télécopie 33 (0)2 98 50 51 02

Siège social

155, rue Jean-Jacques
Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux
Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 731 Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368

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

Actions 2007

**District hydrographique
Artois - Picardie**

1. CONTEXTE ET OBJET

La Directive européenne Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) demande la mise en œuvre d'un programme de surveillance des eaux littorales, portant notamment sur les peuplements benthiques invertébrés et la flore marine (macroalgues, angiospermes). Pour satisfaire cette exigence, un réseau de surveillance benthique de la façade Seine Normandie a été défini dans le cadre des travaux de coordination du Réseau benthique DCE Manche, développé sur l'ensemble de la façade Manche dans le cadre d'un partenariat entre l'IFREMER, les Agences de l'Eau Seine Normandie et Artois-Picardie, et les 4 DIREN de la façade. Cette définition du réseau s'est appuyée sur les informations disponibles en matière de couverture sédimentaire, d'habitats et de peuplements benthiques, complétées par des campagnes exploratoires réalisées au printemps et à l'automne 2006.

Suite aux campagnes exploratoires 2006 et sur la base des connaissances antérieures, des stations, intertidales et subtidales ont été définies pour le contrôle de surveillance benthique, en application de la DCE. L'acquisition des données du contrôle de surveillance, à présent opérationnel, a été programmé pour le plan de gestion 2007-2012. L'ensemble des données stationnelles concernant les invertébrés benthiques des sédiments meubles doivent être acquises en 2007.

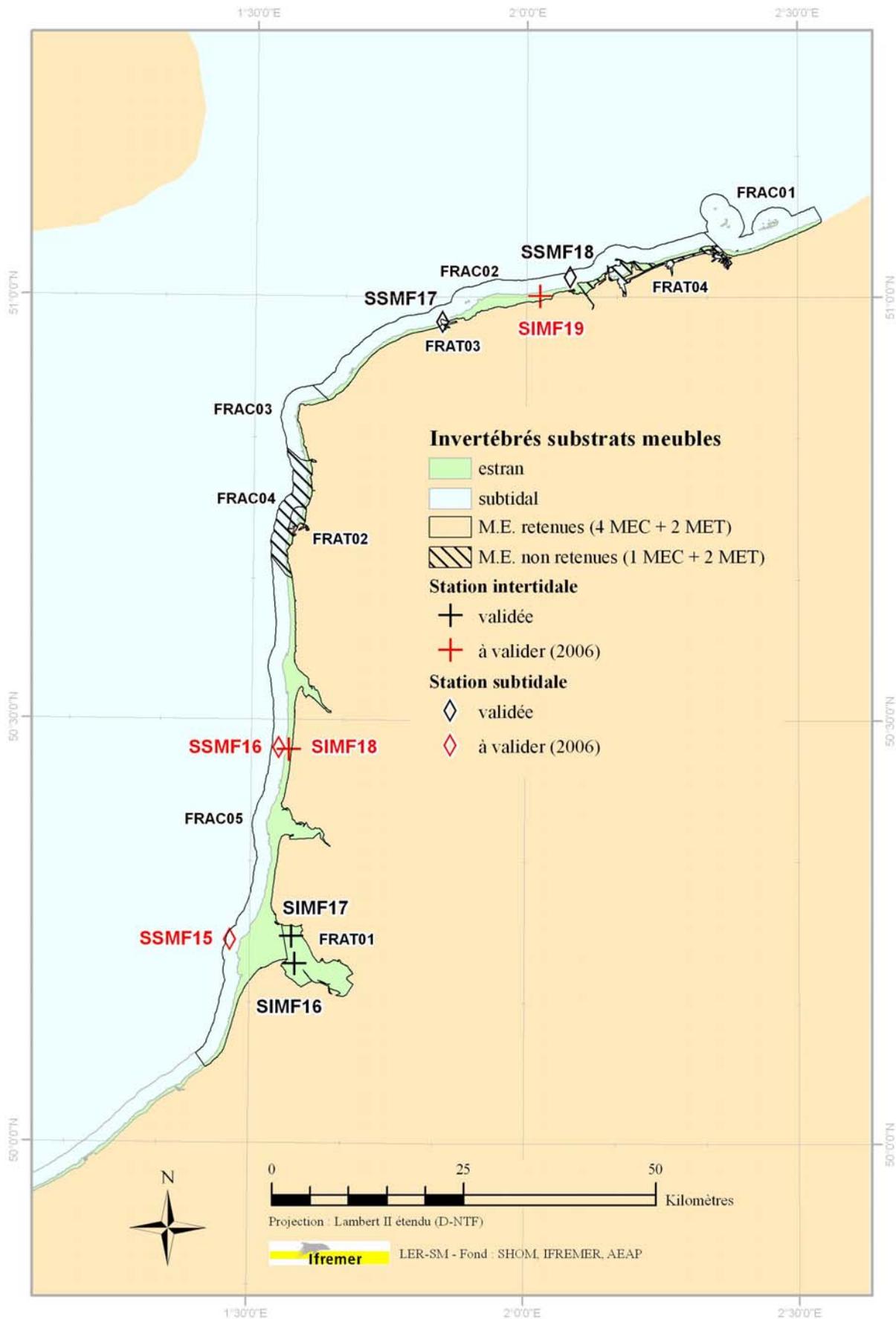
Les campagnes d'échantillonnage du contrôle de surveillance benthique dans les masses d'eau littorales ont donc pour objet en 2007 l'acquisition de données biologiques sur les peuplements invertébrés de sédiments meubles et des données sédimentologiques connexes (définie selon ce cahier des charges).

2. METHODOLOGIE

Les points de suivi sont positionnés, à partir des données antérieures disponibles, dans des sédiments de sables fins à moyens ou de vases sableuses. La fiche technique détaillant le protocole d'échantillonnage est fournie en annexe 1.

Compte-tenu des zones d'intervention habituelles des partenaires Reben, le secteur a été subdivisé en 2 actions. Néanmoins, les mêmes opérations y seront réalisées avec les mêmes protocoles (échantillonnage, analyse et bancarisation des données biologiques et sédimentologiques) et dans les mêmes contraintes temporelles (périodes d'échantillonnage et délais).

Le découpage géographique des masses d'eau constituant les actions et la position des stations sont précisés sur la figure 1. Les tableaux 1 et 2 présentent la répartition et les coordonnées géographiques des stations à échantillonner au sein de chaque action et masse d'eau :



Carte 1 : Localisation des stations subtidales et intertidales à échantillonner pour la macrofaune invertébré benthique et les sédiments au titre du contrôle de surveillance DCE en 2007

Tableau 1 : Répartition du nombre de stations subtidales et intertidales à échantillonner pour la macrofaune invertébré benthique et les sédiments au titre du contrôle de surveillance DCE en 2007

Campagnes CS DCE Invertébrés sédiments meubles 2007				Invertébrés benthiques	
	Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Intertidal: Localité (département)	sédiments meubles intertidaux	sédiments meubles subtidaux
Action 1	AT01	Estuaire de la Somme	Le Crotoy (80) et Cayeux (80)	2	
Action 2	AC05	Tréport - Boulogne	Merlimont (80)	1	2
	AC03	Cap Gris Nez			
	AC02	Dunkerque - Calais	Oye (62)	1	1
	AT03M	Port de Calais			1
	AC01	Malo - Bray-Dunes			

= Site de Référence (SSMF18)

Tableau 2 : Coordonnées géographiques des stations subtidales et intertidales à échantillonner pour la macrofaune invertébré benthique et les sédiments au titre du contrôle de surveillance DCE en 2007

Stations Subtidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et
ssmf15	AC05	001°.27,72' E	50°.14,08' N	537503	2582482
ssmf16	AC05	001°.32,93' E	50°.27,90' N	543966	2608074
ssmf17	AT03M	001°.50,70' E	50°.58,20' N	565388	2664213
ssmf18	AC02	002°.04,80' E	51°.01,40' N	581957	2670083

Stations Intertidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Localité
simf16	AT01	001°.34,80' E	50°.12,70' N	545914	2579828	LeCrotoy
simf17	AT01	001°.34,44' E	50°.14,64' N	545512	2583434	Cayeux
simf18	AC05	001°.33,92' E	50°.27,95' N	545139	2608161	Merlimont
simf19	AC02	002°.01,26' E	51°.00,00' N	577798	2667495	Oye

DMd = Degré Minutes décimales (WGS84)

LB2et = Lambert 2 étendu (D-NTF)

Ces coordonnées peuvent être fournies sous d'autres unités ou systèmes de projection (Degré Minutes Secondes, Degrés décimaux, Lambert 1 Nord, ...).

Echantillonnage :

L'acquisition des données biologiques consiste à échantillonner en mars-avril 2007 les stations subtidales et intertidales, selon le protocole¹ de la fiche technique n°10 (annexe 1) ci-jointe, analyser et traiter ces échantillons ainsi qu'à bancariser ces données.

Des fiches-stations vierges seront fournies (fichier Excel) et celles des campagnes 2007 devront être établies selon ces modèles. Les fiches-stations seront complétées sur le terrain, au moment du prélèvement, conformément aux métadonnées suivantes (les paramètres entre crochets sont optionnels et les valeurs en gras sont obligatoires). Il conviendra, lors de l'échantillonnage, de vérifier que le type biosédimentaire correspond bien à celui décrit lors des campagnes précédentes. Pour les prélèvements intertidaux, il sera possible de vérifier visuellement que la station se situe bien dans un secteur homogène et représentatif du niveau de l'estran considéré. Pour chaque station, le même type de benne (Van-Veen ou Smith MacIntyre) que celle utilisée lors de la campagne précédente doit être privilégiée. Il conviendra de vérifier visuellement chaque prélèvement effectué par l'engin pour le valider (profondeur, volume, surface horizontale et non perturbée, pas de lessivage ou de remaniement importants, etc.). Le rinçage et le tamisage devront être réalisés de façon à préserver au maximum l'intégrité de l'échantillon biologique (espèces fragiles). Les échantillons de sédiments seront prélevés par sous-échantillonnage vertical (au centre de la benne pour le subtidal), à l'aide d'un carottier à main (5 cm de profondeur), après avoir vérifié la validité du prélèvement. Un réplikat par station sera réalisé pour la sédimentologie et un autre éventuellement, par sécurité. Les échantillons seront conservés dans des bidons étanches avec étiquetage indélébile intérieur et extérieur. Les échantillons biologiques seront formolés le jour même (formol dilué à environ 10% à l'eau de mer, tamponné et homogénéisé). Les échantillons sédimentologiques seront congelés à bord et/ou au retour au laboratoire.

<u>métadonnées Station</u>	<u>métadonnées Prélèvement (réplikat)</u>
Code masse d'eau DCE	Code station
Code station	Code prélèvement (station-paramètre-réplikat)
[Code photo numérique associée : site]	[Code photo numérique associée : échantillon]
Longitude (datum, système) de la station	Longitude (datum, système) du réplikat
Latitude (datum, système) de la station	Latitude (datum, système) du réplikat
Paramètre (meuble/dur ; intertidal/subtidal)	Paramètre (invertébrés/sédiment ; intertidal/subtidal)
Historique des dates échantillonnées	Date (jour/mois/année) prélevée
Subtidal : Nom/coordonnées du navire utilisé	Heure/Minute du prélèvement
[Subtidal : Profondeur carte SHOM et référence de la carte utilisée]	Subtidal : Profondeur au sondeur corrigée (en mètres)
Observations (conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité, etc.)	Noms/coordonnées des personnes effectuant le prélèvement
Engin : Subtidal : benne Van Veen ou Smith MacIntyre Intertidal : carottier ronde (diamètre 16 à 25 cm , longueur > 20 cm)	Surface/profondeur (ou volume) prélevés (5 à 10 litres pour bennes ; 15 cm profondeur pour la faune, 5 cm pour le sédiment)
Tamisage sur maille de 1 mm subtidal : maille ronde recommandée sur le terrain	Observations (Sédiment observé, odeur, débris, espèces remarquables, etc.)
	Numéro/Nombre total du réplikat
	Nombre de bidons par échantillon et lieu de stockage (laboratoire)

¹ N.B. : la surface minimale de 0,25 m², pour la surface totale prélevée par station intertidale, correspond à 10 carottes de 18 cm de diamètre (classiquement utilisées). Le nombre de réplikats à réaliser (avec un minimum de 5 comme indiqué dans le protocole) est donc fonction du diamètre utilisé, pour atteindre cette surface minimale.

Analyse et traitement des échantillons :

L'analyse et le traitement des échantillons récoltés seront réalisés selon le protocole de la fiche technique n°10 (annexe 1). Un premier tri sera réalisé sur l'échantillon biologique qui aura été rincé à l'eau douce. Il peut alors être utile de fractionner l'échantillon en plusieurs gammes (1, 2 et 3 mm) sur les sédiments présentant un refus important et polymodal. Un deuxième tri sera effectué après 24 heures de coloration (type rose Bengal) sur le même échantillon pour vérification. Les individus non colorés seront privilégiés pour la mise en collection. Tout les individus collectés seront déterminés impérativement à l'espèce. Certains groupes peuvent faire exception (*hydrozoa* [d58], *ctenophora* [e1], *platyhelminthes* [f1], *nemertea* [g1], *nematoda* [hd1], *priapulida* [j1], *chaetognatha* [l1], *pogonophora* [m1], *echiura* [o1], *olygochaeta* [p1402], *copepoda* [r142], *ostracoda* [r2412], *bryozoa* [y1], *phoronida* [za2], *hemichordata* [zc1]). Les autres cas qui n'ont pas pu être déterminés à l'espèce (individu en mauvais état, incomplet, juvénile, documentation insuffisante, etc.) devront impérativement être justifiés dans la liste faunistique. La liste bibliographique de tous les ouvrages et documents utilisés pour la détermination devra être citée dans le rapport final. Tous les échantillons biologiques récoltés seront impérativement conservés (formol ou éthanol; photos archivées), sans limites de temps. Chaque espèce (représentée par un ou plusieurs individus) d'une même station sera conservée dans un récipient étanche étiqueté avec un code (date, station, classification ERMS) permettant un lien direct avec la base de données. Ceci dans le but de constituer une collection de référence, utile aux déterminations ultérieures et comme outil d'assurance qualité et d'intercalibration. La méthode de calcul des biomasses (*e.g.* coefficient de poids moyen spécifique ou mesure par perte au feu pour les gros individus) sera précisée ultérieurement par l'organisme coordinateur en fonction des listes faunistiques obtenues. L'analyse granulométrique sera réalisée sur la gamme complète AFNOR de 0,063 à 20 mm (26 tamis) après désalinisation de l'échantillon puis séchage (48H à 60°C). Le taux de matière organique sera obtenu par la méthode de perte au feu (1heure à 550°C) sur la fraction fine (< 0,063 mm). Des fiches-analyses seront complétées au laboratoire, au moment de l'analyse, comportant au minimum les métadonnées suivantes (les paramètres entre crochets sont optionnels et les valeurs en gras sont obligatoires) :

<u>métadonnées Biologiques</u>	<u>métadonnées sédiment</u>
Code station	Code station
Code prélèvement	Code prélèvement
Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse	Noms/coordonnées des personnes effectuant l'analyse
Faunes/Flores utilisées	Méthode granulométrique (tamissage sur colonne AFNOR)
Nom et code espèce (Classification ERMS)	Poids sec Total
[Code photo numérique]/code du pilulier de collection associé	Poids sec/fraction
Abondance spécifique	Poids sec sédiment analyse m.o. (avant crémation)
Biomasse spécifique	Poids sec sédiment analyse m.o. (après crémation)
Observations (débris observés, justification du niveau de détermination, etc.)	Observations (fractions calcaires, débris biogènes, odeur, etc.)

Bancarisation des données :

L'ensemble des données acquises (fiches-stations et fiches-analyses, biologiques et sédimentologiques) seront informatisées dans des fichiers, dont les champs sont constitués des paramètres des métadonnées. Ces données pourront être intégrées directement dans la base de données Quadrigé², qui pourrait être opérationnelle après l'été 2007. Des formations gratuites seront alors proposés aux personnes impliquées dans la bancarisation de ces données pour l'utilisation du module de saisie. Dans le cas contraire, les fichiers devront être fournies dans un format compatible avec le tableur Excel.

3. SUIVI ET RESTITUTION

A l'issue des échantillonnages (une à deux semaines après les prélèvements), les fiches-stations informatisées devront être remises, ainsi qu'un bref rapport intermédiaire commentant ces fiches et l'ensemble de la campagne. Les fiches-analyses informatisées et un rapport final détaillant l'ensemble des données acquises devront être remis dès que possible, et pour le 31 janvier 2008 au plus tard.

Les données informatisées et les rapports seront transmis à la station Ifremer de Saint-Malo (Laurent.Guerin@ifremer.fr, Nicolas.Desroy@ifremer.fr, Patrick.Le.Mao@ifremer.fr) et à l'Agence de l'Eau Artois Picardie (j.prygiel@eau-artois-picardie.fr, m.cathelain@eau-artois-picardie.fr), ainsi qu'en copie à la DIREN de façade (Emmanuelle.Martin@npdc.ecologie.gouv.fr, thierry.hanocq@picardie.ecologie.gouv.fr, jean-luc.hall@basse-normandie.ecologie.gouv.fr). L'IFREMER et l'Agence pourront, si nécessaire pour le bon déroulement des travaux, prendre contact afin d'en constater l'avancement et de prendre toute décision relative à leur bon déroulement.

ANNEXE 1

*Fiche technique de recommandation pour l'échantillonnage et l'analyse de la macrofaune invertébré benthique et du sédiment dans le cadre du contrôle de surveillance DCE
(Guillaumont B. et Gauthier E., 2005)*

Annexe 6 : Fiches techniques de recommandations pour un programme de surveillance benthique adapté aux objectifs DCE (Guillaumont B. et Gauthier E., 2005)

MACROALGUES Intertidales

Substrats Meubles – Blooms d'opportunistes

Objectifs

Les blooms macroalguaux concernent des **proliférations d'algues opportunistes** généralement vertes (de type *Ulva*, *Monostroma*, *Enteromorpha*, *Cladophora*...) mais également brunes (*Pilayella*...) et rouges (*Gracilaria*, *Porphyra*, *Falkenbergia*...), qui se développent à l'état dérivant, ou sous un état plus ou moins envasé, **sur divers substrats meubles** dans les fonds de baie et petits fonds côtiers [1]. Elles se développent de manière excessive principalement pendant la **période printanière et/ou estivale**, dans des secteurs enclavés du linéaire côtier, présentant à la fois un apport excessif en sels nutritifs (**eutrophisation** des eaux), de faibles profondeurs favorables à la croissance, et des conditions hydrodynamiques favorables à la rétention des sels nutritifs et des algues produites [1]. Les marées vertes sont l'exemple le plus connu de ces développements. Leur dégradation constitue une **nuisance olfactive et visuelle**, mais également **environnementale** par le colmatage durable de la surface du sédiment, des herbiers de phanérogames ou des schorres, et par l'enrichissement du milieu en matière organique. Ce phénomène peut contraindre les collectivités à des **activités de ramassage** et d'élimination de ces algues, et peut gêner la petite pêche côtière [1]. L'impact de ces échouages et accumulations importantes sur la biodiversité des milieux littoraux touchés est évident.



A ces blooms d'algues opportunistes développés sur substrats meubles peuvent se rajouter des échouages résultant de colonisations anormales de substrats durs ou biologiques (épiphytisme) par ces mêmes opportunistes. Ces blooms de colonisation sur substrats durs ou biologique feront l'objet d'une évaluation *in situ* au niveau de leurs aires de colonisation (voir fiches Macroalgues intertidales et subtidales de substrats durs et Herbiers de *Zostera marina* et *Z. noltii*).

Les blooms macroalguaux témoignent d'une eutrophisation, donc d'une pollution plus ou moins diffuse, et sont par conséquent **indicateurs d'un mauvais état des Masses d'Eau**. Une méthodologie d'étude des phénomènes de marées vertes en Bretagne a été développée depuis 2002 dans le cadre du programme PROLITTORAL [1]. Le protocole retenu pour la surveillance DCE se base sur l'expérience acquise dans ce programme, en l'élargissant aux problèmes des vasières situées essentiellement dans les Eaux de transition. Les objectifs du contrôle de surveillance se répartissent en 3 niveaux d'action :

- 1) **dénombrer et localiser les secteurs de plages ou de vasières touchés** par les blooms macroalguaux, et distinguer ces blooms des échouages naturels d'algues (niveau 1)
- 2) **évaluer l'importance** relative des blooms en terme de surface (niveau 2)
- 3) estimer les **niveaux d'eutrophisation** atteints (niveau 3).

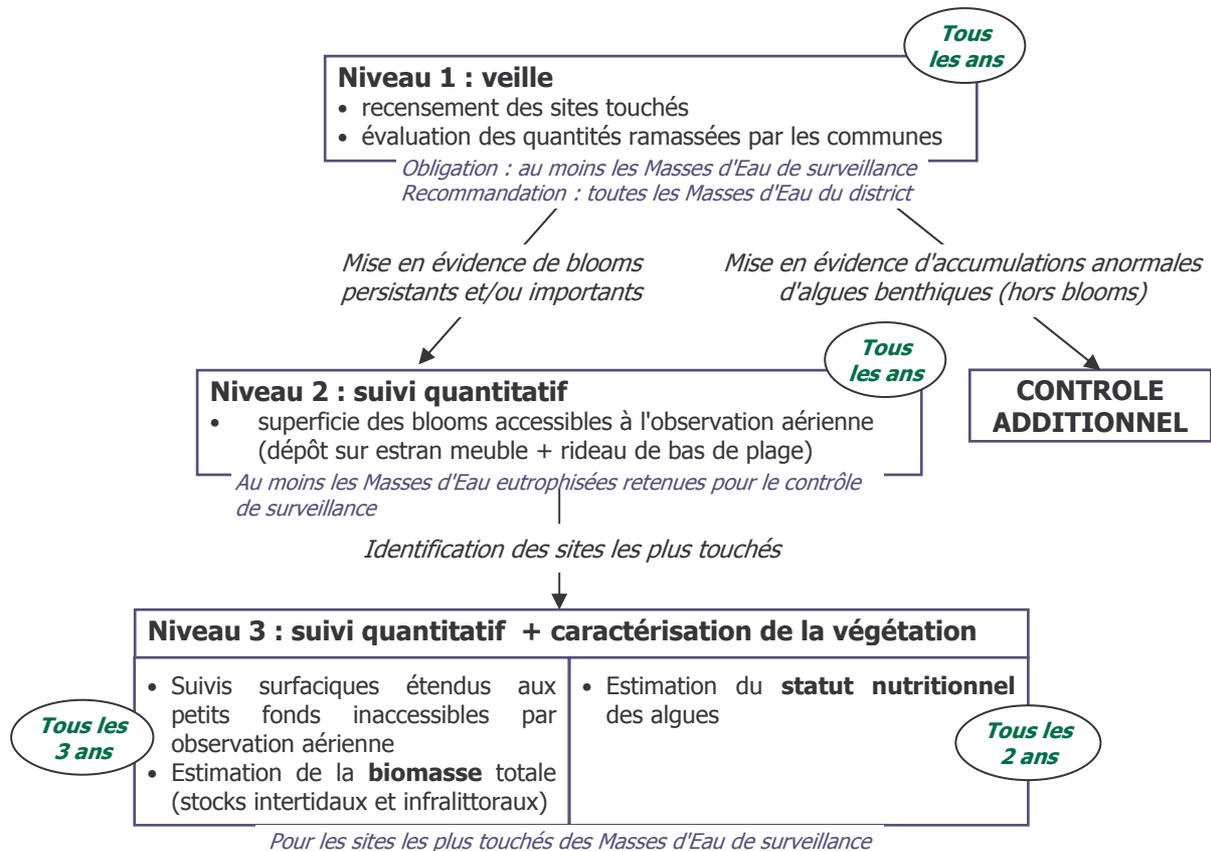
Les procédures ci-après pourront s'appliquer aux Masses d'Eau dans le cadre du contrôle opérationnel.

Domaine géographique

Ce suivi concerne tous les districts hydrographiques de la façade **Manche/Atlantique**, et tous les types de Masse d'Eau côtière et de Transition (tels que définis selon les critères de l'annexe II de la DCE [2]). En l'état actuel, il n'est pas envisagé de suivi pour les eaux côtières méditerranéennes, le cas des lagunes, où le même phénomène peut se produire, étant traité dans une fiche technique spécifique.

Principe de la surveillance

Selon l'intensité du phénomène, on distinguera différents niveaux de surveillance : apparition ponctuelle (1^{er} niveau de surveillance), persistance au cours des années (2^{ème} niveau de surveillance), constitution de biomasses importantes (3^{ème} niveau de surveillance).



Niveau 1 : La veille environnementale

Stratégie générale

Le recensement des blooms s'effectue par une enquête auprès des différents acteurs du littoral, complétée le cas échéant par des validation terrain et des survols aériens dans les zones où l'enquête risque de se révéler inefficace.

Stratégie spatiale

Au moins **toutes les Masses d'Eau de surveillance**, en particulier celles dont l'importance du phénomène est inconnue, doivent faire l'objet d'une **détection et d'une identification des accumulations anormales d'algues** (blooms ou échouage d'algues arrachées au substrat). Il est souhaitable que toutes les Masses d'Eau du District fassent l'objet d'une veille. Les vasières et fonds de baie peu fréquentés doivent faire l'objet d'une attention particulière, les nuisances des échouages y étant plus difficilement décelables (pas de nuisances pour les populations humaines, mais impact environnemental).

Stratégie temporelle

La veille doit s'effectuer **tous les ans** pour les Masses d'Eau dont l'ampleur des blooms est inconnue et pour celles ne révélant pas de blooms persistants. L'enquête auprès des acteurs est réalisée **1 fois par an**. Elle est complétée au besoin par **1 à 2 survols aériens**, effectués dans les périodes de développement de blooms (**entre avril et octobre**).

Paramètres suivis

- **Recensement** et caractérisation des blooms (**détermination des espèces d'algues** accumulées constituant un bloom, ou arrachées à leur substrat).
- **Volumes d'algues ramassés** par les communes (reflète la nuisance des dépôts d'algue, et non leur importance [1]), par type d'algues (algues vertes constituant les blooms, algues arrachées aux substrats durs)

Protocole

Un questionnaire est envoyé aux collectivités locales et territoriales, mais aussi à d'autres organismes comme les instituts de recherche, les associations de protection du cadre de vie ou de défense de l'environnement. Cette procédure est complétée par **1 à 2 survols aériens** dans les zones où l'enquête serait insuffisante, notamment dans les vasières et fonds de baie peu fréquentées.

Si des blooms sont recensés, les **espèces** algales impliquées sont identifiées par un expert. Si les algues en échouage sont issues d'un phénomène différent (arrachage par exemple), un contrôle additionnel peut être mis en place pour évaluer leur caractère anormal. Si la veille ne révèle pas d'importantes accumulations d'algues, la surveillance se poursuit les années suivantes sur le même principe.

Analyse / traitement des données

Les résultats à fournir, illustrés par des cartes, sont :

- **localisation et dénombrement** des secteurs de plage et de vasière touchés par des accumulations anormales d'algues par Masse d'Eau par type d'accumulation.
- les **volumes ramassés** sur ces sites par les communes, en distinguant algues d'arrachage et blooms
- les **périodes d'apparition** de ces échouages, afin de préparer la mise en place du niveau 2 de surveillance
- la ou les espèce(s) impliquées dans chaque bloom recensé.

Niveau 2 : Le suivi surfacique

Stratégie générale

Dès la 1^{ère} année lorsqu'il est reconnu qu'une Masse d'Eau présente des blooms macroalgaux, ou à partir de la 2^{ème} année de surveillance **lorsque le niveau 1 a révélé l'existence de blooms** plus ou moins persistants et/ou nécessitant un ramassage régulier, un suivi surfacique de ces blooms doit être mis en place.

Stratégie spatiale

Le niveau 2 de surveillance doit être déclenché **au moins dans les Masses d'Eau eutrophisées retenues pour le contrôle de surveillance**, et si possible dans toutes les Masses d'Eau eutrophisées. Cela couvre l'ensemble des eaux côtières (avec une attention particulière aux **fonds de baie et zones abritées peu profondes**) mais également les eaux de transition. Ce protocole peut s'appliquer aussi aux contrôles opérationnels.

Stratégie temporelle

L'observation des côtes doit être effectuée **tous les ans**, avec une fréquence d'au moins **1 à 3 fois par an** en fonction des particularités de chaque site. Les blooms de macroalgues se développent principalement dans la **période printemps-été**. Les survols sont donc effectués **entre avril et octobre** [3], de manière à tenir compte à la fois des blooms précoces (avril – mai) et tardifs (septembre – octobre), sauf indication préalable de période plus restreinte résultant de la veille.

Paramètres suivis :

La **distribution/extension surfacique** des blooms est le paramètre le plus facile à mettre en œuvre et le moins coûteux à suivre :

- **localisation** des secteurs de plage et de vasière couverts
- **surface** d'estran couverte par les algues en **dépôt**
- **surface** occupée par le **rideau** d'algues en suspension en bas de plage
- contrôle des **espèces** algales constituant le bloom

Protocole

Au moins **1 à 3 survols aériens** avec prise de photographies couleur ou, si possible, dans le proche infrarouge, à basse mer lors des marées de vives eaux, dans des conditions de visibilité permettant la prise de vue. Les survols aériens sont indispensables pour les grands sites. Le cas échéant, pour les sites de faible extension, des moyens de prospection par vue terrestre peuvent être utilisés.

Analyse / Traitement des données

Photointerprétation : les photographies sont intégrées à un **SIG** et **géoréférencées**. Les surfaces de l'estran, des algues en dépôt, du rideau d'algues en suspension en bas de plage et des accumulations accessibles à l'observation aérienne dans les petits fonds sont estimées.

Pour comparer les sites entre eux et tenir compte de la répartition du bloom en taches, les surfaces sont converties en "**couverture équivalent 100%**" = surface couverte x taux de couverture de l'estran. Des cartes de superficie des blooms peuvent ainsi être produites. Les espèces algales constituant le bloom sont contrôlées.

Niveau 3 : Suivi quantitatif et qualitatifStratégie générale

Seuls les sites présentant d'importants blooms macroalgaux avec des stocks infralittoraux doivent faire l'objet d'un suivi de niveau 3.

Paramètres, fréquence du suivi, protocole et traitement des échantillons

Paramètre	Fréquence / Période	Protocole	Traitement des échantillons
Superficie des blooms (extension aux petits fonds inaccessibles à l'observation aérienne)	Une année complète tous les 3 ans	Plongée, caméra sous-marine, acoustique...	
Biomasse d'algues échouées, dans le rideau de bas de plage et dans les stocks infralittoraux		Prélèvement statistique d'algues	Les algues sont égouttées 1 min puis pesées.
Espèces d'algues constituant le bloom [1]	2 ans	Contrôle des déterminations effectuées aux niveaux 1 et 2 du suivi	Identification systématique des espèces algales constituant le bloom sur échantillons frais ou formolés
Statut nutritionnel des algues, estimé par leur teneur en azote interne [1]	Fréquence adaptative (mensuelle ou bi-mensuelle) tous les 2 ans entre avril et octobre	Echantillonnage statistique dans le rideau de bas de plage	Mesure de l'azote de Kjeldahl (NTK) [4].

Traitement des données

Les résultats suivants sont à analyser, notamment en terme d'évolution par rapport aux années précédentes :

- superficie des blooms
- biomasses algales sur l'estran, dans le rideau de bas de plage, et dans le stock infralittoral
- liste des espèces algales constituant le bloom
- niveau d'eutrophisation des sites, reflété par le statut nutritionnel de l'algue [1]

Etat de référence

Pour le paramètre "présence de blooms de macroalgues", le très bon état des Masses d'Eau correspond à une **surface touchée de 0%**.

Références bibliographiques

- [1] PROGRAMME PROLITTORAL : Programme Régional & Interdépartemental de lutte contre les marées vertes en Bretagne. Année 2003. *Centre d'Etude et de Valorisation des Algues, Avril 2004*. 54pp.
- [2] 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.
- [3] Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 février 2005, Paris.
- [4] NF V03-750 - Avril 1999 Céréales et légumineuses - Détermination de la teneur en azote et calcul de la teneur en protéines brutes - Méthode de Kjeldahl.

V6 – 05/10

MACROALGUES Subtidales Algues calcifiées libres

Objectifs

Certaines algues calcaires peuvent vivre librement sur les fonds meubles. Elles présentent divers faciès, sous forme de bancs (comme dans le cas du **maërl**) ou d'autres formations comme celles rencontrées sur le **détritique côtier** en Méditerranée (faciès à pralines par exemple) [1].

"Le terme de maërl désigne des **accumulations d'algues calcaires corallinacées vivant librement** sur les fonds meubles infralittoraux." [2]. En Europe les deux espèces principales sont *Lithothamnion corallioides* et *Phymatholithon calcareum*. Les bancs se forment par accumulation de ces algues sur plusieurs centimètres [3]. L'entassement des thalles provoque la mort et le blanchissement des couches inférieures, seule la couche supérieure restant vivante et colorée. On trouve les bancs de maërl dans les **eaux peu turbides** (permettant la photosynthèse), dans des conditions de courants (notamment de marée) propices au maintien des thalles sur le fond ($< 1 \text{ m.s}^{-1}$) et à la circulation de l'eau pour éviter une trop forte sédimentation ($> 10 \text{ cm.s}^{-1}$) [2].



Maërl (Photo © Yves Gladu)

Les bancs de maërl présentent plusieurs intérêts [2] :

- **écologique** :

- de par les ramifications de leur thalle, ces algues fournissent une **large gamme de niches écologiques**, profitant à une très grande diversité de faune et de flore, libre ou fixée sur les thalles. Les bancs de maërl sont ainsi un **réservoir de biodiversité**.
- ils constituent une **source importante de particules sédimentaires carbonatées** pour les habitats voisins (et notamment les plages).

- **économique** : les bancs de maërl sont exploités (extraction) pour l'amendement des sols, en tant que complément alimentaire pour le bétail, pour le retraitement des eaux usées, mais aussi en pharmacologie et cosmétique.

D'autres activités humaines comme la pêche à la drague ou les activités portuaires ont également un impact sur les bancs et la biocénose associée. Ils sont donc **fragilisés et menacés**, d'autant que le taux de croissance des algues formant le maërl est extrêmement faible (jusqu'à **0.55mm par an** pour *P. calcareum* [2]). Cela justifie leur **protection** : les bancs de maërl sont pris en compte dans l'application de la Directive Habitat (habitats 1110-3 et 1160-2 [4]) et font partie des habitats menacés et prioritaires OSPAR [5]. Ils correspondent aux habitats EUNIS regroupés dans "Maerl beds" (Code A5.51, version 2004) [6].

Ils sont très sensibles aux changements des conditions hydrosédimentaires [7], [8] : les courants trop forts les dispersent, une trop forte turbidité de l'eau empêche la photosynthèse, et les flux importants de particules vers le fond (envasement notamment) les ensevelissent et provoquent la mort des algues. Les espèces formant le maërl sont en revanche assez peu sensibles aux variations de la salinité (espèces euryhalines).

Toutes ces propriétés font du maërl un excellent indicateur de l'état écologique des Masses d'Eau. Les bancs de maërl font l'objet d'un suivi à la fois quantitatif (surfacique) et qualitatif (état du maërl et biocénoses associées) dans le cadre du REBENT Bretagne (volets sectoriel et stationnel) [3]. Des méthodologies de suivi de l'extension des bancs ainsi que de leur état (algues et macrofaune associée) ont ainsi été développées, et ont servi de base de réflexion pour la stratégie de surveillance DCE retenue.

Domaine géographique

Les bancs de maërl sont localisés sur la façade Manche/Atlantique dans certaines Masses d'Eau du Cotentin ouest et de la Bretagne [2], et très localement en Méditerranée, devant les pointes et les caps [1]. Ces habitats doivent être suivis s'ils représentent une part importante de la Masse d'Eau, ou si les pressions identifiées nécessitent

leur surveillance. Des algues calcifiées libres recouvrent parfois le détritique côtier en Méditerranée, sous d'autres faciès que le maërl. Ces zones feront l'objet d'un contrôle de surveillance basé sur un principe similaire à celui du maërl (voir tableau suivant), mais les méthodologies devront être adaptées.

Principe de la surveillance

	Bancs de maërl	Autres formations d'algues calcifiées libres
Extension des bancs de maërl	<p>Tous les 6 ans <i>Masses d'Eau de surveillance présentant des bancs de maërl</i></p>	Non concernées
Etat des algues calcifiées		<p>Tous les 6 ans <i>Masses d'Eau de surveillance présentant des algues calcifiées libres</i> Méthodologie à définir</p>

La macrofaune associée à ces habitats présente un intérêt particulier pour la surveillance DCE du point de vue de sa biodiversité et de sa sensibilité aux perturbations du milieu. Un suivi des macroinvertébrés benthiques associés sera assuré :

- pour les bancs de maërl de taille importante et représentant une part conséquente de leur Masse d'Eau
- pour les autres formations d'algues calcifiées libres au titre du suivi des invertébrés des substrats meubles

(voir la fiche technique de suivi des macroinvertébrés de substrats meubles [9]).

Stratégie générale

Stratégie spatiale [2], [10]

Pour les bancs de maërl, s'il existe plusieurs bancs dans la Masse d'Eau, le suivi doit en concerner **au moins 3**. Dans le cas des faciès à algues calcifiées libres du détritique côtier, **au moins 3 points** doivent être suivis par Masse d'Eau. Les itinéraires de navigation doivent être positionnés de manière précise, autant que possible avec un DGPS. Les coordonnées géographiques doivent être exprimées en Latitude – Longitude [11], et le référentiel utilisé (de préférence WGS84) doit être précisé.

Stratégie temporelle

Période(s) d'échantillonnage

Les points et/ou bancs de maërl doivent toujours être suivis à la **même période de l'année (fin d'hiver : 15 mars – 15 avril)**.

Périodicité

Une fois **tous les 6 ans** [10], [12].

La méthodologie proposée ci-après ne concerne que les bancs de maërl. Des solutions techniques adaptées aux autres faciès d'algues calcifiées devront être proposées par ailleurs.

Extension des bancs de maërl

Paramètre mesuré

Extension (des bancs de maërl uniquement)

Protocole

L'extension des bancs de maërl est estimée par **prospection acoustique** au moyen d'un sonar à balayage latéral [12]. Il est souhaitable que lors de la première campagne, un relevé aussi complet que possible soit effectué. Les évolutions seront ensuite détectées par sous-échantillonnage sur une sélection de profils représentatifs [10]. La portée doit être au maximum de 75m pour avoir une délimitation précise des bancs. Des **prélèvements à la benne Shipeck ou au carottier** (type Reineck) doivent être effectués pour valider les observations [2], [12].

Traitement des données :

Les données acoustiques doivent faire l'objet de multiples pré-traitements, et suivre des **procédures d'assurance qualité** [12]. Elles sont ensuite analysées pour estimer la dynamique d'évolution des bancs de maërl.

Etat des algues composant le maërl

La méthodologie suivante ne concerne que les bancs de maërl. Une procédure adaptée aux autres formations d'algues calcifiées libres devra être proposée.

Paramètres mesurés :

- % algues vivantes / mortes
- Morphotype [13]

Protocole d'échantillonnage :

Les algues calcaires composant le maërl sont prélevées à la **benne Smith McIntyre**, benne Shipeck, au carottier (type Reineck) ou à la suceuse [2]. Il est impératif de conserver le même type d'engin tout au long des suivis. Un **minimum de 6 prélèvements** par banc (soit une surface échantillonnée de **0,6 m²**) est nécessaire pour avoir une estimation statistiquement correcte de l'état du banc.

Analyse / traitement des échantillons :

Les prélèvements de maërl sont **formolés** avant analyse selon la même méthode que pour la macrofaune benthique [11]. Pour déterminer le taux de recouvrement du maërl vivant, les brins vivants sont étalés uniformément sur une couche continue. Le taux de recouvrement est obtenu par le rapport, exprimé en pourcentage, de la surface ainsi couverte sur la surface du prélèvement (0,1 m² avec une benne Smith). Le taux de recouvrement du maërl vivant peut dépasser 100% lorsque les brins vivants s'entassent sur plusieurs couches. Le recouvrement de brins morts et le ratio maërl vivant / maërl mort sont obtenus en comparant ce résultat au taux de recouvrement total du maërl (vivant + mort).

Les brins de maërl sont **photographiés** et leur **morphotype** est déterminé [13].

Traitement des données

Un **indice agrégé** tenant compte de tous les paramètres mesurés reste à élaborer. Au moins 10 brins de maërl sont conservés pour des vérifications ultérieures.

Sédiments associés au maërl

Paramètres mesurés :

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

Protocole d'échantillonnage :

Le prélèvement des sédiments associés au maërl peut s'effectuer avec la **même benne** que celle utilisée pour le prélèvement des algues composant le banc [11]. Un **prélèvement spécifique** doit être effectué pour l'analyse sédimentaire pour chaque point suivi, en plus des prélèvements d'algues.

Analyse / Traitement des échantillons

Les prélèvements doivent être congelés en attendant leur analyse [11].

- **Analyse granulométrique** : les méthodes de détermination de la répartition granulométrique des sédiments marins couramment utilisées sont décrites dans le "Review of standards and protocols" établi dans le cadre du programme MESH [14]. Les classes de taille particulière intéressantes sont indiquées dans la norme ISO 16665 [11].
- **Mesure du taux de matière organique** : mesure de la perte au feu : pesée après 4h à 450°C (après séchage préalable 24 à 48h à 60°C). Si le sédiment contient des vases argileuses, la méthode de perte au feu pouvant entraîner une surestimation du taux de matière organique, un coefficient de correction calculé pour chaque site doit être appliqué aux taux de matière organique mesurés [15].

(Même méthodologie que pour le suivi des invertébrés de substrats meubles). Il est indispensable de mettre en place une **procédure d'assurance qualité** pour tous les prélèvements [10].

Macrofaune associée au maërl

La macrofaune associée au maërl (endofaune et épifaune fixée ou peu mobile) est suivie dans le cas des grands bancs de maërl représentant une surface conséquente au sein de la Masse d'Eau. Le protocole qui s'applique est basé sur le même principe que celui de la macrofaune des substrats meubles, les particularités étant consignées dans la fiche correspondante [9].

Etat de référence

Bancs de maërl de :

- Molène
- rade de Brest (présence d'historique)
- des Glénan
- Belle-Ile-en-Mer

D'autres bancs de maërl de référence devront être identifiés par les experts.

Références bibliographiques

- [1] Bellan-Santini, D, J-C. Lacaze et C. Pozat, 1994 (Eds). Les Biocénoses marines et littorales de Méditerranée, Synthèse, Menaces et Perspectives. Collection Patrimoines naturels, Vol.19, Série Patrimoine Ecologiques. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 246 pp.
- [2] Fiche biologique REBENT n°1 – Fiche de synthèse sur les biocénoses : les bancs de maërl. J. GRALL, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [3] Fiche technique REBENT n°2 - Suivi stationnel des bancs de maërl. C. HILY et J. GRALL, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [4] "Cahiers d'habitats" Natura 2000. Tome 2 : Habitats côtiers.
<http://natura2000.environnement.gouv.fr/habitats/cahiers.html>
- [5] Liste OSPAR initiale 2004 des espèces et habitats menacés et/ou en déclin. *Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est* – Réunion de la Commission OSPAR, Reykjavik, 28 juin – 1^{er} juillet 2004. OSPAR POUR LA PROTECTION DU MILIEU MARIN DE L'ATLANTIQUE DU NORD-EST
- [6] European Nature Information System (EUNIS) : <http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>
- [7] MARLIN - the Marine Life Information : <http://www.marlin.ac.uk/index.htm>
- [8] Grall J., 2002. Biodiversité spécifique et fonctionnelle du maërl : réponse aux variations de l'environnement côtier. Thèse de doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale (Brest) : 302pp.
- [9] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°10 : Invertébrés – Substrats meubles.
- [10] Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 février 2005, Paris.
- [11] Pr NF EN ISO 16665 : Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- [12] Fiche technique REBENT n°9 – Cartographie des peuplements macro-benthiques par les méthodes acoustiques en domaine subtidal. EHRHOLD A., décembre 2004. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [13] BIOMAERL team (1999). Final Report (in 2 vols), BIOMAERL project (Coordinator : P.G. Moore, University Marine Biological Station Millport, Scotland), EC Contract No. MAS3-CT95-0020, 1-541, 542-973 pp. + Appendix.
- [14] Mapping European Seabed Habitats (MESH) : Review of standards and protocols
<http://www.searchmesh.net/Default.aspx?page=1442>
- [15] Anne-Laure Barille-Boyer, Laurent Barille, Henri Masse, Daniel Razet, Maurice Heral, 2003. Correction for particulate organic matter as estimated by loss on ignition in estuarine ecosystems, *Estuarine Coastal and Shelf Science* 58 : 147-153.

V6 – 14/11

MACROALGUES Intertidales Substrats durs Manche / Atlantique

Objectifs

Sur les côtes de Manche/Atlantique, les macroalgues colonisent l'essentiel des zones intertidales rocheuses, avec des **biomasses** parfois très importantes, en particulier pour les algues brunes (jusqu'à 30 kg/m² pour *Ascophyllum* [1]). Outre leur contribution à la production primaire des eaux côtières, elles constituent un abri ou un support pour de nombreuses espèces, notamment à marée basse, jouant ainsi un rôle important pour le contrôle de la biodiversité. Quelques espèces font l'objet d'une récolte, et ont également une importance **économique**.



Les macroalgues se répartissent essentiellement en fonction de la disponibilité du substrat (habitats EUNIS "Littoral rock and other hard substrata" – Code A1 [2]), des **conditions hydrodynamiques**, du degré **d'immersion** qui les organise en **ceintures** et de la quantité de lumière.

Les macroalgues sont naturellement réactives à la qualité des eaux côtières, notamment aux sels nutritifs ; les macroalgues intertidales y étant particulièrement exposées. La turbidité, résultant de l'apport de particules ou de l'eutrophisation, est également un paramètre qui contrôle les macroalgues. Si des cycles locaux d'alternance faune/flore, ont été couramment décrits dans la littérature, l'ampleur des évolutions constaté récemment, notamment en Bretagne sud, constitue un phénomène encore mal explicité nécessitant qu'une attention particulière soit apportée dans le cadre du suivi DCE. Pour cet élément de qualité biologique, la définition des états écologiques doit prendre en considération les niveaux de couverture et les taxa sensibles aux perturbations [3].

D'un point de vue technique, les macroalgues intertidales présentent d'autres avantages :

- leurs propriétés spectrales en émergence (absorption dans les longueurs d'onde rouges et réflexion dans le proche infra-rouge) permettent de mettre en place pour les espèces dominantes de grande taille, des suivis quantitatifs en utilisant le domaine optique de la télédétection. Ces techniques permettent d'appréhender de vastes espaces en s'affranchissant des problèmes de représentativité rendus particulièrement délicats du fait de la très forte hétérogénéité spatiale.
- leur position intertidale (accessibilité à pied à marée basse), la dominance d'un nombre réduit d'espèces et la possibilité d'identification d'un grand nombre d'espèces *in situ* facilite leur suivi.

Le suivi quantitatif de la couverture des macroalgues des **ceintures de Fucales** (surface d'emprise et densité de couverture) est d'ores et déjà mis en œuvre sur la région Bretagne à l'aide d'images SPOT dans le cadre du programme REBENT, le protocole ayant fait l'objet d'une fiche technique [4]. Les résultats obtenus [5] montrent des évolutions détectables dans un intervalle de temps de quelques années. Dans le cadre du contrôle de surveillance DCE, l'objectif retenu vise à obtenir des données quantitatives principalement sur les ceintures de Fucales [6], en adaptant les procédures techniques en fonction des contraintes liées aux secteurs géographiques concernés. L'évolution des espèces de substitution, et notamment des algues vertes fixées, constitue un élément pertinent à acquérir en complément.

Pour une meilleure détection des évolutions, cette approche doit être complétée par le suivi de la composition floristique au niveau stationnel. Une telle approche est mise en œuvre dans le cadre du REBENT [7]. La proposition s'inspire de ce suivi mais sous une forme simplifiée.

Domaine géographique

Ce suivi concerne tous les districts hydrographiques de la façade **Manche/Atlantique** : elles sont bien représentées dans les districts Seine-Normandie et Loire-Bretagne, plus localement en Artois-Picardie et Adour-Garonne. Pour les Masses d'Eau du pays basque, compte tenu de la faible surface occupée par les estrans, et une plus faible proportion de fucales, une procédure particulière devra être mise en œuvre pour le suivi des macroalgues intertidales.

Principe de la surveillance

On cherchera à recueillir :

- des informations quantitatives robustes de la couverture des macroalgues au sein des **ceintures de Fucales**. Ceci sera effectué, sur la base d'une image de télédétection complétée par des données de terrain : évolution de l'emprise, % de couverture de Fucales, suivi des espèces de substitution (algues vertes, faune...).
- Des informations plus précises sur l'évolution des différents taxons en effectuant des observations ponctuelles ciblées sur un habitat particulier (roche en place du bas du médiolittoral en mode abrité).

	Imagerie satellitale ou aéroportée		Mesures <i>in situ</i>		
	Fréq.	Paramètres mesurés	Fréq.	Paramètres principaux	Paramètres en support
Suivi quantitatif (ceintures de Fucales)	6 ans	Extension des ceintures de Fucales	3 ans	Vérification des limites d'extension des Fucales déduites de l'imagerie + contrôle intermédiaire	Statut des espèces de substitution des Fucales
		% de couverture au sein des ceintures de Fucales	6 ans	<ul style="list-style-type: none"> Validation des % de couverture macroalgale Evaluation des % de couverture des algues vertes/algues brunes 	
			6 ans	Vitalité des Fucales	
Suivi de la composition floristique (données ponctuelles sur un habitat ciblé)			3 ans	% de recouvrement apparent des différents taxa	Indice d'abondance ou de couverture de la faune (balanes, patelles, huîtres...)

Suivi quantitatif (ceintures de Fucales)

Stratégie générale

Stratégie spatiale

Le suivi de la couverture de Fucales est effectué sur l'ensemble des estrans rocheux des Masses d'Eau de surveillance (à noter que, l'emprise des images de type SPOT permet d'envisager un suivi presque exhaustif des Masses d'Eau Côtières observables par cette méthode). Les limites d'extension des Fucales sont contrôlées en plusieurs points.

La validation des estimations des taux de couverture, résultant de l'analyse d'image, est effectuée par des contrôles de terrain répartis statistiquement sur l'ensemble de l'image (au moins 1 **points** tous les 10 ha d'équivalents 100% de couverture). L'évaluation des % de couverture d'algues vertes/algues brunes est effectuée sur ces mêmes points. Les mesures de vitalité des Fucales sont effectuées sur des secteurs présentant 100% de couverture.

Stratégie temporelle

L'**imagerie** satellitale ou aéroportée est acquise au moins **tous les 6 ans, toujours à la même période** de l'année (idéalement **juin – août**, obligatoirement entre avril et octobre).

Les données de terrain sont acquises suivant la même stratégie temporelle. Un **contrôle de terrain intermédiaire** est toutefois effectué pour les limites d'extension des ceintures de fucales.

Imagerie [8]

Paramètres	Protocole
<ul style="list-style-type: none"> Extension de la ceinture de Fucales % de couverture des Fucales par pixel 	<p>L'acquisition de l'imagerie doit être réalisée impérativement lors des basses mers. Pour la zone Atlantique et la Manche ouest (jusqu'aux Côtes d'Armor), des images peuvent être acquises à partir du satellite SPOT sous réserve de programmation. Compte-tenu de l'hétérogénéité de répartition des algues, il est recommandé d'utiliser la résolution la plus fine (10m). Plus à l'est, les passages du satellite étant décalés par rapport aux heures de basse mer, il est nécessaire de recourir à d'autres moyens d'acquisition aéroportés (CASI par exemple) [1].</p> <p>Des campagnes de levés radiométriques sont nécessaires pour calibrer les signatures spectrales sur chaque site au début du suivi. L'ensemble des procédures nécessaires à l'acquisition et au traitement des données est décrit dans la fiche technique REBENT n°8 [4].</p>

Validation Terrain

Position des limites d'extension des Fucales (limites hautes et basses)	Contrôle <i>in situ</i> de la position des limites des Fucales, observées sur les images. Le positionnement doit être effectué avec précision, si possible avec un DGPS. Les coordonnées des points sont indiquées avec le système de géoréférencement d'acquisition (si possible WGS84).
Taux de recouvrement apparent des Fucales et des algues vertes	Les mesures quantitatives des recouvrements sont effectuées à pied lors des basses mers de vives eaux . Les comptages sont effectués <i>in situ</i> dans des quadrats de 10m x 10m (1 quadrat/point). Des photos peuvent être prises pour compléter les données.
Vitalité des Fucales : <ul style="list-style-type: none"> Biomasse Taille des individus Degré d'épiphytisme 	Les mesures sont effectuées sur quelques secteurs à 100% de couverture.
Identification des groupes d'espèces de substitution aux Fucales	Estimation de l'abondance des groupes d'espèces de substitution des Fucales autres qu'algues vertes (balanes, patelles, huîtres...), en des points déterminés à partir d'indications de régression de ceintures et d'analyses d'orthophotographies.

Traitement des données

Paramètres	Traitement des données
<ul style="list-style-type: none"> Extension de la ceinture de Fucales % de couverture des Fucales par pixel % algues vertes/algues brunes 	<p>Les images sont géoréférencées et font l'objet d'un traitement permettant d'exprimer les données en pourcentage de couverture végétale.</p> <p>Dans le cas des couverts algaux, les données de réflectance peuvent être exprimés en pourcentages de couverture du sol [8]. Les pré- et post-traitements des images sont décrits dans la fiche technique REBENT relative à la cartographie des fucales par imagerie SPOT [4].</p> <p>L'extraction de la zone concernant les fucales résulte de la confrontation entre la couverture végétale totale et des informations obtenues par ailleurs [1]:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconnaissance des zones d'herbiers, de schorres et de dépôt d'algues vertes non fixées à partir des orthophotographies littorales (mise à jour <i>a priori</i> tous les 6 ans) et du programme PROLITTORAL [9]. Délimitation de l'habitat potentiel des fucales à l'aide de données physiques (lever de lignes de rivage instantanées par ULM, MNT LIDAR ou photogrammétrique (sur la base de couples de photographies brutes), données de la BDPS du SHOM, délimitation des faciès de substrat durs). Données de vérité terrain concernant l'extension de la ceinture de fucales. Données de vérité terrain concernant le taux de recouvrement d'algues vertes/algues brunes. Traitement des données obtenues par observation <i>in situ</i> et analyse de photographies, et corrélation avec les résultats de l'imagerie. Une base de données photographique de terrain est élaborée. Pour les algues vertes, des corrections saisonnières doivent être appliquées. <p>Les données résultant de ces analyses sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> Des cartes [5]: <ul style="list-style-type: none"> de pourcentage de couverture des fucales, de la dynamique d'évolution de ce pourcentage. Les éventuelles zones de

Paramètres	Traitement des données
	<p>régression sont identifiées et analysée en terme de recolonisation</p> <ul style="list-style-type: none"> Des tableaux de synthèse <ul style="list-style-type: none"> Surface de couverture de fucales en équivalent 100% et dynamique d'évolution % algues vertes/algues brunes et dynamique d'évolution % du substrat potentiellement colonisable occupé par les fucales, les algues vertes ou autres espèces de substitution.
Vitalité des Fucales : <ul style="list-style-type: none"> Biomasse Taille des individus Degré d'épiphytisme 	Ces mesures doivent faire l'objet de corrections saisonnières, les résultats sont exprimés sous forme de tableaux.

Suivi stationnel de la composition floristique

Stratégie spatiale

Les observations de terrain seront effectuées sur l'habitat correspondant aux substrats durs des **zones abritées du bas du médiolittoral**. La roche en place et les blocs de grande taille (non mobiles) constituent le support à privilégier.

Stratégie temporelle

Les suivis sont effectués **tous les 3 ans**, toujours à la **même période de l'année** pour un même site (idéalement entre avril et juin, obligatoirement **entre mars et juillet**).

Paramètres mesurés

- Liste des espèces algales présentes : seules les espèces identifiables sur le terrain sont reconnues, le cas échéant des regroupement sont systématiquement effectués.
- Recouvrement apparent est estimé.

Protocole

Les suivis sont effectués **à pied lors des basses mers de vives eaux**. Les observations sont effectuées *in situ* dans des **quadrats** de 0,1 m² (3 quadrats par point [7]). La prise de photographies permet de compléter les données et de faire des vérifications en laboratoire.

Traitement des données

Différents regroupements permettant de caractériser l'état seront effectués (regroupement taxonomique, annuelles/pérennes, par strates...) [7].

Etat de référence

Couverture des Fucales :

Des données SPOT historiques (depuis 1986) sont disponibles à marée basse pour certaines zones (**Trégor, Finistère nord, mer d'Iroise, Morbihan**). Certaines scènes ont déjà fait l'objet d'un traitement dans le cadre du REBENT Bretagne [5]. Une recherche sur le catalogue SPOT est en cours pour les autres régions qui peuvent être couvertes par SPOT. Les sites de référence du Très Bon Etat Ecologique pourraient être ceux de **l'archipel de Chausey, de Perros-Guirec (Large), d'Iroise (large)**, et, selon les résultats de l'enquête, ceux des **Caps du Carteret et de la Hague**. D'autres sites pourront être identifiés.

Suivi de la composition floristique au niveau stationnel :

Les sites de référence devront être identifiés en tenant compte des données de terrain disponibles [10] et des données historiques [11].

Plusieurs sites répartis dans les différentes Masses d'Eau de l'ensemble du littoral sont envisagés, dont **des sites de la Mer d'Iroise et de l'archipel des Sept îles** (Trégor, Côtes d'Armor).

Références bibliographiques

- [1] IFREMER, 2001. Réseau Benthique (REBENT). Développement d'un pilote breton. Elaboration de l'Avant Projet Sommaire (APS). Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, 111 p.
- [2] European Nature Information System (EUNIS), version 2004 : <http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>
- [3] 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.
- [4] Fiche technique REBENT n°8 – Evaluation du taux de couverture en fucales en zone intertidale à partir d'imagerie SPOT. T. PERROT, S. BALLU et P. DION, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [5] <http://www.ifremer.fr/rebent/> (cartes de suivi des couvertures de fucales)
- [6] Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 février 2005, Paris.
- [7] Fiche technique REBENT n°11 – Echantillonnage des macroalgues en Intertidal substrats durs. E. AR GALL, S. CONNAN, décembre 2004. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>).
- [8] B. Guillaumont, L. Callens & P. Dion, 1993. Spatial distribution and quantification of *Fucus* species and *Ascophyllum nodosum* beds in intertidal zones using spot imagery. *Hydrobiologia* 260/261 : 297-305.
- [9] PROGRAMME PROLITTORAL : Programme Régional & Interdépartemental de lutte contre les marées vertes en Bretagne. Année 2003. *Centre d'Etude et de Valorisation des Algues, Avril 2004*. 54pp.
- [10] S. Connan, 2004. Etude de la diversité spécifique des macroalgues de la Pointe de Bretagne et analyse des composés phénoliques des Phéophycées dominantes. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 299 pp.
- [11] J. Feldmann, 1954. Inventaire de la flore marine de Roscoff. Algues, Champignons, Lichens et Spermaphytes. *Travaux de la Station Biologique de Roscoff, Suppl. 6*. 152 pp.

EAUX COTIÈRES

V1 – 10/08

MACROALGALES Infralittorales Substrats durs Manche/Atlantique

Objectifs

Sur les côtes de Manche/Atlantique, les macroalgues colonisent l'essentiel des zones infralittorales rocheuses. Elles se répartissent essentiellement en fonction [1]:

- de la disponibilité du substrat (habitats EUNIS " Infralittoral rock and other hard substrata" – Code A3 [2]).
- des **conditions hydrodynamiques** qui contrôlent la fixation des différentes espèces (elles peuvent occuper des roches abritées, semi-abritées ou exposées),
- de la quantité de lumière qu'elles reçoivent qui les organise en ceintures, et donc de la **turbidité** du milieu. Ce paramètre, qui peut résulter de l'apport de particules ou de l'eutrophisation, contrôle tout particulièrement les macroalgues situées dans l'infralittoral.



Les **biomasses** peuvent être très importantes, en particulier pour les algues brunes [1]. Outre leur contribution à la **production primaire** des eaux côtières, elles constituent un **abri** ou un **support** pour de nombreuses espèces (certaines grandes algues dressées comme les Laminaires forment des forêts sous-marines). Elles jouent ainsi un rôle **écologique** (contrôle de la biodiversité) et **économique** important (certaines espèces, particulièrement les Laminaires, sont récoltées). De par leur position dans le proche littoral, elles sont comme tous les végétaux benthiques touchées par les pollutions continentales.

Toutes ces caractéristiques font des macroalgues infralittorales un élément de qualité biologique évident pour l'évaluation de la qualité écologique des Eaux Côtées dans le contexte DCE [3].

Le suivi des limites d'extension des ceintures algales subtidales et les suivis floristiques et faunistique associés sont déjà mis en œuvre en plongée sur la région Bretagne dans le cadre du programme REBENT. Le protocole utilisé a fait l'objet d'une fiche technique [4]. Les comparaisons spatio-temporelles font apparaître des disparités fortes entre secteurs géographiques et une tendance à la remontée des limites inférieures, notamment dans les transects les plus proches des apports continentaux. Le contrôle de surveillance pour la DCE proposé ici s'appuie sur cette expérience. Une attention particulière sera portée aux **Laminaires** [5]. Les procédures techniques pourront être élargies en fonction des contraintes liées aux secteurs géographiques concernés. A noter que la méthodologie de détection des champs de laminaires par acoustique sous-marine, testée récemment avec succès dans le cadre de REBENT et de MESH [6], pourrait contribuer utilement aux évaluations.

Domaine géographique

Ce suivi concerne les **Masses d'Eau de surveillance** des districts hydrographiques de la façade **Manche/Atlantique** : les macroalgues infralittorales, dont les Laminaires, sont bien représentées dans certaines Masses d'Eau des districts Seine-Normandie et Loire-Bretagne (particulièrement **du Cotentin à l'Île d'Yeu**, plus localement en pays de Caux). Elles sont plus éparées en Artois-Picardie (Cap Gris Nez). Le district Ardour-Garonne ne présente pas de Laminaires. Pour les Masses d'Eau du pays basque, compte tenu des particularités du couvert algal, une procédure particulière devra être mise en œuvre pour le suivi des macroalgues infralittorales. Toutes les Masses d'Eau de surveillance possédant d'importants petits fonds rocheux doivent être suivies.

Le littoral méditerranéen présente également des Laminaires, mais elles y sont plus profondes, la limite supérieure étant contrôlée par la température [5]. Le protocole proposé dans cette fiche ne s'y applique donc pas.

Principe de la surveillance

La surveillance s'effectue le long de transects en plongée. Les suivis ont lieu tous les 6 ans :

- Mesures de la profondeur de la **limite inférieure des ceintures macroalgales**
- Mesures à 3 profondeurs :
 - **Vitalité des populations de laminaires** (lorsqu'elles sont présentes)
 - **Equilibre du peuplement macroalgal et des espèces de substitutions**

Stratégie générale

Stratégie spatiale

Au sein de chaque Masse d'Eau de surveillance concernée par ce suivi, des transects sont positionnés de manière à présenter [4] :

- la dénivellation la plus rapide, pour que le transect ne soit pas trop long,
- le nombre maximum de ceintures (selon une typologie pré-établie, voir plus loin),
- l'apparition minimale du fond sédimentaire, pour qu'il ne vienne pas « tronquer » la limite de la dernière ceinture observée.
- la faisabilité « contextuelle » optimale, c'est-à-dire la possibilité pour les plongeurs de travailler par rapport au courant, à la houle et au temps de plongée.

Lorsqu'un gradient de turbidité est constaté au sein de la masse d'eau, les transects doivent être disposés de manière à recouper ce gradient (recommandation de **3 transects**).

Les limites d'extension des ceintures sont notées jusqu'à la profondeur maximale atteinte par celles-ci (compte tenu des limitations liées au travail en plongée ; la profondeur maximale observée en Bretagne est de -35m).

Les **3 niveaux d'observation** pour la vitalité des laminaires et les caractéristiques du peuplement ont été fixés sur la Bretagne à -3, -8 et -13 m [4]. Ils peuvent être adaptés en fonction des caractéristiques de chaque district.

Stratégie temporelle

Les contrôles ont lieu **tous les 6 ans**, 1 fois par an, toujours à la **même période de l'année (juin – août)** [5]. Afin d'accéder au maximum de ceintures algales, les plongées doivent avoir lieu pendant les pleines mers de vives eaux.

Paramètres mesurés

- Position de la **limite inférieure** des ceintures algales
- Aux 3 niveaux d'observation :
 - dans les ceintures de **Laminaires** : % des différentes espèces de Laminaires, densité des laminaires, présence des épiphytes.
- **% de recouvrement** des différents groupes algaux (algues brunes, rouges et vertes...), % de roche nue, dénombrement ou recouvrement des espèces animales de substitution.

Protocole

Le suivi repose sur une **typologie des ceintures algales**. Une telle classification a été établie dans le cadre du REBENT pour les macroalgues de la façade Manche/Atlantique (district Loire-Bretagne) pour les milieux océaniques et les milieux très turbides [4]. La pertinence de cette typologie doit être vérifiée pour les Masses d'Eau des autres districts, et redéfinie le cas échéant [4]. Cette classification des macroalgues en niveaux délimitables permet d'identifier les ceintures pertinentes pour le suivi, puis de positionner les transects.

Les transects font l'objet d'un repérage, d'un marquage et d'un relevé topographique.

Les mesures sont effectuées en **plongée**, lors de l'immersion maximale des ceintures, en respectant Les normes de sécurité et la réglementation du travail subaquatique.

Les profondeurs des limites des ceintures (accompagnées des date et heure précises) sont relevées le long des **transects**. Les mesures effectuées aux **3 profondeurs fixes** résultent d'observation *in situ* (pas de prélèvements) dans des **quadrats** disposés aléatoirement à proximité des transects (protocole de suivi et liste fermée d'espèces ou groupes d'espèces à définir en s'inspirant du protocole REBENT).

La **photographie numérique** peut également être utilisée lorsque le travail en plongée est limité (tombants rocheux par exemple), ou pour affiner les estimations quantitatives des taux de recouvrement ou des densités dans les quadrats [4].

Traitement des données

Les profondeurs mesurées en plongée sont rapportées au zéro hydrographique. Les données minimales à fournir sont :

- position des différentes ceintures et vitalité des laminaires : analyse des valeurs de chaque paramètre et dynamique d'évolution
- **% de recouvrement** des différents groupes algaux et animaux pertinents, dynamique d'évolution

Etat de référence

- Cap Gris nez (à confirmer)
- Nez de Jobourg (à confirmer)
- Mer d'Iroise
- Glénan (historique)

Références bibliographiques

- [1] IFREMER, 2001. Réseau Benthique (REBENT). Développement d'un pilote breton. Elaboration de l'Avant Projet Sommaire (APS). Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, 111 p.
- [2] European Nature Information System (EUNIS), Version 2004 : <http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>
- [3] 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.
- [4] Fiche technique REBENT n°12 – Substrats durs subtidiaux : suivi des limites d'extension en profondeur des ceintures algales – Suivi faunistique et floristique. S. DERRIEN-COURTEL, R. DERRIEN et C. BEAUPOIL, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [5] Comptes-rendus des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 décembre 2004 et 7-8 février 2005, Paris.
- [6] MESH (Mapping European Seabed Habitats) : <http://searchmesh.net/>
- [7] Pr EN ISO 19493:2004 : Water quality – Guidance on marine surveys of littoral hard bottom (ISO/DIS 19493:2004).
- [8] Fiche technique REBENT n°8 – Evaluation du taux de couverture en fucales en zone intertidale à partir d'imagerie SPOT. T. PERROT, S. BALLU et P. DION, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)

V7 – 05/10

PHANEROGAMES

Herbiers à *Zostera marina*

Objectifs

Les zostères sont des phanérogames marines qui se développent sur les sédiments sableux et sablo-vaseux intertidaux et infralittoraux des côtes Manche et Atlantique [1]. Elles forment des herbiers, parfois denses, comparables aux prairies terrestres [1].

Les herbiers peuvent être constitués de différentes espèces, dont la **zostère marine** : *Zostera marina*, et la zostère naine : *Zostera noltii* [2]. *Z. marina* présente une forme pérenne, et une forme annuelle, précédemment identifiée comme une autre espèce : *Zostera angustifolia*. Les herbiers de *Z. marina* sont inclus dans l'habitat EUNIS "[Zostera] beds in full salinity infralittoral sediments" (Code EUNIS A5.533 [3]).



Les herbiers de zostères présentent un intérêt écologique, patrimonial et économique fort, en constituant des habitats remarquables pour leurs fonctions de **réservoir de biodiversité**, de zone de **reproduction**, de **nurserie** et de **nourissage** (notamment pour des espèces d'intérêt économique) [1]. Les rhizomes et racines des plants stabilisent le substrat et **piègent les particules sédimentaires**, participant ainsi à la protection du littoral contre l'érosion [4]. C'est pourquoi ils sont identifiés dans le livre rouge des espèces menacées et protégés au niveau méditerranéen (convention européenne de Berne) [1] et national (Loi "littoral"), et font partie des habitats prioritaires OSPAR [5].

Z. marina est **sensible** aux conditions de sédimentation : une perte de sédiments peut déchausser l'herbier, et une augmentation de la sédimentation peut l'ensevelir [6]. Elle peut vivre dans différentes conditions d'hydrodynamisme et de **turbidité**, mais supporte mal des changements rapides et prolongés de ces paramètres. L'augmentation des sels nutritifs dans la colonne d'eau peut provoquer la prolifération **d'épiphytes**, charge qui sera plus ou moins bien tolérée en fonction de l'intensité du microbrouillage. Les herbiers de zostères subissent de **nombreuses pressions anthropiques** et sont d'excellents indicateurs des changements de conditions du milieu [7], que ce soit à l'échelle locale (pêche à pied, plaisance, marées vertes), régionale (eutrophisation) ou globale (climatique) [1].

Un protocole de suivi de l'extension des herbiers à *Zostera marina* et de leur vitalité a été développé dans le cadre du REBENT Bretagne [1]. La stratégie retenue pour le contrôle de surveillance DCE s'appuie sur cette expérience, ses objectifs pouvant être adaptés la DCE.

Domaine géographique

Les herbiers de *Zostera marina* sont présents dans l'étage **infralittoral** du Cotentin ouest, de la Bretagne, et d'Arcachon pour la façade Manche/Atlantique [8]. Ils auraient disparu des côtes vendéennes (île de Ré et d'Oléron). En Méditerranée, *Zostera marina* a été recensée dans le golfe de Fos, et dans des lagunes (ces dernières font l'objet de fiches spécifiques [9]).

Principe de la surveillance

Le contrôle consiste en deux types de surveillance : un suivi surfacique à basse fréquence, et une caractérisation de la végétation à moyenne fréquence. Un suivi des invertébrés benthiques associés aux herbiers de *Z. marina* pourra être envisagé dans le cadre du contrôle opérationnel ou des contrôles additionnels. Dans ce cas, la méthodologie mise en œuvre sera celle appliquée dans le cadre du REBENT [1].

Masses d'Eau de surveillance dans lesquelles les herbiers sont bien représentés.

Suivi surfacique <i>Tous les 6 ans</i>	<ul style="list-style-type: none"> Distribution de l'herbier (étendue et fragmentation) Limites bathymétriques inférieure et supérieure
Caractérisation de la végétation (ou vitalité de la plante) <i>Tous les 3 ans</i>	<ul style="list-style-type: none"> Densité Biométrie foliaire Algues associées Maladies Intensité du microbrouillage

Suivi surfaciqueParamètres mesurés et protocole

Paramètres	Protocole
Distribution surfacique de l'herbier (étendue et fragmentation)	<ul style="list-style-type: none"> photointerprétation des orthophotographies littorales de manière générale (en cas de sous échantillonnage, le suivi doit concerner des herbiers représentatifs de la Masse d'Eau, en terme de surface et/ou de pressions) prises de vue aériennes à basse mer en l'absence d'orthophotographies littorales couplage traitement des photographies / MNT (Modèles Numériques de Terrain) dans certains cas d'herbiers subtidiaux données acoustiques localement pour les herbiers les plus profonds [1]
Extension en profondeur	<ul style="list-style-type: none"> observation directe (lunettes de Calfa) en plongée couplage entre photographies et MNT mesure acoustique ou vidéo pour les herbiers profonds

Période / fréquence

Le suivi doit avoir lieu **tous les 6 ans** pour le contrôle de surveillance (fréquence en principe retenue pour la mise à jour des orthophotos littorales).

Le suivi doit être réalisé **toujours à la même période** de l'année (fin printemps – début été). En été, les herbiers présentent une densité plus importante, mais les algues associées, plus présentes en cette saison, gênent leur identification. En hiver, la fragmentation des herbiers est plus importante, mais les algues associées posent moins de problèmes.

Traitement des données

Les images (orthophotographies littorales ou images aériennes) sont analysées et la signature de l'herbier est calibrée pour chaque site [10]. Chaque herbier est qualifié par son **enveloppe globale** (photointerprétation dans un SIG) fournissant l'extension de l'herbier et son **taux de fractionnement** (traitement d'image) donnant une indication sur le recouvrement [10].

Caractérisation de la végétation (ou vitalité de la plante)Stratégie généraleStratégie spatiale

3 points de mesure sont choisis au sein de l'herbier, en évitant les bordures qui peuvent induire des biais dans les mesures [1].

Stratégie temporelle

Le suivi doit être effectué **tous les 3 ans**, à la même période de l'année que celle retenue pour le suivi surfacique.

Paramètres suivis et protocoles :

	Paramètres [8]	Protocole [1]	Analyse / Traitement des échantillons
Paramètres principaux	Densité*	Comptage <i>in situ</i> du nombre de faisceaux de <i>Z. marina</i> dans 2 quadrats de 0,1 m² par point.	Echantillonnage non destructif
	Biométrie foliaire	Prélèvement des faisceaux de <i>Z. marina</i> et des algues implantées sur le sédiment dans 2 quadrats de 0,1 m²** par point.	<ul style="list-style-type: none"> • Congélation en attendant l'analyse. • Biométrie foliaire et biomasses [1]. • Comptage du nombre de pieds dans le prélèvement = densité*
	Biomasse des rhizomes et des feuilles		
	Biomasse des algues développées sur le sédiment		
	Biomasse des algues développées sur les feuilles de <i>Z. marina</i> (épiphytes)	Prélèvement aléatoire de 10 faisceaux de <i>Z. marina</i> par point (pour les épiphytes)	<ul style="list-style-type: none"> • Congélation en attendant l'analyse. Analyse des échantillons [1].
	Wasting Disease Index	Prélèvement aléatoire de 10 faisceaux de <i>Z. marina</i> pour l'ensemble de l'herbier	Mesure effectuée sur le matériel frais [1]
	Brouteurs	Prélèvement de la macrofaune dans 3 quadrats de 0,5 m² [8]	Fixation et conservation dans une solution formolée [11] Tri et détermination si possible jusqu'à l'espèce, et dénombrement des individus de chaque espèce
Paramètres en support	<ul style="list-style-type: none"> • Aspect du sédiment en surface • Granulométrie • Taux de matière organique du sédiment 	Prélèvements par carottage, à pied ou en plongée	Les prélèvements doivent être congelés en attendant leur analyse [11]. Analyse granulométrique : les méthodes de détermination de la répartition granulométrique des sédiments marins couramment utilisées sont décrites dans le "Review of standards and protocols" établi dans le cadre du programme MESH [12] Mesure du taux de matière organique : pesée après 4h à 450°C (après séchage préalable 24 à 48h à 60°C) [8]

* La densité des faisceaux de zostères est estimée dans 4 quadrats au total : par comptage des faisceaux *in situ* dans 2 quadrats, et par comptage du nombre de faisceaux prélevés dans 2 autres quadrats.

** Les 2 quadrats doivent présenter au total au moins 30 faisceaux de *Zostera marina* pour assurer la validité statistique des mesures.

Traitement des données

Les métadonnées doivent être fournies au format adéquat à la saisie dans QUADRIGE 2. Elles contiennent notamment :

- les caractéristiques hydromorphologiques (exposition, orientation, pente), la profondeur du point et sa salinité
- les conditions de marées des stations, leur **turbidité** ainsi que le taux de nutriments

Un indice reflétant l'état et l'évolution de l'herbier, doit être élaboré en intégrant les différents paramètres mesurés.

Etat de référence

Herbiers sud de l'Archipel de Molène (Mer d'Iroise).

Références bibliographiques

- [1] Fiche Technique REBENT n°4 (V2) : Suivi des Herbiers de Zostères (C. Hily, Décembre 2004). <http://www.ifremer.fr/rebent/>
- [2] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°7 : Angiospermes – Herbiers à *Zostera noltii*.
- [3] European Nature Information System (EUNIS), Version 2004 : <http://eunis.finsiel.ro/eunis/index.jsp>
- [4] Davison D.M. & Hughes D.J., 1998. Zostera Biotopes (volume I). An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association for Marine Science (UK Marine SACs Project). 95pp.
- [5] Liste OSPAR initiale 2004 des espèces et habitats menacés et/ou en déclin. *Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est* – Réunion de la Commission OSPAR, Reykjavik, 28 juin – 1^{er} juillet 2004. OSPAR POUR LA PROTECTION DU MILIEU MARIN DE L'ATLANTIQUE DU NORD-EST
- [6] MARLIN - the Marine Life Information : <http://www.marlin.ac.uk/index.htm>
- [7] Water Framework Directive – Common Implementation Strategy – Working Group 2.7 – Monitoring. *Guidance on monitoring for the Water Framework Directive*. Final version – 23 January 2003. 164 pp.
- [8] Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 février 2005, Paris.
- [9] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°9 : Lagunes méditerranéennes – Indicateur végétation.
- [10] Fiche Technique REBENT n°14 : Cartographie des Herbiers de Zostères (N. Alloncle, L. Guillaumont et L. Levêque, à paraître). <http://www.ifremer.fr/rebent/>
- [11] Pr NF EN ISO 16665 : Qualité de l'eau – Lignes directrices pour le prélèvement quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine à fond mou.
- [12] Mapping European Seabed Habitats (MESH) : Review of standards and protocols <http://www.searchmesh.net/Default.aspx?page=1442>

V6 – 04/10

PHANEROGAMES Herbiers à *Zostera noltii*

Objectifs

Les zostères sont des phanérogames marines qui se développent sur les sédiments sableux et sablo-vaseux intertidaux et infralittoraux des côtes Manche et Atlantique [1]. Elles forment des herbiers, parfois denses, comparables aux prairies terrestres [1]. Les herbiers peuvent être constitués de différentes espèces, dont la **zostère naine** : *Zostera noltii*, et la zostère marine : *Zostera marina* [2].



Les herbiers de zostères présentent un intérêt écologique, patrimonial et économique fort, en constituant des **habitats remarquables** pour leurs fonctions de réservoir de biodiversité, de zone de reproduction et de nourrissage (notamment pour l'avifaune, dont certaines espèces protégées d'oiseaux migrateurs) [1]. Les rhizomes et racines des plants **stabilisent le substrat** et piègent les particules sédimentaires, protégeant ainsi le littoral contre l'érosion [3], [4]. Les herbiers de *Zostera noltii* sont inclus sous plusieurs formes dans l'habitat EUNIS "Seagrass beds on littoral sediments" (code A2.61, version 2004 [5]), et sont répertoriés par OSPAR parmi les habitats menacés [6]. Ils sont également protégés au titre de la "Loi Littoral" [7].

Zostera noltii est de manière générale **moins sensible que *Zostera marina*** [4]. Cependant, tout comme *Z. marina*, elle supporte mal les changements rapides et prolongés des conditions hydrologiques et sédimentaires et du taux de sels nutritifs dans l'eau. De plus, elle présente une grande variabilité en fonction de l'intensité du broutage par les oiseaux hivernants.

Les herbiers de zostères subissent de **nombreuses pressions anthropiques**, et sont d'excellents indicateurs des changements de conditions du milieu [8], que ce soit à l'échelle locale (pêche à pied, plaisance, marées vertes), régionale (eutrophisation) ou globale (climatique) [3].

Domaine géographique

Les herbiers de *Zostera noltii* sont présents en Manche/Atlantique, notamment en rade de Brest, dans le Golfe du Morbihan, à Noirmoutier, Marennes et Arcachon, épars ailleurs [9]. En Méditerranée, on trouve *Zostera noltii* dans des fonds de baies (ex : partie nord du Golfe de Fos, Port-Cros...) et des lagunes littorales (ces dernières font l'objet d'une fiche spécifique).

Principe de la surveillance

Le contrôle consiste en deux types de surveillance : un suivi surfacique à basse fréquence, et une caractérisation de la végétation à moyenne fréquence (ci-dessous).

<i>Masses d'Eau de surveillance dans lesquelles les herbiers sont bien représentés.</i>	
<p>Suivi surfacique <i>Tous les 6 ans</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distribution de l'herbier (étendue et fragmentation) • Limites bathymétriques inférieure et supérieure
<p>Caractérisation de la végétation (ou vitalité de la plante) <i>Tous les 3 ans</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Densité • Biométrie foliaire • Algues associées • Intensité du broutage par les oiseaux hivernants

Suivi surfacique

Paramètres mesurés et protocole

Paramètres	Protocoles
Distribution surfacique de l'herbier (étendue et fragmentation) [10]	<ul style="list-style-type: none"> • photointerprétation des orthophotographies littorales de manière générale (en cas de sous-échantillonnage, le suivi doit concerner des herbiers représentatifs de la Masse d'Eau, en terme de surface et/ou de pressions) • prises de vue aériennes à basse mer en l'absence d'orthophotographies littorales • imagerie SPOT pour les herbiers conséquents en terme de surface et/ou de densité (Golfe du Morbihan, baie de Bourneuf, Marennes Oléron, baie d'Arcachon), selon une procédure analogue à celle du suivi des macroalgues intertidales • des vérités terrain (identification des espèces in situ et/ou prélèvements) doivent confirmer la présence de <i>Z. noltii</i>, notamment pour la discriminer de certaines algues vertes avec lesquelles elle peut être confondue sur les images.
Extension en profondeur	<ul style="list-style-type: none"> • observation directe (lunettes de Calfa) • en plongée • couplage entre photographies et MNT (à définir) • mesure acoustique ou vidéo pour les herbiers profonds

Période / fréquence

Le suivi doit avoir lieu **tous les 6 ans** pour le contrôle de surveillance (fréquence en principe retenue pour la mise à jour des orthophotos littorales).

Le suivi doit être réalisé **toujours au même mois** de l'année pour un même site, en l'absence de blooms d'épiphytes (**juin – septembre**).

Traitement des données

Les images (orthophotographies littorales ou images aériennes) sont analysées et la signature de l'herbier est calibrée pour chaque site [11]. Une méthodologie de traitement des données satellitaires a été établie pour l'étude des habitats benthiques des îles Chausey [12]. Chaque herbier est qualifié par son **enveloppe globale** (photointerprétation dans un SIG) fournissant l'extension de l'herbier et son **taux de fractionnement** (traitement d'image) donnant une indication sur le recouvrement.

Caractérisation de la végétation (ou vitalité de la plante)

Stratégie spatiale

Au moins **3 points** de mesure sont choisis par herbier [1], [9]. Ils doivent être positionnés dans des zones homogènes, représentatives de l'ensemble de l'herbier, et suffisamment stables pour être suivies au cours du temps. Les tâches éparses et les bordures des herbiers seront donc à éviter [9].

Paramètres suivis et protocoles :

Pour interpréter la dynamique d'évolution des herbiers de *Z. noltii*, il faut impérativement tenir compte de la **pression de broutage** exercée par les **oiseaux hivernants** (notamment les bernaches). Cette pression est quantifiée par le nombre d'oiseaux recensés sur le site [9].

	Paramètres [9]	Protocole [1]	Analyse / Traitement des échantillons
Paramètres principaux	Densité*		
	Biométrie foliaire	Prélèvement des faisceaux de <i>Z. noltii</i> et des algues implantées sur le sédiment dans 4 quadrats de 0,1 m²* par point.	<ul style="list-style-type: none"> • Congélation en attendant l'analyse. • Biométrie foliaire et biomasses [1]. • Comptage du nombre de faisceaux dans le prélèvement = densité*
	Biomasse des rhizomes et des feuilles		
	Biomasse des algues développées sur le sédiment.		
Biomasse des algues développées sur les feuilles de <i>Z. noltii</i> (épiphytes)		Méthodologie à élaborer	

Paramètres [9]		Protocole [1]	Analyse / Traitement des échantillons
	Brouteurs** (Mollusques Gastéropodes)	Prélèvements quantitatifs (méthodologie à définir)	<ul style="list-style-type: none"> Fixation et conservation dans une solution formolée [13] Tri et détermination si possible jusqu'à l'espèce, et dénombrement des individus de chaque espèce
Paramètres en support	<ul style="list-style-type: none"> Aspect du sédiment en surface Granulométrie Taux de matière organique du sédiment 	Prélèvements par carottage ou à pied	<p>Les prélèvements doivent être congelés en attendant leur analyse [13].</p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse granulométrique : les méthodes de détermination de la répartition granulométrique des sédiments marins couramment utilisées sont décrites dans le "Review of standards and protocols" établi dans le cadre du programme MESH [14] Mesure du taux de matière organique : pesée après 4h à 450°C (après séchage préalable 24 à 48h à 60°C) [9] <p>(idem invertébrés des fonds meubles)</p>

* Les 4 quadrats doivent présenter au total au moins 30 faisceaux de *Zostera noltii* pour assurer la validité statistique des mesures.

** Ce paramètre n'est pertinent que pour les herbiers de la Manche et de l'Atlantique, et ne sera pas mesuré pour les herbiers Méditerranéens.

Traitement des données

Les métadonnées doivent être fournies au format adéquat à la saisie dans QUADRIGE 2. Elles contiennent notamment :

- les caractéristiques hydromorphologiques (exposition, orientation, pente), la profondeur du point et sa salinité
- les conditions de marées des stations, le taux de nutriments et le cas échéant leur turbidité

Un indice reflétant l'état et l'évolution de l'herbier, doit être élaboré en intégrant les différents paramètres mesurés. Les pistes de réflexion peuvent s'orienter vers la cartographie prédictive.

Macrofaune associée

La macrofaune endogée associée aux herbiers de *Zostera noltii* est suivie dans le cas des grands herbiers pérennes occupant une surface importante de la Masse d'Eau. Le protocole qui s'applique est le même que pour la macrofaune des substrats meubles intertidaux nus, les particularités étant consignées dans la fiche Invertébrés de substrats meubles [15].

Etat de référence

Herbiers de la zone du Trégor (Manche ouest) et du bassin d'Arcachon.

Références bibliographiques

- [1] Fiche Technique REBENT n°4 (V2) : Suivi des Herbiers de Zostères (C. Hily, Décembre 2004). <http://www.ifremer.fr/rebent/>
- [2] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°6 : Angiospermes – Herbiers à *Zostera marina*.
- [3] Davison D.M. & Hughes D.J., 1998. *Zostera* Biotopes (volume I). An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association for Marine Science (UK Marine SACs Project). 95pp.
- [4] MARLIN - the Marine Life Information : <http://www.marlin.ac.uk/index.htm>
- [5] European Nature Information System (EUNIS) : <http://eunis.finsiel.ro/eunis/index.jsp>

- [6] Liste OSPAR initiale 2004 des espèces et habitats menacés et/ou en déclin. *Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est* – Réunion de la Commission OSPAR, Reykjavik, 28 juin – 1^{er} juillet 2004. OSPAR POUR LA PROTECTION DU MILIEU MARIN DE L'ATLANTIQUE DU NORD-EST
- [7] Loi n°86-2 du 3 janvier 1986, relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral (version consolidée au 24 février 2005), dite Loi "littoral".
- [8] Water Framework Directive – Common Implementation Strategy – Working Group 2.7 – Monitoring. *Guidance on monitoring for the Water Framework Directive*. Final version – 23 January 2003. 164 pp.
- [9] Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 février 2005, Paris.
- [10] Fiche Technique REBENT n°14 : Cartographie des Herbiers de Zostères (N. Alloncle, L. Guillaumon et L. Levêque, Décembre 2005). <http://www.ifremer.fr/rebent/>
- [11] Fiche Technique REBENT n°14 : Cartographie des Herbiers de Zostères (N. Alloncle, L. Guillaumont et L. Levêque, à paraître). <http://www.ifremer.fr/rebent/>
- [12] Fournier J., Cotonnec A., Anselme B., Gouery P., Talec P., Panizza A.C., Mokrani M., Dreau A. et LE VOT M., 2004. *Premières évaluations SPOT5 pour la cartographie des habitats benthiques littoraux de l'archipel des Chausey. Rapport final*. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement Littoral, UMR 8586 PRODIG, Dinard, septembre 2004. 94pp.
- [13] Pr NF EN ISO 16665 : Qualité de l'eau – Lignes directrices pour le prélèvement quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine à fond mou.
- [14] Mapping European Seabed Habitats (MESH) : Review of standards and protocols <http://www.searchmesh.net/Default.aspx?page=1442>
- [15] Ifremer, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. Fiche technique n°10 : Invertébrés de substrats meubles.

Objectifs

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

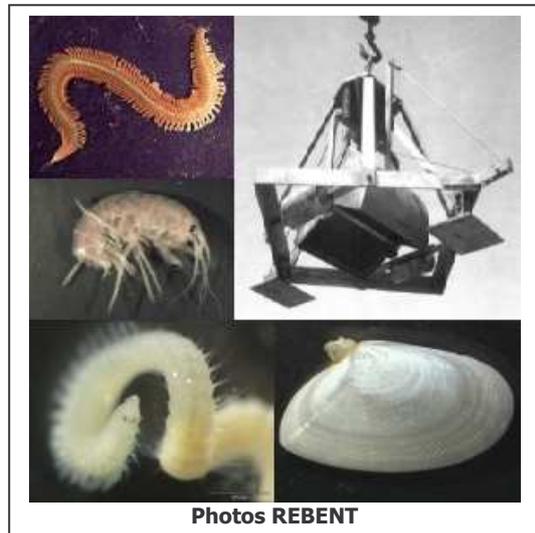
Leur suivi s'impose du fait de leur représentativité, mais également pour d'autres raisons [1] :

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

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

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

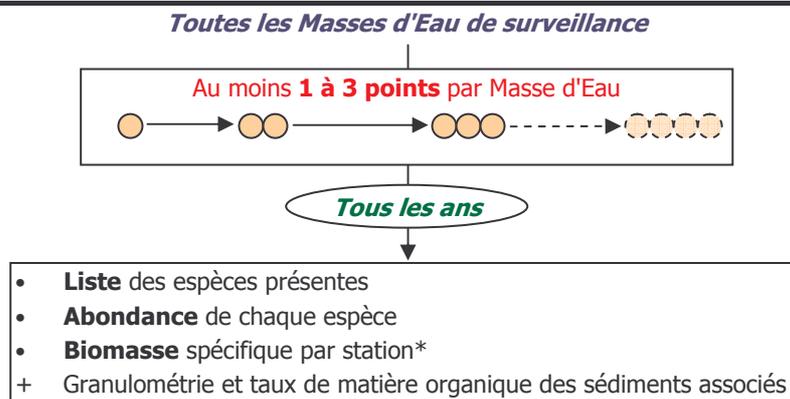
Compte tenu de l'avancement des connaissances (bilan des groupes d'intercalibration [8]) et en l'absence de contraintes techniques ou environnementales majeures, **le suivi des invertébrés de substrats meubles doit être systématiquement mis en œuvre pour le contrôle de surveillance.**



Domaine géographique

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

Principe de la surveillance



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

Stratégie générale

Stratégie spatiale

Choix des points de suivi

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

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

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

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

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

Nombre de points [3]

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

Stratégie temporelle

Périodes d'échantillonnage

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

Périodicité

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

Dénombrements et biomasse

Paramètres mesurés

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

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

Protocole d'échantillonnage

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

Nombre de prélèvements

Au moins 5 prélèvements de 0,1m² par point [3]. La stratégie de répartition des prélèvements peut être adaptée en fonction des suivis déjà mis en place dans certaines Masses d'Eau.

Subtidal

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

- **Benne Van Veen** [16]: 0,1m². Cette benne pourra être utilisée en eaux côtières, uniquement pour les sédiments vaseux peu profonds et sous réserve d'utilisation d'un modèle pesant au moins 40 kg à vide. Cette benne peut être manipulée à partir d'embarcations modestes (6-10m), équipées d'un dispositif de mise à l'eau, et est plus facile et moins dangereuse à manipuler que la benne Smith. Pour les sables plus grossiers, plus profonds et en présence de courant, on préférera la benne Smith McIntyre.
- **Benne Smith McIntyre** (encore appelée benne type Aberdeen) [16] : 0,1m², 100kg à vide. Efficace dans les sédiments vaseux jusqu'aux sédiments grossiers, elle fonctionne mieux que la Van Veen en présence de courants. Sa mise à l'eau nécessite impérativement un treuil associé à un bras de levage ou à un portique débordant, généralement disponible à bord de navires de 15m et plus.

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

Intertidal

Utilisation d'un **carottier à main** (tube en PVC) [17]. La profondeur de prélèvement doit être d'**au moins 15 cm** sauf contrainte technique justifiée. La surface totale échantillonnée doit être d'au moins 0,25m². Cette surface doit être atteinte avec **au minimum 5 répliqués**. Le carottier utilisé doit avoir une **section d'au moins 0,01m²**.

Tamisaqe

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

Analyse et traitement des échantillons

Une fois tamisés, les prélèvements doivent être :

- 1) **fixés** dans une solution formolée neutralisée et **conservés** en attendant leur analyse en laboratoire [4],
- 2) **triés** en laboratoire, afin de séparer la faune des débris et des particules sédimentaires [4].
- 3) **La faune doit être identifiée impérativement jusqu'à l'espèce** [3], excepté pour certains taxons pour lesquels ce niveau de précision nécessite des compétences taxonomiques spécifiques : Oligochètes, Nématodes... (liste complète dans la norme ISO 16665 [4]). Le référentiel taxonomique sur lequel se base la détermination est celui de QUADRIGE², qui s'appuiera autant que possible sur le « **European Register of Marine Species (ERMS** [18]) [3].
- 4) **Les individus de chaque espèce ou taxon sont dénombrés**, exceptés pour certains taxons dont le comptage est difficile et dont la présence sera simplement mentionnée : Foraminifères, Nématodes, organismes coloniaux (liste complète dans la norme ISO 16665 [4]).

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

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

Sédiments associés

Paramètres mesurés

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

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

Protocole d'échantillonnage

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

Analyse / Traitement des échantillons

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

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

Traitement des données

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

Les données à fournir sont au minimum [4] :

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

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

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

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

Cas particulier des herbiers à *Zostera noltii*

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

5 prélèvements de 0,04m² sont effectués par point avec un carottier. Le reste de la procédure (paramètres mesurés et chaînes de traitement des échantillons et des données) est celui énoncé dans la présente fiche.

Cas particulier des bancs de maërl

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

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

Sites de référence [3]

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

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

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

Références bibliographiques

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

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

Annexe 7 : Compte-rendu de la réunion de préparation à la définition du Rebent-DCE-Manche, tenue à l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, Honfleur, le 16 février 2006

Mise en place du suivi de surveillance benthique de la baie du Mont-Saint-Michel à la frontière belge dans le cadre de la DCE

Participants :

F. Olivier (MNHN – Station Marine de Dinard)
P. Hacquebart (GEMEL Normandie)
S. Simon, S. Duhamel, J. Jourde (CSLHN)
J-M. Dewarumez (CNRS - USTL, Station Marine de Wimereux)
F. Gevaert (USTL, Station Marine de Wimereux)
P. Dion (CEVA)
L. Guérin, N. Desroy, P. Le Mao (Ifremer – Saint Malo)
R. Le Goff (Ifremer – Port en Bessin)
F. Bruchon, J. Duchemin (Agence de l'eau Seine-Normandie)
E. Martin (Diren Nord-Pas de Calais)
P. Talec, J.L. Hall (Diren Basse Normandie)

Début de la réunion : 10h00

Présentation par L. Guérin, N. Desroy et P. Le Mao d'une ébauche de grille de stations pour suivre la faune et la flore benthique depuis la baie du Mont-Saint-Michel jusqu'à la frontière belge. Cette présentation a été suivie par des exposés de F. Olivier, P. Hacquebart, S. Simon, J-M. Dewarumez, F. Gevaert et P. Dion détaillant les opérations réalisées ou en cours par leur différentes structures (avec des financements spécifiques) sur les différents secteurs du littoral (*cf.* pièces jointes). Ces éclairages ont permis de redessiner la grille initialement proposée et de dégager, pour certains secteurs, la nécessité de conduire des études exploratoires. Les caractéristiques des suivis à conduire dans chaque masse d'eau seront à rediscuter finement localement : contacts à affiner avec les différents producteurs de données (Station Marine de Wimereux, CSLHN, GEMEL, MNHN, EPHE) pour faire le point de l'existant au cours de la fin du mois de février, puis finalisation du programme d'action, localement, avec correspondants Agences/DIREN et Ifremer.

Les informations présentées ci-après ne sont pas exhaustives mais portent sur les corrections à apporter à la grille proposée et les sites à explorer en 2006. Les fiches techniques relatives aux suivis des invertébrés benthiques de substrats durs (intertidaux et subtidiaux) n'étant pas encore rédigées, aucun point de suivi ne sera proposé en 2006.

1- Secteur "Artois – Picardie"

L'acquisition de connaissances se révèle indispensable sur plusieurs sites situés dans le bassin Artois-Picardie.

Masse d'eau AC02 : L'historique de la station IGA – Gravelines justifie le choix de ce site pour un suivi de la faune benthique subtidale de substrat meuble. Cette station ne fera pas l'objet de campagnes exploratoires. Le point IGA "faune intertidale" étant situé dans la masse d'eau AT04, il ne peut servir pour qualifier la masse d'eau AC02. Un nouveau point est donc à définir plus à l'ouest. La flore subtidale sera considérée face au cap Blanc-Nez, sur les

barrières rocheuses des Wardes. Cette station devra en revanche l'objet d'une acquisition de connaissance en 2006.

Masse d'eau AC03 : La faune intertidale sera échantillonnée sur les substrats durs au cap Gris-Nez. Les macroalgues seront suivies, pour leur part, en deux stations, une intertidale située sur l'estran du Gris-Nez et l'autre, subtidale, située sur ce même site, dans les petits fonds. Des campagnes exploratoires sont requises dans cette masse d'eau.

Masse d'eau AC05 : Il est suggéré de compléter l'étude de la faune subtidale de substrats meubles face à Merlimont-Cuq, par un suivi de la faune intertidale (substrat meuble). La faune subtidale fera également l'objet d'un suivi en une station située sur les fonds meubles face à la baie de Somme - Campagnes exploratoires à prévoir.

Masse d'eau AT01 : Il est envisagé de suivre deux stations "faune intertidale", l'une située au nord du chenal et l'autre au sud, et dont les localisations seront déterminées à l'issue de la cartographie de la baie réalisée par le GEMEL Picardie en 2006. Eventualité : suivi du schorre. Le problème principal est l'absence de fiches techniques. Ce problème devrait néanmoins être résolu prochainement par l'édition de ce document technique.

2- Secteur "Pays de Caux"

Masse d'eau HC18 : les stations faune et flore intertidales" vont être décalées vers Pourville, sur un platier rocheux plus intéressant.

Masse d'eau HC17 : La station "flore subtidale" sera placée aux environs de Bénouville. Calage des stations "benthos subtidal" à prévoir avec une des stations suivies dans le cadre de l'étude d'impact des rejets de dragages d'Octeville.

3- Secteur "Baie de Seine"

Masse d'eau HT03 : Une campagne exploratoire est à prévoir pour définir un point pertinent sur le schorre. Deux stations intertidales seront placées en fosse sud. En domaine subtidal, deux stations, l'une au nord et l'autre au sud du débouché en mer de la Seine semblent nécessaires. Il pourrait être envisagé de suivre la flore algale sur les substrats durs situés face à Villers sur Mer.

4- Secteur "Côte fleurie"

Il y a un déficit de connaissance sur le secteur allant du sud de la baie de Seine à la côte est du Cotentin. Des campagnes d'exploration s'avèrent donc nécessaires sur la plupart de ces masses d'eau préalablement à la définition des stations.

Masse d'eau HC15 : campagne préalable pour définir la station "faune intertidale". Le suivi du benthos subtidal se fera, si possible, sur une station échantillonnée dans le cadre des missions PECTOW (échantillonnage de la baie de Seine tous les 5 ans), sinon, celui-ci nécessitera une étude exploratoire.

Masse d'eau HC 14 et HC 13 : campagnes exploratoires à prévoir.

Une campagne exploratoire va également être réalisée entre les masses d'eau HC12 et 13 pour définir le positionnement d'une station intertidale "faune et flore".

5- Secteur "Baie des Veys"

Masse d'eau HT 06 : La localisation des stations sera définie d'après la cartographie réalisée en 2000 par O. Timsit. Des suivis de la banquette à *Lanice conchilega*, ainsi que de l'herbier intertidal (selon son état, ce qui nécessitera une campagne exploratoire), seront effectués.

Masse d'eau HC 10 : Les stations "faune et flore intertidales" seront définies au regard des études effectuées par le GEMEL dans ce secteur. Le suivi de la faune subtidale nécessitera un suivi exploratoire.

Masse d'eau HC 09 : Le suivi de la faune subtidale fera également l'objet d'une prospection. Une étude exploratoire sera également nécessaire pour définir les points de suivis de l'herbier et du schorre. Un suivi de la flore subtidale pourrait être envisagé, si la présence de laminaires est avérée, suite aux observations faites lors des suivis de flore intertidale réalisés par le GEMEL BN en 2005.

6- Secteur "Pointe du Cotentin"

Masse d'eau HC 08 : Les points pressentis dans la masse d'eau HC 08 pourraient être transférés à la masse d'eau HC 07.

Masse d'eau HC 06M (rade de Cherbourg) : suivi de la faune subtidale en une station.

Masse d'eau HC 06 : une étude exploratoire en vue de suivre les sables fins envasés subtidaux situés à l'est de la zone est à prévoir.

7- Secteur "Ouest Cotentin"

Masse d'eau HC 04 : Les stations suivies seront définies en fonction du suivi IGA déjà existant

Masse d'eau HC 03 : La faune subtidale sera suivie. Il est nécessaire de prévoir des campagnes exploratoires pour confirmer la présence de macroalgues sur les roches intertidales et subtidales, d'herbiers, d'hermelles.

8- Secteur "Baie du Mont-Saint-Michel"

Masse d'eau HC 02 : Les stations relatives aux suivis du schorre et de la faune benthique seront recalées lorsque nécessaires au regard de la connaissance que l'on a de ce site, notamment à partir des campagnes menées dans le cadre du chantier PNEC Baie du Mont-Saint-Michel.

9- Secteur "Chausey"

Masse d'eau HC 01 : La stratégie sera ajustée en fonction de la connaissance que l'on a de ce site (données MNHN, EPHE). Une campagne exploratoire pourra être envisagée pour vérifier l'état des fonds de maërl situés au nord de l'archipel (qui constituent l'une des localisations les plus septentrionales de ces biocénoses remarquables).

Suivi des banquettes de *Lanice conchilega*

Il n'est pas envisagé de réaliser un suivi particulier des banquettes de *Lanice conchilega*, mais ces éléments pourront être identifiés et caractérisés à partir des images aériennes programmées pour les suivis benthiques intertidaux (macroalgues, schorres).

Suivi des macroalgues opportunistes

Dans le cadre du suivi par survol aérien des "marées vertes", seules les algues vertes présentes en rideau dans la ligne de vague seront considérées.

Le tableau suivant résume les campagnes exploratoires à mener en 2006 au sein des différentes masses d'eau.

I= Intertidal ; S=subtidal

Masse d'eau	Invertébrés benthiques	Herbiers	Schorre	Macroalgues benthiques	Suivis particuliers
AC02	I			S	
AC03				I / S	
AC05	I / S (2)				
HC18	S			I / S	
HC17				S	
HC15	I / S				
HC14	I / S			I / S	
HT04M	I				
HC13	S			I / S	
HC12				I / S	
HT06M		I			
HC10	S				
HC09	S	I	I	I / S	
HC07				I / S	
HC06	S				
HC06M	S				
HC04	S			S	
HC03	I (2) / S (2)	I		I / S	Hermelles
HC01					Maërl

Les études seront à réaliser aux mois de mars-avril et Septembre 2006 pour la macrofaune benthique, en juillet-août pour les schorres et herbiers et de mai à juillet pour les macroalgues.

Conclusion :

Les deux axes de travail majeurs pour les semaines à venir sont les suivants :

1) Organisation des campagnes exploratoires 2006

Compte-tenu des manques de connaissances actuels, il n'est pas possible de consolider les premières propositions de programme de surveillance pour toutes les masses d'eau et tous les éléments de qualité concernés. Par conséquent, des campagnes exploratoires complémentaires seront mises en œuvre en 2006, selon les éléments du tableau ci-dessus.

A partir de ce programme de terrain global pour 2006, le comité de pilotage a regroupé les différents volets en fonction des contraintes techniques (éléments de qualité visés, domaine intertidal/subtidal, et contraintes techniques associées ; zone géographique couverte). Il en est ressorti une série de 7 actions.

Pour chacune de ces actions, le coordonnateur est en charge d'élaborer un cahier des charges explicitant le travail à mener, cahier des charges qui sera soumis à la validation du comité de pilotage.

Ces cahiers des charges serviront de base à une consultation auprès des prestataires potentiels identifiés comme compétents pour ces diverses actions.

La finalisation d'un cahier des charges pour la faune benthique est la priorité n°1 (début mars), compte-tenu que les campagnes de terrain doivent être mises en œuvre au plus tard en avril 2006. Pour les autres actions, les cahiers des charges sont à finaliser pour fin mars.

2) Elaboration du programme de surveillance

En parallèle des campagnes exploratoires 2006, le coordonnateur est en charge de finaliser d'ici fin mars une première version détaillée et consolidée du programme de surveillance benthique : sélection des masses d'eau concernées, des éléments de qualité visés pour chaque masse d'eau, nombre et localisation des points de suivis dans chaque masse d'eau ; fréquences de suivis (stratégie intra-annuelle quand nécessaire, et nombre d'années de suivis par plan de gestion)....

Ce programme de surveillance aura vocation à être complété / consolidé par la suite en intégrant les résultats des campagnes 2006. En attendant, il servira de base de travail aux réflexions en cours dans les bassins pour l'élaboration du programme de surveillance du bassin (tous milieux aquatiques concernés). A ce titre, le projet de programme de surveillance benthique littoral devra donc s'accompagner des descriptifs des moyens humains et techniques nécessaires (méthodes et moyens d'échantillonnage, traitement des échantillons) qu'il faudra mobiliser, de façon à affiner les chiffrages budgétaires correspondants dans une approche de type « fourchette mini/maxi ».

Fin de la réunion : 20h00

Annexe 8 : Circulaire (et annexes 1 et 2 sur 4) relative à la constitution et la mise en oeuvre du programme de surveillance pour les eaux littorales en application de la directive 2000/60/CE. MEDD, 5/03/2007

REPUBLIQUE FRANCAISE
MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
DIRECTION DE L'EAU

<p>Sous-Direction des Milieux Aquatiques et de la Gestion de l'Eau Bureau de la Mer</p> <p>20, avenue de Ségur 75302 - PARIS 07 SP</p> <p>Téléphone : 01.42.19.20.21</p>	<p>Circulaire DE / MAGE / MER 07 / n°2 Date : 5 mars 2007</p> <p>Publication : JO <input type="checkbox"/> BO <input checked="" type="checkbox"/></p>
---	--

LA MINISTRE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

A

**MESDAMES ET MESSIEURS LES PREFETS COORDONNATEURS DES
BASSINS « LITTORAUX »**
MESDAMES ET MESSIEURS LES PREFETS DES REGIONS « LITTORALES »
**MESDAMES ET MESSIEURS LES PREFETS DES DEPARTEMENTS
« LITTORAUX »**

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

Pièces jointes : document de cadrage pour la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance pour les eaux littorales (eaux de transition et eaux côtières) et ses annexes.

PLAN DE DIFFUSION	
POUR EXECUTION	POUR INFORMATION
Destinataires	Destinataires
<p>Préfets coordonnateurs des bassins « littoraux » Préfets des régions « littorales » Préfets de départements « littoraux » (MISE) Préfets maritimes Agences de l'eau « littorales » Offices de l'eau des DOM</p>	<p>DIREN « littorales » et de bassin « littoral » DDE « littorales » (CQEL) Service maritime du Nord (CQEL) Service maritime des ports de Boulogne et de Calais (CQEL) IFREMER CEMAGREF</p>

En application de la directive-cadre européenne sur l'eau, un programme de surveillance doit être mis en place sur les différentes catégories d'eau (eaux douces de surface, eaux souterraines, eaux côtières et de transition). Selon les informations recherchées, il peut être recouru aux divers volets de ce programme : contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête ou contrôles additionnels.

L'objet du document de cadrage joint à la présente circulaire est de donner les éléments permettant de procéder à la constitution et à la mise en œuvre de ce programme de surveillance pour les **eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition)** en application de la DCE. Il tient aussi compte des recommandations des conventions OSPAR et de Barcelone en matière de surveillance.

Ce document précise les modalités d'organisation de cet exercice ainsi que les modalités de réalisation des diverses prestations nécessaires. Pour l'année 2007, le suivi des éléments de qualité à mesurer a d'ores et déjà fait l'objet d'une programmation qui ne doit pas être remise en cause par cette circulaire. Le rapportage du respect des engagements de la France auprès de la Commission européenne se fera sur la base des fréquences minimales inscrites dans cette circulaire.

Afin d'obtenir une application harmonisée de cette surveillance au niveau national, je vous demande de veiller à ce que la mise en œuvre de ce programme de surveillance soit élaborée selon les préconisations figurant dans ce document de cadrage et ses annexes.

Vous voudrez bien me faire part des difficultés que vous pourriez rencontrer dans l'application de la présente circulaire.

Afin de le caler sur les préconisations européennes à venir, ce programme pourra ultérieurement nécessiter une adaptation.

Pour la ministre et par délégation
Le directeur de l'eau

Signé BERTEAUD

Pascal BERTEAUD



**Direction
de l'Eau**

Sous-direction des milieux aquatiques
et de la gestion de l'eau
Bureau de la Mer

Paris, le 5 mars 2007

Directive-cadre européenne sur l'eau

* * * * *

Circulaire DCE 2007/20 : document de cadrage pour la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition).

1.	Préambule : rappel de la DCE.....	3
2.	Le contrôle de surveillance	4
2.1.	Le concept	4
2.2.	Nombre et localisation de sites de contrôle	4
2.3.	Paramètres suivis et fréquences du suivi.....	5
3.	Les contrôles opérationnels.....	6
4.	Les contrôles additionnels	7
5.	Les contrôles d'enquête	7
6.	Convergence avec les conventions internationales.....	7
7.	Organisation du travail.....	7
7.1.	Pour le contrôle de surveillance	7
7.2.	Pour les autres types de contrôles.....	7
8.	Bancarisation	8
9.	Calendrier	8

1. Préambule : rappel de la DCE

Dans le cadre de la mise en œuvre de la directive-cadre européenne sur l'eau, un programme de surveillance doit être mis en place pour suivre l'état écologique (ou le potentiel écologique) et l'état chimique des eaux de surface. Ce programme est établi « de manière à dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque district hydrographique ». Il comprend plusieurs volets :

- le **contrôle de surveillance**, destiné à donner l'image de l'état général des eaux, notamment à l'échelle européenne. Il suit une logique « suivi des milieux aquatiques » et non pas une logique « suivi de flux polluants » ou « suivi d'impacts d'altérations » ;
- les **contrôles opérationnels**, destinés à assurer le suivi de toutes les masses d'eau identifiées comme risquant de ne pas atteindre les objectifs environnementaux de la

DCE, ce qui correspondra à celles sur lesquelles sera retenu un objectif environnemental de « bon état » (ou de bon potentiel) postérieur à 2015 ou un objectif moins strict, ainsi que le suivi des améliorations suite aux actions mises en place dans le cadre des programmes de mesures, et à préciser les raisons de la dégradation des eaux ;

- les **contrôles d'enquête**, effectués en cas de non-atteinte vraisemblable des objectifs environnementaux et en l'absence d'explication par des pressions déterminées, afin de déterminer la cause (lorsqu'un contrôle opérationnel n'a pas encore été mis en place) et en cas de pollution accidentelle, pour en déterminer l'ampleur et l'incidence ;
- les **contrôles additionnels**, sur certaines zones protégées : zones d'habitats et de protection d'espèces lorsque les masses d'eau incluses dans ces zones risquent de ne pas répondre aux objectifs environnementaux visés à l'article 4 de la DCE.

2. Le contrôle de surveillance

2.1. Le concept

Pour assurer le contrôle de surveillance, un réseau de **sites pérennes**, répartis sur l'ensemble du territoire (métropole et DOM), est mis en place de façon à disposer d'un suivi des eaux littorales sur le long terme, notamment pour évaluer les conséquences des modifications des conditions naturelles (changement climatique, par exemple) et des activités anthropiques largement répandues. Ce contrôle ne poursuit pas un objectif de « suivi de pollution » mais de « connaissance de l'état général des eaux ». La localisation des sites de contrôle sera donc adaptée à cette logique.

Par ailleurs, le contrôle de surveillance doit permettre de fournir des informations pour :

- « compléter et valider la procédure d'étude des incidences détaillée à l'annexe II de la DCE » ;
- « concevoir de manière efficace et valable les futurs programmes de surveillance ».

Les réseaux actuels sur les eaux littorales (le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin, le RINBIO, etc.) doivent être adaptés pour rendre compte de l'état des eaux au niveau européen. Certains réseaux de surveillance ont pour finalité d'assurer le suivi sanitaire de la production de coquillages et la mise sur le marché (en totalité ou partiellement) : le REPHY, le REMI et le RNO. A cet effet, l'adaptation de ces réseaux et l'utilisation de leurs données ne doit pas remettre en cause leur finalité sanitaire, ni contribuer à alléger l'effort de surveillance de ces productions. Les résultats obtenus dans le cadre de ces réseaux peuvent être utilisés dans le cadre de la DCE. **Le nouveau réseau - le réseau de contrôle de surveillance « DCE » - comprendra le nouveau référentiel pour la localisation et la dénomination des sites, ainsi que l'ensemble des suivis qui seront réalisés sur chacun des ces sites.** Certains sites des réseaux actuels pourront être repris dans ce nouveau réseau dans la mesure où ils répondent aux nouveaux critères de sélection (intérêt : poursuivre l'acquisition de données sur de longues chroniques). D'autres sites seront, le cas échéant, repris pour les autres contrôles DCE, en particulier opérationnels, ou pour d'autres finalités (intérêt à examiner dans un autre cadre que cette circulaire).

2.2. Nombre et localisation de sites de contrôle

Un site de contrôle de surveillance correspond à l'ensemble des stations qui permettent de qualifier l'état d'une masse d'eau. Le réseau de ces sites permet une évaluation de l'état général des eaux.

Les stations de mesure d'un même site sont positionnées en des points homogènes du point de vue des pressions et hors de l'influence directe des rejets, afin d'intégrer les pressions

s'exerçant sur l'ensemble de la masse d'eau. Les règles régissant le positionnement des stations pour chaque élément de qualité sont indiquées à l'annexe 2.

Les sites sont positionnés dans certaines masses d'eau, sélectionnées par type national, en tenant compte :

- du nombre de masses d'eau par type ;
- des catégories de pressions.

De plus, afin d'obtenir une représentativité de l'état général des masses d'eau dans chaque district, la construction du réseau doit tenir compte de la répartition géographique des types et catégories de pression dans chaque district.

En dernier lieu, il convient de s'assurer que les masses d'eau retenues permettent d'évaluer les changements à long terme des conditions naturelles (changement climatique, par exemple) ou des activités anthropiques largement répandues.

D'après les travaux exploratoires menés dans le cadre du groupe de travail « DCE eaux littorales », ceci conduit à sélectionner entre 50% et 60% des masses d'eau, soit au moins une centaine de sites.

2.3. Paramètres suivis et fréquences du suivi

Les tableaux en annexe 1 précisent, par élément de qualité, les fréquences du suivi ainsi que le calendrier et les sites concernés :

- aux annexes 1a à 1d pour les eaux littorales de métropole ;
- aux annexes 1e et 1f pour les eaux littorales de la zone Caraïbe (Martinique) ;
- à l'annexe 1g pour les eaux côtières de La Réunion.

Pour l'élément de qualité « ichtyofaune », les calendriers de l'annexe 1 sont susceptibles d'être révisés au cours du premier plan de gestion, en fonction des données acquises et de l'élaboration des indicateurs.

Concernant la physico-chimie, cinq cas sont à différencier :

- les paramètres généraux (température, salinité, transparence, oxygène dissous, nutriments) sont mesurés sur tous les sites du réseau de contrôle de surveillance selon les fréquences et le calendrier précisés dans l'annexe 1 ;
- les 33 substances prioritaires de l'annexe X de la DCE et les 8 substances de l'annexe IX de la DCE, soit 41 substances, (voir tableau de l'annexe 3) sont suivies dans l'eau, sur tous les sites du réseau de contrôle de surveillance selon les fréquences et le calendrier précisés dans l'annexe 1. Ces 41 substances servent à évaluer l'état chimique des eaux.

En outre, parmi ces substances, celles qui sont non hydrophiles sont suivies dans le sédiment et dans le biote, (cf. dispositions de l'annexe 2 paragraphe 4.2.2.1) sur au moins 25 % des sites du réseau de contrôle de surveillance, afin de s'assurer de l'absence d'augmentation de leur concentration ;

- les substances dites « OSPAR » (voir tableau 1 de l'annexe 4) sont suivies sur 50% des sites du réseau de contrôle de surveillance de la Mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique (reprenant les sites choisis pour le suivi des substances non hydrophiles de la liste des 41 substances), dont les grands estuaires (Seine, Loire et Gironde), conformément aux lignes directrices d'OSPAR et à l'article 1^{er} de la DCE ;

de plus, en application de l'annexe VIII de la DCE et d'autres engagements communautaires :

- les substances « pertinentes » listées par l'arrêté du 30 juin 2005 modifié (liste figurant dans le tableau 2 de l'annexe 4), dans la mesure où leur devenir suite à l'abrogation de la directive 76/464/CEE en 2013 n'est pas encore connu, sont suivies sur 25 % des sites du réseau de contrôle de surveillance (les mêmes que les sites choisis pour le suivi des substances non hydrophiles de la liste des 41 substances) de façon à acquérir de la donnée ;
- les pesticides (liste figurant dans le tableau 3 de l'annexe 4) sont suivis sur 25% des sites du contrôle de surveillance (les mêmes que pour les substances pertinentes) de façon à acquérir de la donnée.

Les prescriptions nationales précisant les éléments à suivre et les fréquences d'analyses, devant figurer dans les cahiers des clauses techniques particulières, ont été élaborées dans le cadre du groupe national « DCE/eaux littorales » et validées au niveau national (annexe 2).

Les annexes 3 et 4 récapitulent la liste des substances qui sont à rechercher.

Pour les substances des tableaux 2 et 3 de l'annexe 4, il s'agit d'une liste nationale « tronç commun » établie notamment à partir des résultats de l'inventaire exceptionnel 2005. Les molécules qui n'ont pas été décelées en 2005 ont été éliminées. Lors de la première année d'analyses, de façon à pouvoir en désélectionner par la suite par district, il est nécessaire de rechercher toutes les molécules de cette liste, auxquelles peuvent être ajoutées des molécules spécifiques utilisées sur certains bassins versants.

Les substances des tableaux 2 et 3 de l'annexe 4 qui ne sont pas rejetés dans le bassin versant peuvent ne pas être suivies.

3. Les contrôles opérationnels

Les contrôles opérationnels servent à suivre l'évolution des paramètres identifiés comme posant problème et à évaluer l'efficacité du programme de mesures.

Ils sont mis en œuvre pour toutes les masses d'eau pour lesquelles un report d'échéance (bon état ou bon potentiel en 2021 ou 2027) ou un objectif environnemental moins strict a été fixé dans le cadre du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), ainsi que sur les masses d'eau dans lesquelles sont rejetées des substances de la liste des substances prioritaires.

Avant l'adoption des objectifs précités, une surveillance de contrôle opérationnel peut être engagée sur les masses d'eau où le risque de non atteinte du bon état est confirmé.

Pour un même type, il est possible de procéder par échantillonnage de groupe de masses d'eau lorsque les pressions responsables du report d'échéance sont d'origine diffuse ou d'origine hydromorphologique.

Les contrôles opérationnels cessent lorsque la masse d'eau revient en bon état (ou en bon potentiel). Leur durée n'est pas liée à celle du plan de gestion ; ils peuvent être interrompus à tout moment dès que le constat du respect du bon état (ou du bon potentiel) est effectué. Pour savoir si la masse d'eau respecte le bon état (ou le bon potentiel), les éléments à suivre sont tous ceux qui servent à évaluer l'état dans le type considéré. Ceci signifie que le suivi des seuls éléments qui posaient problème n'est pas suffisant : il faut, par exemple, rajouter les éléments biologiques servant à évaluer l'état des eaux.

4. Les contrôles additionnels

Pour les eaux littorales, les contrôles additionnels sont à prévoir sur des sites Natura 2000, lorsque, sur les masses d'eau concernées par ces sites, est retenu un report d'échéance (bon état ou bon potentiel en 2021 ou 2027) ou un objectif moins strict. Ce qui revient à faire un contrôle opérationnel.

5. Les contrôles d'enquête

Des contrôles d'enquête sont effectués :

- en cas de non-atteinte vraisemblable des objectifs environnementaux et en l'absence d'explication par des pressions déterminées pour en déterminer la cause ;
- en cas de pollution accidentelle, pour en déterminer l'ampleur et l'incidence.

6. Convergence avec les conventions internationales

Afin d'assurer une convergence entre la convention OSPAR et la DCE, les sites OSPAR correspondront aux sites DCE et le programme de surveillance de la DCE servira au rapportage à la convention OSPAR pour la surveillance continue. Le même principe sera utilisé pour le rapportage à la convention de Barcelone.

7. Organisation du travail

7.1. Pour le contrôle de surveillance

La « surveillance chimique » (substances) et la surveillance des éléments de qualité « hydromorphologie » et « ichtyofaune des eaux de transition » s'effectuent sous la responsabilité des Agences de l'Eau.

Le suivi des autres éléments de qualité (phytoplancton, algues macroscopiques, angiospermes, faune benthique invertébrée, paramètres physico-chimiques généraux) s'effectuent sous la responsabilité de l'IFREMER.

Les Cellules Qualité des Eaux Littorales participent au programme de surveillance, principalement pour le suivi des paramètres physico-chimiques généraux. Par ailleurs l'obtention des moyens nautiques dont elles doivent disposer au titre de leurs missions de police de l'eau et de connaissance du milieu permettra de réduire les coûts.

Afin d'**établir une proposition de réseau de contrôle de surveillance des eaux côtières et de transition cohérent au niveau de la façade maritime et au niveau national**, IFREMER a été chargé de coordonner les propositions des districts. Des réunions de travail ont été organisées par district, associant **l'agence de l'eau (Offices de l'eau pour les Départements Outre-Mer), les DIREN « littorales » et les Cellules Qualité des Eaux Littorales**. La validation du réseau de contrôle de surveillance se fera au niveau national, après qu'une harmonisation inter-districts aura été faite de façon à veiller à la bonne répartition des sites au niveau national. Ces sites de contrôle et les paramètres surveillés doivent pouvoir être rapportés au niveau européen avant le 22 mars 2007. Les travaux pour une éventuelle adaptation du programme de surveillance décrit ici seront organisés de la même façon.

7.2. Pour les autres types de contrôles

Etant très dépendants de la situation de chaque masse d'eau, les autres types de contrôles, notamment les contrôles opérationnels, sont déclinés cas par cas sur la base des renseignements collectés lors de la réalisation de l'état des lieux « 2004 » et sur la base des nouvelles informations rassemblées depuis, ou qui vont l'être d'ici 2008 pour le choix des objectifs environnementaux à effectuer sur toutes les masses d'eau.

La liste et les coordonnées des sites de suivis, les paramètres suivis et la fréquence de ces suivis seront à établir.

Pour les contrôles opérationnels, une maîtrise d'ouvrage plus large doit être envisagée en associant, par exemple, les collectivités, les usagers, etc..

8. Bancarisation

Toutes les données collectées au titre du programme de surveillance des eaux littorales sont bancarisées dans la banque QUADRIGE 2 hébergée par IFREMER, sauf pour les données « Ichtyofaune » qui sont hébergées par le Cemagref.

9. Calendrier

Les échéances à respecter sont :

- au plus tard, fin février 2007 : proposition des sites pour le contrôle de surveillance ;
- mi-mars, validation par la Direction de l'Eau ;
- 2007 :
 - o début du contrôle de surveillance ;
 - o passation des marchés, commandes et conventions nécessaires à l'exécution du contrôle de surveillance et des contrôles opérationnels ;
 - o contrôles nécessaires à la précision des objectifs pour les masses d'eau concernées.

Pour la ministre et par délégation
Le directeur de l'eau

Signé BERTEAUD

Pascal BERTEAUD

Annexe 1 a
Localisation et fréquence de suivi du contrôle de surveillance
(eaux côtières de l'Atlantique, la Manche et la Mer du Nord).

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année (nb de fois par an).	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phyto-plancton	6	- 8 (biomasse) - 12 (abondance, composition)	Démarrage en 2007.	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent (cf. annexe 2).
Angiospermes	2	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Macro-algues (blooms)	2	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent (cf. annexe 2).
Macro-algues (intertidal)	2	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Macro-algues (subtidal)	1	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Invertébrés	6 (sites d'appui) 2 (autres sites)	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Physico-chimie				
Température Salinité turbidité	6	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie.		Tous.
Oxygène dissous	6	De juin à septembre en même temps que phytoplancton.	Démarrage en 2007.	Tous.
Nutriments	2 (OSPAR sans problème) 6 (autres)	4 (de novembre à février.)	Démarrage en 2008.	Tous.
Les 41 substances	align="center">1	- pour toutes substances : 12 (tous les mois) dans l'eau ;	Démarrage en 2008	Tous.
		- pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote.	Démarrage en 2008	25% des sites.
Substances OSPAR	6	Selon les lignes directrices OSPAR.	Démarrage en 2008 selon les nouvelles modalités	50% des sites.
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (non hydrophiles).	25% des sites.
Les pesticides	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (non hydrophiles).	25% des sites.
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion, Démarrage en 2009.	Tous.

Annexe 1 b
Localisation et fréquence de suivi du contrôle de surveillance
(eaux côtières de Méditerranée).

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année.	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phyto plancton	6 (1)	12 (biomasse, abondance, composition)	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008.	Tous.
Angiospermes	2	1	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	Tous.
Macro-algues	2	1	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	Tous.
Angiospermes	2	1	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	Tous.
Invertébrés	2	1	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	Tous.
Physico-chimie				
Température Salinité turbidité	6	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie.		Tous.
Oxygène dissous	6	De juin à septembre en même temps que phytoplancton.	Démarrage en 2008.	Tous.
Nutriments	2	12	Démarrage en 2008.	Tous.
Les 41 substances	1	- pour toutes substances : 12 (tous les mois) dans l'eau ;	Démarrage en 2008	Tous.
		- pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote.	Démarrage en 2008	25% des sites.
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (non hydrophiles).	25% des sites.
Les pesticides	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (non hydrophiles).	25% des sites.
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion, Démarrage en 2009.	Tous.

(1) La fréquence pourra être ré-étudiée en fonction des résultats des premières campagnes et des données issues des photos satellites.

Annexe 1 c
Localisation et fréquence de suivi du contrôle de surveillance
(eaux de transition de l'Atlantique, la Manche et la Mer du Nord).

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année.	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phyto plancton	6	- 8 (biomasse) - 12 (abondance, composition)	Démarrage en 2007. (1)	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent (cf. annexe 2).
Angiospermes	2	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Macro-algues (blooms)	2	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent (cf. annexe 2).
Macro-algues (intertidal)	2	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Macro-algues (subtidal)	1	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Invertébrés	2	1	Démarrage d'ici 2009.	Tous.
Ictyofaune	3	2	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	30 à 50% des sites.
Physico-chimie				
Température Salinité turbidité	6	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie.		Tous.
Oxygène dissous	6	De juin à septembre en même temps que phytoplancton.	Démarrage en 2007. (1)	Tous.
Nutriments	2 (OSPAR sans problème) 6 (autres)	4 (de novembre à février.)	Démarrage en 2007. (1)	Tous.
Les 41 substances	align="center">1	- pour toutes substances : 12 (tous les mois) dans l'eau ;	Démarrage en 2008	Tous.
		- pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote.	Démarrage en 2008	25% des sites.
Substances OSPAR	6	Selon les lignes directrices OSPAR	Démarrage en 2008 selon les nouvelles modalités	50% des sites, dont les grands estuaires (Seine, Loire et Gironde).
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (hydrophobes).	25% des sites.
Les pesticides	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (non hydrophiles).	25% des sites.
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion, Démarrage en 2009.	Tous.

(1) Le démarrage en 2007 concernera une partie des sites . Le suivi sur le reste des sites démarrera en 2008.

Annexe 1 d
Localisation et fréquence de suivi du contrôle de surveillance
(eaux de transition de Méditerranée).

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année.	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phyto Plancton (biomasse)	6 pour le bras du Rhône.	12	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008.	Type 12.
	6 pour les lagunes de qualité intermédiaire. 2 pour les lagunes de qualité très bonne ou très mauvaise.	3 (Tous les mois. De juin à août.)	Démarrage en 2007	Type 10.
Phyto Plancton (abondance, composition)	6 pour le bras du Rhône.	12	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008.	Type 12.
	6 pour les lagunes de qualité intermédiaire. 2 pour les lagunes de qualité très bonne ou très mauvaise.	12	Démarrage en 2007.	Type 10.
Macro-algues et angiospermes	2	1	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	Type 10.
Invertébrés	2	1	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	Tous.
Ichtyofaune	3	2	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2009.	30 à 50% des sites des types 10 et 12.

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année.	Calendrier	Sites concernés
Physico-chimie				
Température Salinité turbidité	6	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie.		Tous.
Oxygène dissous	6	3 (Tous les mois de juin à août.)	Démarrage en 2008.	Tous.
Nutriments	6 pour le bras du Rhône.	6	Démarrage en 2008.	Type 12.
Nutriments	6 pour les lagunes de qualité intermédiaire. 2 pour les lagunes de qualité très bonne ou très mauvaise.	3 (tous les mois. De juin à août.)	Démarrage en 2008.	Type 10.
Les 41 substances	1	- pour toutes substances : 12 (tous les mois) dans l'eau ;	Démarrage en 2008	Tous.
		- pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote.	Démarrage en 2008	25% des sites.
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (hydrophobes).	25% des sites.
Les pesticides	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Pré-campagne en 2006. Démarrage en 2008 (hydrophiles) et en 2009 (non hydrophiles).	25% des sites.
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion, Démarrage en 2009.	Tous.

Annexe 1 e
Localisation et fréquence de suivi du contrôle de surveillance
(eaux côtières de Martinique).

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année.	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phyto-Plancton	6	4 (Tous les trimestres.)	Démarrage en 2007.	Tous.
Macro-algues et angiospermes	2	1	Démarrage en 2007.	Tous.
Invertébrés (coraux)	2	1	Démarrage en 2007.	Tous.
Physico-chimie				
Physico-chimie (paramètres généraux) (1)	6	4 (Tous les trimestres.)	Démarrage en 2007	Tous.
Les 41 substances	align="center">1	- pour toutes substances : 12 (tous les mois) dans l'eau ;	Démarrage en 2008	Tous.
		- pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote.	Démarrage en 2008	25% des sites.
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Démarrage en 2008. (mêmes années que les eaux douces).	25% des sites.
Les pesticides	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Démarrage en 2008. (mêmes années que les eaux douces).	25% des sites.
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion.	Tous.

Annexe 1 f
Localisation et fréquence de suivi du contrôle de surveillance
(eaux de transition de Martinique).

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année.	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phyto-plancton				Non pertinent.
Macro-algues et angiospermes				Non pertinent.
Invertébrés (faune endogée du sédiment)	2	1	Démarrage en 2007.	Tous.
Poissons	1	1	Démarrage en 2010.	30 à 50% des sites.
Physico-chimie				
Physico-chimie (paramètres généraux) (1)	6	4 (Tous les trimestres.)	Démarrage en 2007	Tous.
Les 41 substances	align="center">1	- pour toutes substances : 12 (tous les mois) dans l'eau ;	Démarrage en 2008	Tous.
		- pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote.	Démarrage en 2008	25% des sites.
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Démarrage en 2008. (mêmes années que les eaux douces).	25% des sites.
Les pesticides	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Démarrage en 2008. (mêmes années que les eaux douces).	25% des sites.
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion.	Tous.

Annexe 1 g
Localisation et fréquence de suivi du contrôle de surveillance
(eaux côtières de la Réunion).

Éléments suivis	Fréquence du suivi par plan de gestion (nb d'années sur les 6 ans du plan).	Fréquence du suivi par année.	Calendrier	Sites concernés
Biologie				
Phyto-plancton (biomasse)	6	6	Démarrage en 2008.	Tous.
Phyto-plancton (abondance, composition)	6	3	Démarrage en 2008	
Macro-algues et angiospermes				Non pertinent. (macro-algues suivies avec invertébrés)
Invertébrés (coraux) et macro-algues	2	1	Démarrage en 2009.	Tous.
Physico-chimie				
Physico-chimie (paramètres généraux)	6	6	Démarrage en 2007	Tous.
Les 41 substances	1	- pour toutes substances : 12 (tous les mois) dans l'eau ; - pour les substances non hydrophiles : 1, dans le sédiment 1, dans le biote.	Pré-campagne en 2008.	Tous.
Les substances « pertinentes »	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Pré-campagne en 2008.	25% des sites.
Les pesticides	1	- 4 (tous les trois mois dans l'eau pour les substances hydrophiles.) - 1 (dans le sédiment ou le biote pour les substances non hydrophiles.)	Pré-campagne en 2008.	25% des sites.
Hydromorphologie				
Hydro-morphologie	1	1	A répartir sur le plan de gestion.	Tous.

Annexe 2

Prescriptions nationales à intégrer dans les cahiers des clauses techniques particulières (CCTP) pour le contrôle de surveillance pour les eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition).

1.	Préambule.....	2
2.	Définition du site de contrôle.....	2
3.	bancarisation des données et assurance qualité.....	2
4.	Description des données à collecter.....	2
4.1.	Eléments de qualité biologiques.....	2
4.1.1.	Phytoplancton.....	2
4.1.2.	Invertébrés benthiques de substrat meuble.....	3
4.1.3.	Angiospermes – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique.....	4
4.1.4.	Blooms de macro-algues opportunistes sur substrat meuble - Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique.....	4
4.1.5.	Macro-algues intertidales pérennes sur substrat dur – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique.....	4
4.1.6.	Macro-algues subtidales pérennes sur substrat dur – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique.....	5
4.1.7.	Macro-algues subtidales pérennes libres – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique.....	5
4.1.8.	Angiospermes – Eaux côtières de Méditerranée.....	5
4.1.9.	Macro-algues – Eaux côtières de Méditerranée.....	6
4.1.10.	Angiospermes et macro-algues - Eaux de transition de Méditerranée.....	6
4.1.11.	Ichtyofaune – Eaux de transition de Mer du Nord, Manche, Atlantique et Méditerranée.....	7
4.2.	Eléments de qualité physico-chimiques.....	7
4.2.1.	Paramètres généraux.....	7
4.2.1.1.	Transparence, température de l'eau, salinité.....	7
4.2.1.2.	Oxygène dissous.....	8
4.2.1.3.	Nutriments.....	8
4.2.2.	Substances prioritaires et autres substances.....	10
4.2.2.1.	Substances à suivre.....	10
4.2.2.2.	Paramètres normalisateurs.....	11
4.2.2.3.	Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons.....	11
4.3.	Eléments hydromorphologiques.....	11

1. PREAMBULE

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive-Cadre sur l'eau (DCE), le présent document définit le suivi à réaliser sur les sites du réseau de contrôle de surveillance des eaux côtières et des eaux de transition. Ce suivi comporte trois volets : biologie, physico-chimie et hydro-morphologie.

Chacun des éléments de qualité biologique, physico-chimique et hydro-morphologique est à prendre en compte dès lors qu'il est considéré pertinent pour le type considéré de masse d'eau.

2. DEFINITION DU SITE DE CONTROLE.

Un site de contrôle de surveillance correspond à l'ensemble des stations de mesure des éléments de qualité qui permettent de qualifier l'état d'une masse d'eau. Les stations de mesure d'un même site sont positionnées hors de l'influence directe des rejets, afin d'intégrer les pressions s'exerçant sur l'ensemble de la masse d'eau.

Le positionnement des stations de mesure pour chaque élément de qualité est défini au paragraphe 4 ci-dessous.

3. BANCARISATION DES DONNEES ET ASSURANCE QUALITE.

La banque de données QUADRIGE 2 hébergée par l'IFREMER contiendra toutes les données relatives aux éléments de qualité des eaux littorales, hormis pour l'ichtyofaune, gérée dans un banque de données spécifique par le CEMAGREF.

La bancarisation des données, assurée par les opérateurs, comprendra notamment :

- les données brutes (données quantitatives, listes taxonomiques) ;
- les méta-données ;

Les méta-données seront conformes au modèle défini par le SIEAU pour importation dans l'application WISE.

Il apparaît également indispensable de mettre en place une **assurance-qualité**. Elle sera mise en place par chaque opérateur et concernera :

- l'échantillonnage et la validation des données ;
- la bancarisation de ces données ;
- la formation des opérateurs ;
- l'inter-comparaison des données.

4. DESCRIPTION DES DONNEES A COLLECTER

4.1. ELEMENTS DE QUALITE BIOLOGIQUES

4.1.1. Phytoplancton

- **Paramètres mesurés :**

Les paramètres mesurés sont la biomasse (chlorophylle a), l'abondance (phytoplancton total) et la composition taxinomique.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 6, sauf dans certaines masses d'eau de transition méditerranéennes (voir annexe 1d).

Fréquence sur une année : cf. annexes 1a à 1g).

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes, sauf masses d'eau à forte turbidité, notamment les estuaires turbides macro-tidaux de la Manche et de l'Atlantique.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage :**

Nombre de stations de prélèvement : au moins 1 station par site. Une station peut être commune à deux ou plusieurs sites contigus, si elle a été jugée représentative de ces sites, sur la base de données existantes, ou de modélisations.

Localisation du prélèvement : le prélèvement est effectué en sub-surface (0-1m), et :

- pour les eaux côtières de Manche et Atlantique, en dehors de la zone d'estran, à pleine mer, plus ou moins deux heures ;
- pour les eaux côtières de Méditerranée, de préférence dans la matinée ou en milieu de journée ;
- pour les eaux de transition du type 10 (lagunes méditerranéennes), de préférence dans la matinée, à condition qu'il n'y ait pas de vent (>10m/s) pendant les deux jours précédents le prélèvement.

Mode de prélèvement : eau brute.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°1 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

- **Méthodes ou principes de traitement et d'analyse des échantillons :**

Mesure de la chlorophylle a par la méthode spectrophotométrique dite de Lorenzen, ou par la méthode fluorimétrique de Neveux (manuel Aminot et Kerouel 2004).

Mesure de la chlorophylle a par la méthode HPLC (décrite par Jeffrey et al.,1997).

Dans l'état d'avancement technologique, les mesures de chlorophylle a obtenues in situ à l'aide de capteurs de fluorescence sont des mesures semi-quantitatives qui ne peuvent pas être interprétées avec la même grille de lecture que les mesures réalisées au laboratoire avec les méthodes décrites ci-dessus.

Les résultats sont exprimés en microgramme par litre d'eau brute.

L'identification et le dénombrement des cellules phytoplanctoniques sont effectués sous microscope inversé, selon la méthode d'Uthermöhl. Les procédures sont décrites dans les documents de prescriptions du REPHY (Manuel d'observation du phytoplancton, document de prescriptions REPHY). L'identification se fait au plus précis, espèce ou genre si possible, sinon à un niveau taxonomique supérieur (famille, voire classe).

La mesure de l'abondance par cytométrie de flux qui permet d'assurer le comptage du picoplancton (taille<2-3µm) pourra être utilisée pour les masses d'eau de transition du type 10 (lagunes méditerranéennes), pour lesquelles deux métriques seront donc calculées (> ou < 3 µm).

Les résultats sont exprimés en nombre de cellules par litre d'eau brute.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°1 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.2. Invertébrés benthiques de substrat meuble

- **Paramètres mesurés :**

Les paramètres mesurés sont la composition spécifique, l'abondance spécifique, la biomasse spécifique.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2 sur tous les sites, 6 sur les sites d'appui.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Application de la norme NF EN ISO 16665.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°2 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.3. Angiospermes – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique

- **Paramètres mesurés :**

Composition taxonomique du peuplement, recouvrement et densité des angiospermes.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°3 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.4. Blooms de macro-algues opportunistes sur substrat meuble - Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique

- **Paramètres mesurés :**

Surface totale couverte par les algues opportunistes et % de surface d'estran couverte par les algues opportunistes.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an (fin de printemps – début d'été).

- **Types de masses d'eau concernées :**

Masses d'eau à estran sableux, soumises à une circulation résiduelle faible.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°4.1 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.5. Macro-algues intertidales pérennes sur substrat dur – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique

- **Paramètres mesurés :**

Composition taxonomique, % recouvrement algal global, % recouvrement des algues vertes, brunes, rouges, % recouvrement des taxas, profondeur des limites d'extension.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an (entre avril et octobre, de préférence entre juin et août).

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°4.2 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.6. Macro-algues subtidales pérennes sur substrat dur – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique

- **Paramètres mesurés :**

Composition taxonomique, % recouvrement algal global, % recouvrement des algues vertes, brunes, rouges, profondeur de la limite inférieure.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 1.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an (entre juin et août).

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Observations in situ, sur au moins 1 transect et 3 profondeurs.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°4.3 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.7. Macro-algues subtidales pérennes libres – Eaux côtières et de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique

- **Paramètres mesurés :**

Composition taxonomique, % de recouvrement algal, limites d'extension.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 1.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an (entre mi-mars et mi-avril).

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

L'échantillonnage porte sur des bancs d'algues non exploités.

Nombre et localisation des stations de prélèvement : au moins 3 zones algales dans la masse d'eau et au moins un transect par zone algale.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°4.4 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.8. Angiospermes – Eaux côtières de Méditerranée

- **Paramètres mesurés :**

Herbier de Posidonie : densité de faisceaux de feuilles, recouvrement de l'herbier sur le fond, type et profondeur de la limite inférieure ; proportion et croissance de rhizomes plagiotropes, surface foliaire, déchaussement.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Nombre de stations de prélèvement : au moins 1 transect fixe par masse d'eau.

Localisation du prélèvement : à -15 m et à la limite inférieure de l'herbier.

Mode de prélèvement :

Surface foliaire : prélèvement d'au moins 15 faisceaux orthotropes.

Autres paramètres : observations in situ en plongée.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°5 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.9. Macro-algues – Eaux côtières de Méditerranée

- **Paramètres mesurés :**

Longueur de côte occupée par différentes communautés selon une typologie définie.
Description morphologique de la côte.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Nombre et localisation des stations de prélèvement : relevés des zones rocheuses par tronçons de 50m.

Mode de prélèvement :

Observation directe in situ.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°6 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.10. Angiospermes et macro-algues - Eaux de transition de Méditerranée

- **Paramètres mesurés :**

Composition taxonomique, % recouvrement végétal global et % de recouvrement des espèces de référence.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2.

Fréquence sur une année : 1 campagne par an.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes les masses d'eau de type 10 (lagunes méditerranéennes).

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Nombre de stations de prélèvement : les stations sont réparties sur substrats meubles, selon un maillage régulier du plan d'eau.

Localisation du prélèvement : un rayon de 10 m autour de la station.

Mode de prélèvement :

Observations in situ et prélèvements sur quadrats.

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°7 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.1.11. Ichtyofaune – Eaux de transition de Mer du Nord, Manche, Atlantique et Méditerranée.

- **Paramètres mesurés :**

Composition spécifique, abondance spécifique (effectifs et poids totaux par espèce).

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 3.

Fréquence sur une année : 2 fois par an.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons :**

Pour les eaux de transition de Méditerranée : document CEMAGREF, 2006, « Inventaire poisson dans les eaux de transition. Protocole d'échantillonnage pour le district Rhône Méditerranée Corse »,.

Pour les eaux de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique : document CEMAGREF, 2006, « Inventaire poisson dans les eaux de transition. Protocole d'échantillonnage pour les districts de la façade Atlantique et Manche ».

4.2. ELEMENTS DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUES

4.2.1. Paramètres généraux

4.2.1.1. Transparence, température de l'eau, salinité

- **Paramètres mesurés :**

La transparence sera uniquement représentée par la turbidité (pas de matières en suspension ni de profondeur de Secchi)

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 6.

Fréquence sur une année : les mesures de température, salinité et turbidité sont effectuées simultanément aux prélèvements d'échantillons pour l'évaluation des éléments de qualité « phytoplancton » et « contaminants chimiques ». Elles sont aussi pratiquées conjointement aux prélèvements des nutriments et à la mesure de l'oxygène dissous.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage :**

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°8 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

- **Méthodes de prélèvement et d'analyses préconisées :**

Les méthodes de prélèvement devront être conformes aux préconisations de l'ouvrage *Hydrologie des écosystèmes marins - Paramètres et analyses*, d'Aminot et Kérouel (IFREMER, 2004).

Les mesures de température, salinité et turbidité seront effectuées de préférence in situ à l'aide de sondes. Des mesures de salinité et de turbidité peuvent être toutefois effectuées au laboratoire dans des délais acceptables.

Tableau 1. Exigences analytiques pour la température, la salinité et la turbidité :

Paramètre	Lieu analyse	Méthode d'analyse	Limite de quantification	Précision
Température	Site			+/- 0,1°C
Salinité	Site/laboratoire		0,5	+/- 0,1
Turbidité	Site/laboratoire	norme NF EN ISO 7027	0,3 FNU	+/- 5%

Les sondes doivent faire l'objet d'opérations rigoureuses de métrologie (contrôle, vérification, étalonnage). Les capteurs de turbidité doivent être conformes aux spécifications de la norme NF EN ISO 7027.

4.2.1.2. Oxygène dissous

- Paramètres mesurés :**

Oxygène dissous.

- Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 6.

Fréquence sur une année : les mesures d'oxygène sont effectuées simultanément aux mesures de la chlorophylle a, et, en métropole, en période estivale seulement.

- Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- Méthodes ou principes d'échantillonnage :**

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°8 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

- Méthodes de prélèvement et d'analyses préconisées :**

Les méthodes de prélèvement devront être conformes aux préconisations de Aminot et Kérouel (IFREMER, 2004).

Les mesures d'oxygène dissous sont effectuées de préférence in situ à l'aide de capteurs polarographiques ou de capteurs de luminescence. Des mesures d'oxygène dissous peuvent être toutefois effectuées au laboratoire selon la méthode chimique dite de Winkler (Aminot et Kérouel, IFREMER, 2004).

Tableau 2. Exigences analytiques pour l'oxygène dissous :

Paramètre	Lieu analyse	Méthode d'analyse	Limite de quantification	Précision
Oxygène dissous	Site	Capteurs polarographiques ou capteurs luminescence	0,5 mg/L	< 5 mg/L +/- 0,1 mg/L > 5 mg/L +/- 0,5 mg/L
	Laboratoire	méthode iodométrique (Aminot, 2004)		

Les oxymètres doivent faire l'objet d'opérations rigoureuses de métrologie (contrôle, vérification, étalonnage).

4.2.1.3. Nutriments

- Paramètres mesurés :**

Les analyses de nutriments (nitrate, nitrite, ammonium, orthosilicate, orthophosphate) induisent obligatoirement une mesure simultanée de la température et de la salinité.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 2 (zones OSPAR sans problème d'eutrophisation, eaux côtières de Méditerranée et lagunes de qualité très bonne ou très mauvaise) et 6 ailleurs.

Fréquence sur une année :

- dans les eaux côtières et de transition du littoral Mer du Nord, Manche, Atlantique : échantillonnage mensuel entre novembre et février ;
- dans les eaux côtières du littoral de Méditerranée : échantillonnage mensuel, durant toute l'année ;
- dans les eaux de transition de Méditerranée : échantillonnage mensuel selon un rythme adapté (cf. annexe 1d) ;
- hors métropole, rythme adapté (cf. annexes 1e à 1g).

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

- **Méthodes ou principes d'échantillonnage :**

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°8 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

- **Méthodes de prélèvement et d'analyses préconisées :**

Les méthodes de prélèvement devront être conformes aux préconisations de Aminot et Kérouel (IFREMER, 2004).

Tableau 3. Exigences analytiques pour les nutriments :

Paramètre	Lieu d'analyse	Méthode d'analyse	Limite de quantification	Précision
Azote ammoniacal	Laboratoire	Méthode manuelle	0,3 µmol/L	< 2 µmol/L +/- 0,1 µmol/L > 2 µmol/L +/- 5%
Nitrate	Laboratoire	(Aminot, 2004) ou	2 µmol/L	< 5 µmol/L +/- 0,2 µmol/L > 5 µmol/L +/- 5%
Nitrite	Laboratoire	automatique (Aminot en prép)	0,5 µmol/L	< 1 µmol/L +/- 0,05 µmol/L > 1 µmol/L +/- 5%
Orthophosphate	Laboratoire		0,5 µmol/L	< 1 µmol/L +/- 0,05 µmol/L > 1 µmol/L +/- 5%
Orthosilicate	Laboratoire		2 µmol/L	< 5 µmol/L +/- 0,2 µmol/L > 5 µmol/L +/- 5%

4.2.2. Substances prioritaires et autres substances.

4.2.2.1. Substances à suivre

Les substances à suivre au titre du contrôle de surveillance sont :

- **les 33 substances prioritaires de l'annexe X de la DCE et les 8 substances de l'annexe IX de la DCE, soit 41 substances (voir tableau de l'annexe 3)**

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Toutes ces substances sont à suivre une fois par mois dans l'eau, un an sur six.

En outre, les substances non hydrophiles (Log Kow > 3) sont surveillées dans le sédiment et dans le biote, un an sur six. En ce qui concerne le sédiment, l'obligation de suivi est évidemment conditionnée à la présence effective de sédiment adéquat, notamment du point de vue granulométrique, sur le site concerné.

- **Sites de contrôle concernés :**

Tous les sites du contrôle de surveillance pour le suivi dans l'eau.

25% pour le suivi dans le sédiment et dans le biote – sauf pour les substances dites « OSPAR » qui sont suivies sur la Mer du Nord, la Manche et l'Atlantique sur 50% des sites du contrôle de surveillance.

- **Les substances « OSPAR » (voir tableau 1 de l'annexe 4)**

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Conformément aux lignes directrices d'OSPAR.

- **Sites de contrôle concernés :**

50 % des sites de contrôle de surveillance de la Mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique dont les grands estuaires (Seine, Loire et Gironde).

Dans le cas particulier du suivi Imposex du TBT, on conservera les 19 sites de suivi actuels (8 sites et 11 stations intermédiaires).

- **Les substances « pertinentes » de l'arrêté du 30 juin 2005 modifié non incluses dans les 41 substances citées ci-dessus (voir tableau 2 de l'annexe 4)**

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

- Substances hydrophiles (Log Kow < 3) : un contrôle tous les 4 mois dans l'eau, un an sur six ;
- Métaux et substances non hydrophiles (Log Kow > 3) : un contrôle un an sur six dans le sédiment ou le biote.

- **Sites de contrôle concernés :**

25 % des sites de contrôle de surveillance (les mêmes que les sites choisis pour le suivi des substances non hydrophiles de la liste des 41 substances) – sauf pour les substances dites « OSPAR » qui sont suivies sur la Mer du Nord, la Manche et l'Atlantique sur 50% des sites du contrôle de surveillance..

- **Les pesticides figurant au tableau 3 de l'annexe 4**

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

- Substances hydrophiles (Log Kow < 3) : un contrôle tous les 4 mois dans l'eau, un an sur six ;
- Substances non hydrophiles (Log Kow > 3) : un contrôle un an sur six dans le sédiment ou le biote.

•Sites de contrôle concernés :

25 % des sites de contrôle de surveillance (les mêmes que les sites choisis pour le suivi des substances non hydrophiles de la liste des 41 substances).

En fonction de l'état de l'art, les méthodes de suivi pourront à terme être complétées par des modèles de bioaccumulation pour traduire la contamination observée dans la moule en contamination équivalente dans l'eau.

Des capteurs passifs pourront être employés en complément ou en remplacement des matrices eau, sédiment et biote.

4.2.2.2. Paramètres normalisateurs

Quand les matrices intégratrices (biote, sédiment) sont utilisées, il conviendra de mesurer les paramètres « normalisateurs » ci-après, indispensables à l'exploitation des résultats.

Tableau 4. paramètres « normalisateurs » à mesurer pour l'interprétation

Support d'analyse	Paramètres
Biote	Taille de l'individu (ou taille moyenne du lot) Ecart-type sur la taille moyenne du lot Indice de condition Pourcentage de matière sèche
Sédiment	Carbonates Carbone organique Granulométrie Aluminium Teneur en eau Densité

4.2.2.3. Méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse des échantillons

Les procédures applicables sont décrites dans la fiche technique n°9 du document IFREMER « Stratégies d'échantillonnage et protocoles pour la surveillance du milieu marin », en cours de validation.

4.3. ELEMENTS HYDROMORPHOLOGIQUES

La DCE ne demandant pas l'évaluation d'un état hydromorphologique, la nature des éléments à collecter revêt un intérêt différent. Il s'agit d'identifier les modifications des descripteurs permettant de savoir si les conditions hydromorphologiques sont très différentes ou non de la situation d'équilibre du type de masse d'eau considéré.

Il est nécessaire de mettre au point un outil « physique » permettant de caler les diagnostics servant à l'interprétation des données biologiques. Ainsi, si l'état écologique n'est pas bon, cet outil permettra de savoir s'il faut attribuer cette dégradation à l'altération de l'hydromorphologie ou à celle de l'état des eaux ou aux deux.

Par ailleurs cet outil physique doit aussi permettre d'évaluer l'évolution à long terme des côtes, notamment par suite du changement climatique.

L'outil physique devra être affiné pendant l'année 2007, ce qui ne devrait pas gêner la collecte de données pour le contrôle de surveillance, l'hydromorphologie ne devant être investiguée qu'une fois par plan de gestion.

- **Paramètres mesurés :**

Conditions morphologiques.
Régime des marées.

- **Fréquence d'analyse et période de prélèvement :**

Fréquence par plan de gestion : 1.
Fréquence sur une année : 1 campagne par an.

- **Types de masses d'eau concernées :**

Toutes.

Annexe 9 : Bibliographie des données existantes relatives aux paramètres du milieu et au macrobenthos en Artois-Picardie

Synthèse bibliographique issue de l'état des lieux pour la Directive Cadre sur l'Eau disponible sur le site internet de l'agence de l'eau (<http://www.eau-artois-picardie.fr/>)

BIBLIOGRAPHIE

La plupart des données de l'état des lieux sont issues de banques de données. Néanmoins, pour certaines parties (notamment « eaux côtières et de transition), les informations ont été recherchées dans la bibliographie.

TEXTES DE L'ETAT DES LIEUX

1.2.2.3 - L'aquifère des sables landéniens (d'après N. CRAMPON, J. MANIA, J.Y. CAOUS – Colloque centenaire du musée Gosselet – 2002)

Collectif, 2002. La qualité des eaux du littoral de la Somme. Les réseaux de surveillance - bilan 1996-2001. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Conseil Général de la Somme, DDASS – 80, GEMEL Picardie, Ifremer, MISE Somme, octobre 2002, 10 pp.

BERTHO, M.L., DEBOUDT, K., FLAMENT, P., PUSKARIC, E. (1998). The lead content of atmospheric aerosols above the eastern channel: seasonal variability and solubility in a coastal seawater. *Hydrobiologia*, 373/374: 317-332.

DEBOUDT, K., FLAMENT, P., WEIS, D., MENNESSIER, J.P., MAQUINGHEN, P. (1999). Assessment of pollution aerosols sources above the Straits of Dover using lead isotope geochemistry. *The science of the total Environment*, 236: 57-74.

FLAMENT, P., BERTHO, M.L., DEBOUDT, K., VERON, A., PUSKARIC, E. (2002). European isotopic signatures for lead in atmospheric aerosols: a source apportionment based upon 206Pb/207Pb ratios. *The Science of the Total Environment*, 296: 35-57.

VERON, A., FLAMENT, P., BERTHO, M.L., ALLEMAN, L., FLEGAL, R., HAMELIN, B. (1999). Isotopic evidence of pollutant lead sources in Northwestern France. *Atmospheric Environment*, 33: 3377-3388.

2.2.2.2 - rejets

L'industrie au regard de l'environnement en 2001 : p.28-29.

3.4.1.4 - Phytoplancton

Bi Eau, 1995. Les peuplements phytoplanctoniques du bassin Artois-Picardie : vers une caractérisation du niveau trophique des eaux. Rapport d'étude Bi-Eau, juin 1995, AEAP, 71 pp. + annexes

Aquascop, 1997. Phytoplancton des cours d'eau du bassin Artois-Picardie : campagne 1996. Tome 4 : diagnostic, Rapport d'étude Aquascop Angers, AEAP, 72pp. + annexes

AMBE, 1994. Evolution spatio-temporelle des communautés phytoplanctoniques de la Scarpe canalisée entre Râches et Marchiennes – campagnes 1992-1993. Rapport d'étude AMBE, AEAP, décembre 1994, Douai, 33 pp.

Peres-Weerts F., 2000. Mise en évidence des effets toxiques des métaux lourds sur les diatomées par l'étude des formes tératogènes.

Peres 2001. Etude du phytoplancton de la Scarpe à l'aval de d'Arras. Rapport d'étude pour AEAP, AEAP, février 2001, 21 pp. + annexes

Autréaux-Noppe, K., 2000a. Contribution méthodologique à la mise en place d'un réseau de surveillance des peuplements phytoplanctoniques des eaux courantes. Thèse de doctorat de l'UST Lille, U.F.R. de biologie, Villeneuve d'Ascq, Université des Sciences et Technologies de Lille: 147 + annexes.

Autréaux-Noppe, K., 2000b. Contribution méthodologique à la mise en place d'un réseau de surveillance des peuplements phytoplanctoniques des eaux courantes. Rapport de synthèse, Adrinord, convention AEAP 95L66, Douai, 34 pp.

Noppe K., Prygiel 1999. Phytoplankton as an eutrophication indicator for the main watercourses of the Artois-Picardie water basin (France). In "Use of Algae for Monitoring Rivers III", J. Prygiel, B. A. Whitton and J. Bukowska (eds), Douai: 194-205.

3.4.1.4 - Macrophytes

Afnor, 2003. Détermination de l'Indice Biologique Macrophytique en rivière (IBMR), NF T 90 395, La Plaine St Denis, Octobre 2003

AMBE, 2002. Evaluation de la qualité écologique de l'Aa à l'aide de la flore et des phytocoénoses. Rapport d'étude AMBE/AEAP, juin 2002, AEAP, 42 pp.

AMBE, 1997. Relevés macrophytiques sur 34 stations des rivières Aa et Lys en vue u calcul des indices macrophytiques GIS. AMBE/AEAP, décembre 1997, AEAP, 90 pp.

AMBE, 2001. Test de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR) sur le bassin Artois-Picardie. Campagnes de prospection durant l'été 2001. AMBE/AEAP, novembre 2001, AEAP, Douai, 110 pp. + annexes

AMBE, 2003. Inventaire des phytocoénoses aquatiques et subaquatiques des plans d'eau et rivières du département du Nord, T2 : rivières. Rapport d'étude AMBE/AEAP, décembre 2003, AEAP, Douai, 122 pp.

3.4.1.5.1 - Etang du Vignoble

Agence de l'eau Artois-Picardie, 1991. Etang du Vignoble. Etude préalable aux travaux de curage. AEAP/MEM, mars 1991, Douai, 31 pp + annexes

Pollaert J., Maes A., 1992. Characterization of sludge from the lake of Valenciennes. Lab. De chimie des colloïdes de l'Université Catholique de Louvain, AEAP, décembre 1992, 9 pp + annexes.

PARTIE EAUX COTIERES ET DE TRANSITION DE L'ETAT DES LIEUX

Agence de l'Eau Artois-Picardie [AEAP], 2000

Qualité des eaux du littoral : objectifs atteints ? Actes du Colloque de Wimille, 7 décembre 2001

Amara R., Paul C., 2002

Seasonal patterns in the fish and epibenthic crustaceans community of an intertidal zone with particular reference to the population dynamics of plaice and brown shrimp. Estuarine Coastal and shelf Science

Amara R., Cornille V. 2003

Mise à jour de l'inventaire des poissons du littoral Nord-Pas-de-Calais. Revue des Travaux de la Station Marine de Wimereux, 25.

Augris C., Clabaut P., Tessier B. et Carré D., 1995

Le domaine marin côtier du Nord-Pas-de-Calais, carte des formations superficielles. Carte in "Le domaine marin du Nord-Pas-de-Calais, Nature, morphologie et mobilité des fonds", rapport IFREMER et Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais

Bachelet G., Castel J., Desprez M., Marchand J., 1997

Biocénoses des milieux estuariens, in Dauvin J.C. et al, 1997, pp. 130 et suivantes

Baudet K., 1999

Synthèse des travaux réalisés sur l'écotoxicologie des sédiments des ports régionaux (Boulogne-sur-Mer, Calais et Dunkerque) avec référence particulière aux macroinvertébrés

benthiques, indicateurs de la qualité du milieu (annexes). Mémoire de Diplôme Supérieur de Recherche, de l'Université des Sciences et Technologies de Lille I, septembre 1999

Borja A., Franco J., Pérez V., 2000

A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within european estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin

Braud S., Denis L., Desroy N., Dewarumez J.M., Randriambao K., 2002

Etude des peuplements benthiques subtidaux du port de Calais. Rapport pour la société UMICORE

BRGM, 1997

Les sédiments superficiels de la Manche, 1/500 000. BRGM Editeur, Orléans

Briquet A., 1930

Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Armand Colin, Paris

Brunet C., 1994

Analyse des pigments photosynthétiques par HPLC : communautés phytoplanctoniques et productivité primaire en Manche orientale. Thèse de doctorat de l'Université Paris VI en Océanologie Biologique, 21 janvier 1994

Cabioch L., Glaçon R., 1975

Distribution des peuplements benthiques en Manche Orientale, de la Baie de la Somme au Pas-de-Calais, cité dans Dauvin et Dewarumez, 2000

Carpentier P., Dewarumez J.M., Leprêtre A., 1996

Long-term variability of the *Abra alba* community in the southern bight of the North Sea. *Oceanologica Acta*, 1997, 20, 1, 283-290

Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., Gentil F., Davoult D., Dewarumez J.M., 1997

Macrobenthos des substrats durs intertidaux et subtidaux, in Dauvin J.C. et al, 1997, pp. 83-95

Cathelain M., 2000

15 ans d'efforts collectifs pour la qualité des eaux de baignade du littoral, in AEAP, 2000, pp. 99-111

Clabaut P., Davoult D., 1989

Interaction biocoenose benthique-sédiment en milieu infra-tidal à haute énergie. Exemple de la Baie de Wissant (Manche orientale). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 308, Série II, p. 1349-1356, 1989

Coppejans E., Kling R., 1995

Flore algologique des côtes du nord de la France et de la Belgique. Leuven : Jardin Botanique National de Belgique, Meise

Cottonne G., Koubbi P., 2003

Rapport à mi-parcours sur le suivi à long terme de l'impact des dragages d'entretien du Port Est de Dunkerque sur les zones de vidages Est et Milieu par analyses numériques et système d'information géographique. Rapport provisoire, Université du Littoral Côte d'Opale

Courcot-Deram L., 1995

Impact d'un rejet anthropique dans la zone méridionale de la Mer du Nord. Thèse de doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, 5 juillet 1995

Dauvin J.C., Dewarumez J.M., Elkaim B., Bernardo D., Fromentin J.M., Ibanez F., 1993

Cinétique à *Abra alba* (mollusque bivalve) de 1977 à 1991 en Manche - Mer du Nord, relation avec les facteurs climatiques. *Oceanologica Acta*, 1993, 16, 4, 413-422

Dauvin J.C., 1997

Evolution à long terme des peuplements de sédiments fins sablo-vaseux de la Manche et de la mer du Nord. *Océanis*, 23, 1, 1997, p. 113-144

Dauvin J.C. et al, 1997

Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord ; Synthèse, menaces et perspectives. Institut d'Ecologie et de Gestion de la Biodiversité, Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie, Service du Patrimoine Naturel. Editions du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 1997

Dauvin J.C., Delattre S., 2000

Synthèse bibliographique géoréférencée " Milieu vivant du domaine marin de la région Nord - Pas de Calais". Rapport Espace Naturel Régional, Environnement Littoral et Marin

Dauvin J.C., Dewarumez J.M., 2000

Patrimoine naturel de la Manche orientale et du sud de la Mer du Nord : invertébrés benthiques et peuplements sublittoraux, in AEAP, 2000, pp. 9-27

Dauvin J.C. et al, 2002

Gestion intégrée des zones côtières : outils et perspectives pour la préservation du patrimoine naturel. Editions du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 2002

Davault D., Dewarumez J.M., Prygiel J., Richard A., 1988

Carte des peuplements benthiques de la partie française de la mer du Nord. Station Marine de Wimereux, IFREMER et Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais

Davault D., Dewarumez J.M., 2000

L'utilisation des organismes benthiques pour l'évaluation de la qualité du milieu marin, in AEAP, 2000, pp. 57-66

DDASS, 1999 [AEAP 1999]

Données sanitaires sur la qualité des eaux de baignades

DDASS, 2000 [AEAP 2000]

Données sanitaires sur la qualité des eaux de baignades

DDASS, 2002 [AEAP 2002]

Données sanitaires sur la qualité des eaux de baignades

De Roton, Duhamel, Lacouture, Talleux, 1998

Approche des relations entre les nourriceries et les ressources pêchables. Recherche de facteurs explicatifs de l'évolution des débarquements de crevettes grises (*Crangon crangon*) en Manche - Mer du Nord. Dynamique d'une population de crevettes grises et juvéniles de plies (*Pleuronectes platessa*) en Manche orientale: l'exemple de la Baie de Somme. Rapport pour le Conseil Régional de Picardie, décembre 1998

Desprez M., 1994

Ecosystème Baie de Somme: Distribution des peuplements benthiques et ichtyologiques de l'espace intertidal et de ses abords. Première partie : peuplements benthiques. Rapport GEMEL pour le Conseil Régional de Picardie, mars 1994

Desprez M., 1995

Etude sur le fonctionnement et la productivité biologique de l'écosystème Baie de Somme: Le benthos, maillon indicateur de l'évolution sédimentaire et topographique de l'écosystème Baie de Somme. Rapport pour le Conseil Régional de Picardie, août 1995

Desprez, Duhamel, Fiore, Talleux, Minet, 1998

Recherche d'un gisement subtidal de coques (*Cerastoderma edule*) et première évaluation des peuplements benthiques littoraux au large de la Baie de Somme. Rapport pour le Comité Local des Pêches Maritimes et des Cultures Marines de Boulogne-sur-Mer, septembre 1998

Desroy N., Dewarumez J.M., 2001

Comptage de la macrofaune benthique dans la rade de Boulogne-sur-Mer. Rapport pour le SMBC, juin 2001

Desroy N., Warembourg C., Dewarumez J.M., Dauvin J.C., 2002

Macro benthic resources of the shallow soft-bottom sediments in the eastern English Channel and southern North Sea. ICES Journal of Marine Science, 60, 120-131, 2002

Dewarumez J.M., Quisthoudt C., Richard A., 1986

Suivi pluriannuel du peuplement à *Abra alba* dans la partie méridionale de la Mer du Nord (région de Dunkerque - France). Hydrobiologia, 142, 187-197, 1986

Dewarumez J.M., Davoult D., San Vicente Anorve L.E., Frontier S., 1992

Is the 'muddy heterogeneous sediment assemblage' an ecotone between the pebbles community and the *Abra alba* community in the Southern bight of the North Sea? Netherlands

Journal of Sea Research, 30, 229-238, 1992

Dewarumez J.M., Davoult D., 1997

Les biocénoses subtidales macrobenthiques en Manche orientale et Mer du Nord, in Dauvin J.C. et al, 1997, pp. 79-82

Dewarumez J.M., Deboudt P., Desroy N., Meur-Férec C., 2002

Patrimoine, particularités et richesse patrimoniale de la Côte d'Opale, in Dauvin J.C. 1997, pp. 215-225

Dhainaut-Courtois N., 2000

Réponses de la biodiversité marine aux contraintes de l'environnement - Evaluation, par utilisation conjointe de scores de risque et d'indices biotiques, de la qualité des sédiments portuaires et des risques liés à leur immersion en mer. Rapport de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, juin 2000

Dhainaut-Courtois N., Pruvot C., Empis A., Baudet K., 2000

Les peuplements macrozoobenthiques, indicateurs des qualités physico-chimiques et chimiques des sédiments portuaires - Exemple du port de Boulogne-sur-Mer (Manche). Bull. Soc. Zool. Fr., 2000, 125(1) : 49-62

Duhamel S., 1994

Ecosystème Baie de Somme: Distribution des peuplements benthiques et ichthyologiques de l'espace intertidal et de ses abords. Deuxième partie : Ichtyofaune et crustacés supra-benthiques. Rapport GEMEL pour le Conseil Régional de Picardie, mars 1994

EDF, 1995

Synthèse des études hydrobiologiques menées sur la centrale nucléaire de Gravelines de 1974 à 1993. Rapport EDF DE-IDE/JSE n°94-620, indice B, 43p.

ENR/EDF/LNHE, 2001

Schéma de conservation et de gestion du trait de côte sur le littoral de la Côte d'Opale - Modélisation hydro-sédimentaire à l'échelle régionale

ENVIRONNEMENT NATUREL REGIONAL, 1987

Aménagement de la réserve naturelle de la Canche, Communes d'Etaples, Camiers, Lefaux, département du Pas-de-Calais. Rapport pour le conseil Régional Nord-Pas-de-Calais

ENVIRONNEMENT NATUREL REGIONAL/ENVIRONNEMENT LITTORAL ET MARIN, 2003

Plan Littoral d'Actions pour la Gestion de l'Erosion côtière.

Fromentin J.M., Ibanez F., 1994

Year to year changes in meteorological features of the French coast area during the last half-century. Examples of two biological responses. Oceanologica Acta, 1994, 17, 285-296

Fromentin J.M., Ibanez F., Dauvin J.C., Dewarumez J.M., Elkaim B., 1997

Long-term changes of four macro benthic assemblages from 1978 to 1992. *J. mar. Biol. Ass U. K.*, 1997, 77, 287-310

Géhu J.M., Caron B., Bon M., 1975

Données sur la végétation des prés-salés de la baie de Somme. Colloques phytosociologiques, la végétation des vases salées, Lille, 1975, Vol. IV : 197-225

GEMEL, 2002

Inventaire bibliographique sur les écosystèmes côtiers et estuariens du littoral picard

Gentilhomme V., Lizon F., 1998

Seasonal cycle of nitrogen and phytoplankton biomass in a well-mixed coastal system (Eastern English Channel). *Hydrobiologia*, 361, 191-199, 1998

Gentilhomme V., Lizon F., Schapira M., 2002

Etude de l'écosystème pélagique du port de Calais. Rapport pour la société UMICORE

Gévaert F., 2001

Importance des facteurs de l'environnement et du phénomène de photoinhibition sur la production des grandes algues marines. Thèse de doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, UPRES-A-CNRS 8013 ELICO, Ecosystèmes Littoraux et Côtiers, 18 décembre 2001

Gévaert F., 2002

Etude des peuplements de macroalgues du port de Calais. Rapport pour la société UMICORE

Ghertsos K., Luczak C., Dewarumez J.M., Dauvin J.C., 2000

Influence of spatial scales of observation on temporal change in diversity and trophic structure of fine-sand communities from English Channel and the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 1481-1487, 2000

Glaçon R., 1977

Faune et flore du littoral du Pas-de-Calais et de la Manche orientale. Documentation de la Station Marine de Wimereux, 51 pp.

Glémarec M., Hily C., 1981

Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la Baie de Concarneau par les effluents marins et portuaires. *Acta Oecol., Oecol Applic.*, 2, pp. 139-150

Glémarec M., Hily C., 1997

Variabilité naturelle et perturbations anthropiques des écosystèmes sédimentaires. De la tolérance à l'opportunisme. In Dauvin, 1997, pp. 273-281

Grall J., Glémarec M., 1997

Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. In : 25th Annual Symposium of the Estuarine and Coastal Sciences Association, Dublin, Sept. 1997, Est. Coastal and Shelf Science, 44 (supplement A), 11 p.

Hily C., Le Bris H., Glémarec M., 1986

Impacts biologiques des émissaires urbains sur les écosystèmes benthiques. Océanis, 12, 6, pp. 419-426

Hitier B. et Pierru S., 1993

Métaux lourds et communautés animales benthiques dans le port de Calais. Mémoire de stage de DESS "Gestion des ressources naturelles renouvelables et amélioration de la qualité de vie" de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, avril-juin 1993

IFREMER, 1986

Le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais, qualité du milieu marin. Rapport IFREMER 3-1986, IFREMER et Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais

IFREMER, 1989

Le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais, apports à la mer. Rapport IFREMER 15-1989, IFREMER et Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais

IFREMER, 1998

Campagne RNO sédiment, 14 juin au 6 juillet 1998. Données non publiées.

IFREMER, 2001

Bulletin qualité de l'eau 2001. Rapport IFREMER, juin 2001

IFREMER, 2002a

La qualité des eaux du littoral de la Somme - Les réseaux de surveillance - Bilan 1996-2001. Rapport IFREMER, DDASS 80, AEAP, MISE 80, GEMEL, Conseil Général de la Somme

IFREMER, 2002b

Mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau. Propositions IFREMER pour une typologie des eaux côtières et de transition. Rapport IFREMER DEL/AO pour le MEDD, nov. 2002

IFREMER, 2002c

Bulletin qualité de l'eau 2002. Rapport IFREMER, juin 2002

IFREMER, 2002d

OSPAR CONVENTION FOR THE PROTECTION OF THE MARINE ENVIRONMENT OF THE NORTH-EAST ATLANTIC. Application of the Comprehensive Procedure in

France. Communication IFREMER lors de la réunion du Groupe Eutrophisation, au Secrétariat OSPAR à Londres, 8-11 octobre 2002

IFREMER, 2003a

Bulletin qualité de l'eau 2003. Rapport IFREMER, juin 2003

IFREMER, 2003b

Données RNO. Rapport IFREMER

Latteux, 2000

Synthèse relative au littoral haut-normand et picard: Milieu physique. Rapport pour la Préfecture de la Région Picardie et la DDE de la Somme

LCHF et LNH, 1986

Catalogue Sédimentologique des Côtes Françaises. Eyrolles

Lefebvre A., Fournier A., 2002

Suivi Régional des nutriments sur le littoral Nord Pas de Calais Picardie. Bilan de l'année 2001. Rapport Ifremer DEL/BL/TMR/02/05, 89 pages

Lefebvre A., 2004

Seasonal trends of the Phaeocystis sp. and nutrients dynamics in the eastern English Channel. Actes de colloque de la 5ème Conférence Internationale de Limnologie et d'Océanographie, 9-12 septembre 2002 - Paris. Journal de Recherche Océanographique, sous-presse.

Lehoërff G., Delesmont R., Dewarumez J.-M., Hitier B., Lefebvre A., Luczak C., Woehrling D., 1998

Site de Gravelines - Surveillance écologique et halieutique (novembre 1996 – octobre 1997). Rapport IFREMER DEL/EC 98.03/BREST pour EDF, avril 1998, 123 p.

Lehoërff G., Delesmont R., Dewarumez J.-M., Hitier B., Lefebvre A., Luczak C., Woehrling D., 2001

Site de Gravelines - Surveillance écologique et halieutique (novembre 1990 – octobre 2000). Rapport IFREMER DEL/EC 01.05/BREST pour EDF, mars 2001, 160 p.

Loquet, Desprez, Talleux, Dobroniak, 1999

Comparaison des couvertures sédimentaires d'avril 1994 et de septembre 1998 réalisées dans la zone intertidale de l'estuaire de l'Authie.

Loquet, Desprez, Talleux, Ferté, 2000

Réserve naturelle de la Baie de Somme: suivi biosédimentaire de 2 radiales pilotes. GEMEL

Loquet N., 2001

Dynamique des échanges et modélisation de la production primaire dans un écosystème côtier macrotidal en Manche Orientale/Baie de Somme. Thèse de doctorat, Université de

Paris VI, juillet 2001

Luczak C., Dewarumez J.M., Essink K., 1993

First record of the American Jack Knife Clam *Ensis directus* on the French coast of the North Sea, cité dans Dauvin et Dewarumez, 2000

Luczak C., 1999

Les changements à long terme de la diversité spécifique dans les séries macrobenthiques subtidales : quelle interprétation ? Exemple du site de Gravelines (baie sud de la mer du Nord). *Océanis*, 25, 3, 1999, p. 377-393

McLusky, Briche, Desprez, Duhamel, Rybarczyk, Elkaïm, 1994

The benthic production of the Baie de Somme, France. *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters*, 28 EMBS Symposium

Morel M., 2000

Bilan de la surveillance de l'environnement sur la façade Manche orientale, in AEAP, 2000, pp. 67-75

OSPAR, 1998

Stratégie OSPAR de lutte contre l'eutrophisation. Compte-rendu OSPAR 98/14/1-F, annexe 36 de la réunion ministérielle de la Commission OSPAR, Sintra, 22-23 juillet 1998

Paul C., 2000

Caractérisation et dynamique des peuplements benthodémersaux d'une nurserie : la baie de Canche. Mémoire de DESS Ecosystèmes Méditerranéens Littoraux, Université de Corse, septembre 2000

Pearson T.H., Rosenberg R., 1978

Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann.*, 16, pp. 229-311

Port Autonome de Dunkerque, 1999 [PAD/AE 1999]

Surveillance des plans d'eau de surface - Récapitulatif année 1999

Pruvot C., 1999

Contribution à l'évaluation de l'impact des dragages et des immersions sur les communautés macrozoobenthiques du port de Dunkerque et de ses zones de vidage. Thèse de doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, 27 septembre 1999

Prygiel J., 1987

Etude du peuplement à *Ophelia borealis* et de l'annélide *Nephtys cirrosa* en Manche orientale et en Mer du Nord occidentale. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, Université de Lille Flandre Artois, Station Marine de Wimereux

Prygiel J., Davoult D., Dewarumez J.M., Glaçon R., Richard A., 1988

Description et richesse des peuplements benthiques de la partie française de la Mer du Nord. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 306, Série III, p. 5-10, 1988

Prygiel J., Caby B., Carpentier P., Leprêtre A., 2000

Evaluation des flux en nutriments, matières en suspension et matières organiques, au littoral du bassin Artois-Picardie pour la période 1998-2000, in AEAP, 2000, pp. 47-56

Romont R., 1996

Caractérisation multiparamétrique de la qualité des sédiments et description des communautés macrozoobenthiques associées des ports de Dunkerque Ouest et Boulogne-sur-Mer et des estuaires de l'Aa et de la Canche (Région Nord/Pas-de-Calais, France). Thèse de doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, septembre 1996

San Vicente L., 1995

Détermination des structures benthiques en Manche Orientale au moyen de méthodes d'Analyse multivariable et de Techniques d'interpolation. cité dans Dauvin et Dewarumez, 2000

SHOM

Cartes Marines

Zones C5 et T

Numéro de carte	Nom	Année
3800	La baie de Somme et ses abords	1878
5107	De Saint Valéry en Caux au Cap Gris Nez	1902
7083	Les abords de Dieppe et du Tréport	1936-1937

Zones C4, FMBOUL, C3

Numéro de carte	Nom	Année
4862	De Gravelines à la Canche	1896
5107	De Saint Valéry en Caux au Cap Gris Nez	1902
5525	De Boulogne-sur-Mer à Wissant	1835 (révisée 1934)
7323	De Boulogne-sur-Mer à Calais	1974 – 1988

Zones C2, C1B, ACAL

Numéro de carte	Nom	Année
4862	De Gravelines à la Canche	1896
7323	De Boulogne-sur-Mer à Calais	1974 – 1988
6651	De Calais à Dunkerque	1981 – 1986, zone h

Zones ADK, C1A

Numéro de carte	Nom	Année
5513	De Gravelines à la frontière	1910 - 1911
6651	De Calais à Dunkerque	1981 – 1986 (zone h, Dunkerque) 1962 – 1979 (zone d, Ouest Dunkerque)

SHOM, 1988

Atlas des courants du Pas-de-Calais. Ouvrage 557-UJA

SHOM, 1999

Instructions Nautiques de la Frontière Belge aux Casquets

SMBC, 2002

Données REPOM

SMBC/DDASS, 2002

Suivi des plages 1998-2002

SMBC/Réseau Estuaires, 2002

Résultats du suivi 1997-2002

SM Nord, 2002

Données REPOM 1999-2002

SM Nord/DDASS, 2003

Suivi des plages 1999-2003

SOGREAH, 1997

Etude sédimentologique sur modèle réduit de la Baie de Somme. Rapport pour le Conseil Général de la Somme

STUCKY, 2000

Synthèse relative au littoral haut-normand et picard: Patrimoine et milieux naturels. Rapport pour la Préfecture de la Région Picardie et la DDE de la Somme

STUCKY, 2002a

Etude d'impact sur la préservation du caractère maritime de la baie de Somme et de son patrimoine environnemental: Rapport général. Rapport pour le Conseil Général de la Somme, la DDE de la Somme et le Service Maritime et Navigation

STUCKY, 2002b

Etude d'impact sur la préservation du caractère maritime de la baie de Somme et de son patrimoine environnemental: Etat et dynamique des mollières. Rapport pour le Conseil Général de la Somme, la DDE de la Somme et le Service Maritime et Navigation

Ten Haaf en Bakker, 1999

Baie de Canche, étude de la végétation d'après un travail de terrain en 1998. Rapport pour Espace Naturel Régional, juin 1999

Vallet C., Dauvin J.C.

Cartographie et proposition de gestion des habitats marins du site Natura 2000 NPC 005. Rapport ELICO et Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale

Vaslet D., Larsonneur C., Auffret J.P., 1978

Carte des sédiments superficiels de la Manche au 1/500000 et notice. BRGM Ed., Orléans

Warembourg, C., 2000

Distribution des peuplements macrobenthiques de la frange côtière en Manche Orientale (zone de Dieppe - Boulogne-sur-Mer). Mémoire de Diplôme Supérieur de Recherche, de l'Université des Sciences et Technologies de Lille I, Station Marine de Wimereux

Wartel M., 2000

Transfert et transfert : Programme Manche et mer du Nord, in AEAP, 2000, pp. 29-36