

Laurent Guérin
Patrick Le Mao
Nicolas Desroy

RST.DOP-LER/FBN-07-002-sm

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

> District Seine-Normandie

Février 2007



Coordination

Ifremer



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 : 82 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 Seine-Normandie	
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 Seine-Normandie, DIREN Basse et Haute-Normandie, 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 Seine Normandie	
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 Seine-Normandie 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 ELEMENTS DE QUALITE BIOLOGIQUE DU BENTHOS MARIN POUR LA DCE (GUILLAUMONT <i>ET AL.</i> , 2006 [1]).....	1
1.2. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DES MASSES D'EAU DU DISTRICT COTIER SEINE-NORMANDIE ..	3
1.3. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	8
1.3.1. Contexte : octobre 2005, convention relative à la coordination générale du projet Rebent DCE Manche sur la période 2005/2006.....	8
2. ETAT DES LIEUX.....	10
2.1. SOURCES ET PROCEDURES DE SYNTHESE DES DONNEES	10
2.2. VEILLE DOCUMENTAIRE	10
2.3. ZONAL ET SECTORIEL	10
2.3.1. Bathymétrie.....	10
2.3.2. Sédimentologie	13
2.3.3. Habitats (ensembles biosédimentaires et habitats remarquables).....	14
2.4. SUIVI STATIONNEL.....	18
2.5. BILAN DES ACQUIS SUR LES MASSES D'EAU RETENUES POUR LE CONTROLE DE SURVEILLANCE ...	23
2.5.1. Masse d'eau côtière HC01, archipel de Chausey	23
2.5.2. Masse d'eau côtière HC02, baie du Mont-Saint-Michel (centre baie).....	24
2.5.3. Masse d'eau de transition HT05M, baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)	24
2.5.4. Masse d'eau côtière HC03, ouest Cotentin	25
2.5.5. Masse d'eau côtière HC04, cap de Carteret - cap de la Hague	26
2.5.6. Masse d'eau côtière HC06, rade de Cherbourg.....	27
2.5.7. Masse d'eau côtière HC06M, Cherbourg (intérieur grande rade).....	27
2.5.8. Masse d'eau côtière HC07, cap Levy - Gatteville.....	28
2.5.9. Masse d'eau côtière HC09, Anse de Saint-Vaast-la-Hougue.....	28
2.5.10. Masse d'eau côtière HC10, baie des Veys	29
2.5.11. Masse d'eau de transition HT06M, baie des Veys (fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny).....	29
2.5.12. Masse d'eau côtière HC13, côte de Nacre (est)	30
2.5.13. Masse d'eau côtière HC14, baie de Caen.....	31
2.5.14. Masse d'eau de transition HT04M, Estuaire de l'Orne	31
2.5.15. Masse d'eau côtière HC15, côte fleurie	32
2.5.16. Masse d'eau de transition HT03M, estuaire de Seine aval	32
2.5.17. Masses d'eau de transition HT02M et HT01M, estuaire de Seine moyen et amont (Poses)	33
2.5.18. Masse d'eau côtière HC16M, Le Havre - Antifer	33
2.5.19. Masse d'eau côtière HC17, pays de Caux (sud).....	34
2.5.20. Masse d'eau côtière HC18, pays de Caux (nord).....	35

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])	37
3.1. RAPPEL DES OBLIGATIONS / RECOMMANDATIONS DE LA DCE	37
3.1.1. Végétation benthique	37
3.1.2. Invertébrés benthiques	37
3.2. RAPPEL DES RECOMMANDATIONS ISSUES DES GROUPES D'EXPERTS NATIONAUX.....	38
3.2.1. Paramètres biologiques "Végétation benthique"	38
3.2.2. Paramètres biologiques "Invertébrés benthiques"	43
3.3. ETUDES COMPLEMENTAIRES	44
4. PROPOSITION POUR LES ETATS DE REFERENCE.....	45
5. PROPOSITION POUR LE CONTROLE DE SURVEILLANCE	49
5.1. PARAMETRES BIOLOGIQUES "VEGETATION BENTHIQUE"	49
5.2. PARAMETRES BIOLOGIQUES "INVERTEBRES BENTHIQUE"	50
5.3. FREQUENCES ET CALENDRIER DES ACTIONS 2007-2012	69
6. BANCARISATION DES DONNEES.....	75
7. CONCLUSIONS - PERSPECTIVES	76
8. PARTENAIRES ACTUELS (2006-2007) DU REBENT-DCE-MANCHE (HORS IFREMER, AGENCES DE L'EAU ET DIREN).....	78
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	79
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]).

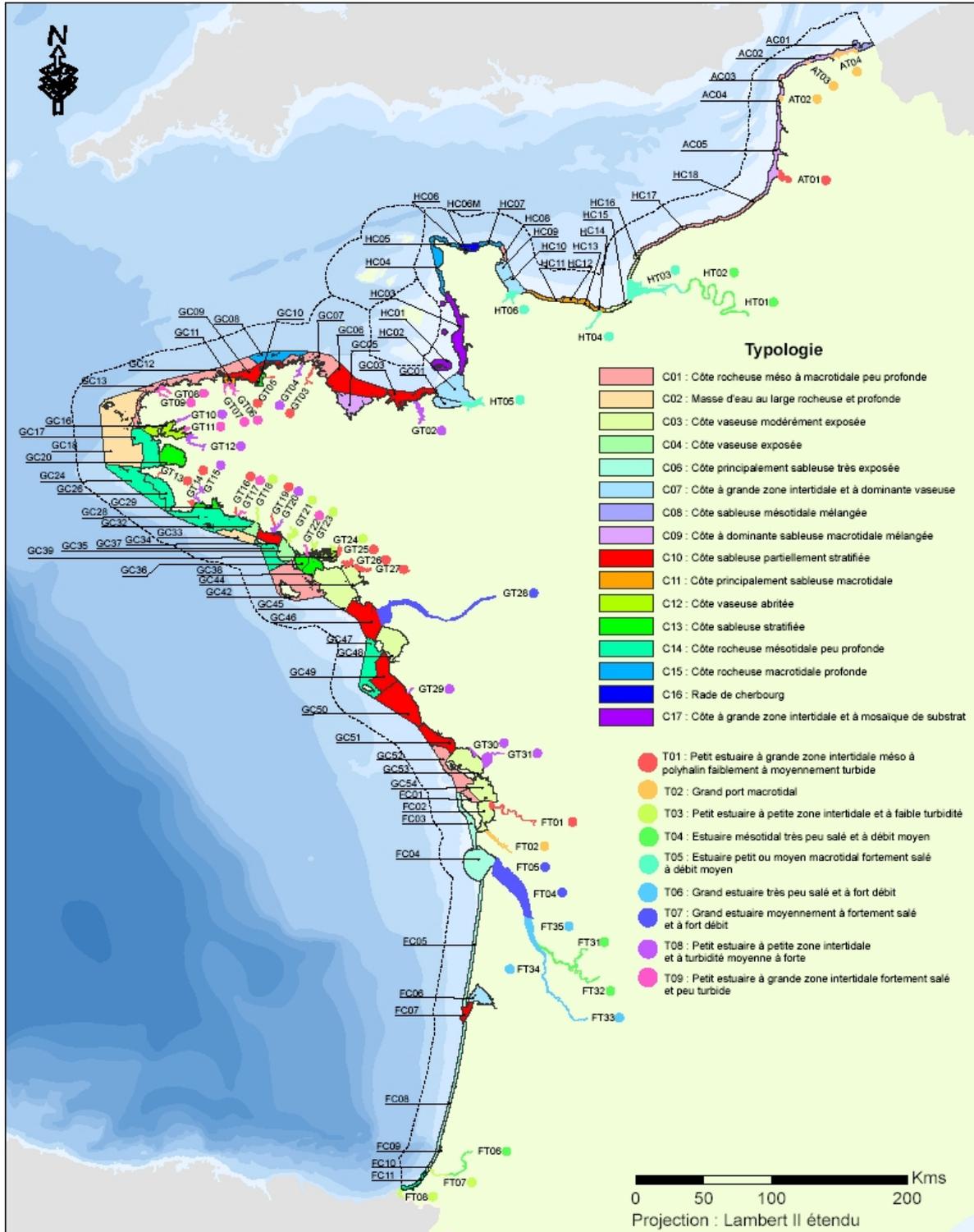
Au niveau national, le travail de groupes d'experts nationaux coordonnés par Ifremer (groupes "Végétation" et "Invertébrés benthiques") a permis d'élaborer, sur la base de l'expérience des réseaux actifs (Réseau de Suivi des Posidonies en Méditerranée et Rebent* Bretagne), des documents échangés par 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 Seine-Normandie

Le district côtier Seine-Normandie est composé de 19 masses d'eaux côtières et de 6 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")

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

	Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	m.e. fortement modifiée	RNABE 2015	m.e. (km ²)	estran (km ²)	%estran
C01	HC08	Barfleur	non	Doute	32,2	5,3	16,3
	HC17	Pays de Caux (sud)	non	RNABE Fort	134,3	17,1	12,7
	HC18	Pays de Caux (nord)	non	BE probable	100,6	17,6	17,5
C03	HC15	Côte fleurie	non	RNABE Fort	50,8	14,2	27,9
	HC16M	Le Havre - Antifer	oui	à définir	56,6	5,3	9,3
C07	HC02	Baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)	non	Doute	356,7	117,8	33,0
	HC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue	non	Doute	132,1	26,0	19,7
	HC10	Baie des Veys	non	Doute	117,8	15,8	13,4
C11	HC11	Côte du Bessin	non	BE probable	65,0	8,6	13,3
	HC12	Côte de Nacre (ouest)	non	Doute	40,3	12,5	31,1
	HC13	Côte de Nacre (est)	non	Doute	38,5	14,9	38,7
C15	HC14	Baie de Caen	non	RNABE Fort	40,1	13,5	33,7
	HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	non	BE probable	170,8	18,8	11,0
	HC05	Cap de la Hague (nord)	non	BE probable	51,1	5,0	9,8
C16	HC07	Cap Levy - Gatteville	non	BE probable	46,5	3,7	7,9
	HC06	Rade de Cherbourg	non	BE probable	64,0	2,1	3,3
	HC06M	Cherbourg (intérieur grande rade)	oui	à définir	16,1	1,8	11,1
C17	HC01	Archipel de Chausey	non	BE probable	106,3	29,7	28,0
	HC03	Ouest Cotentin	non	BE probable	322,0	162,4	50,4
T04	HT02M	Estuaire de Seine moyen	oui	à définir	25,5	0,0	0,0
	HT01M	Estuaire de Seine amont (Poses)	oui	à définir	25,5	0,0	0,0
T05	HT05M	Baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)	oui	à définir	42,9	40,2	93,8
	HT06M	Baie des Veys (fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny)	oui	à définir	31,8	27,6	86,8
	HT04M	Estuaire de l'Orne	oui	à définir	7,3	4,8	66,3
HT03M	Estuaire de Seine aval	oui	à définir	147,8	46,2	31,2	
Total					2222,6	611,1	27,4

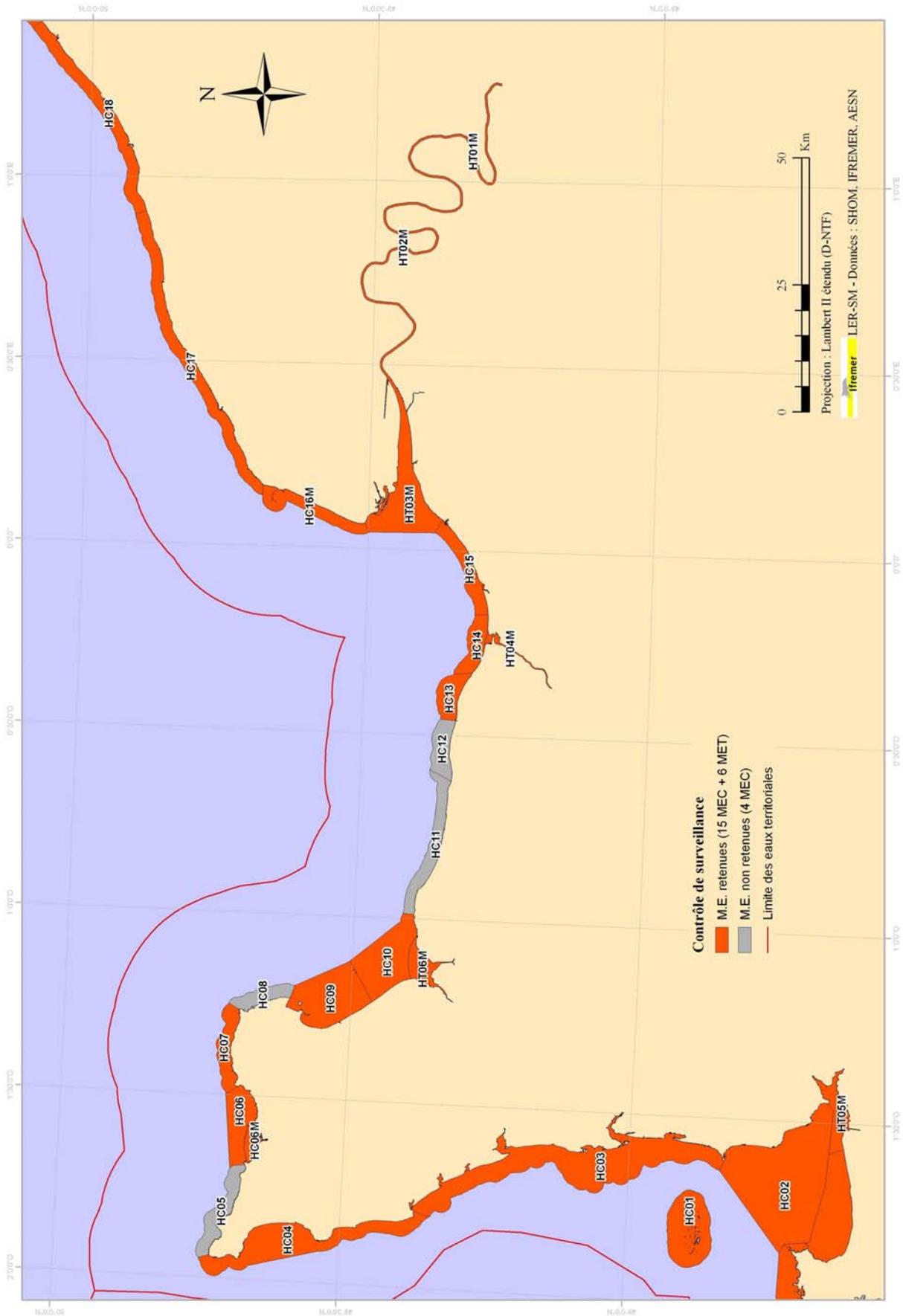


Figure 2 : Masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance.

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

Au total 15 masses d'eau côtières (appartenant aux 7 types représentés) ont été retenues pour le contrôle de surveillance ainsi que 6 masses d'eau de transition (appartenant aux 2 types représentés) (tableau 2).

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

Eaux côtières	Eaux de transition
<i>Type 1</i> : HC17, HC18	<i>Type 4</i> : HT01M, HT02M
<i>Type 3</i> : HC15, HC16M	<i>Type 5</i> : HT03M, HT04M, HT05M, HT06M
<i>Type 7</i> : HC02, HC09, HC10	
<i>Type 11</i> : HC13, HC14	
<i>Type 15</i> : HC04, HC07	
<i>Type 16</i> : HC06, HC06M	
<i>Type 17</i> : HC01, HC03	

La sélection des masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance dans le district Seine-Normandie 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 débuté 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

Après avoir pris connaissance et complété la base documentaire et bibliographique issue de la phase précédente [8] (synthèse bibliographique des données benthiques existantes et identification des partenaires potentiels), une Base d'Informations Géoréférencées (B.I.G.) multithématique a été constituée sous le logiciel ArcGIS 9.1. 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

La synthèse bibliographique détaillée des connaissances (études, cartographies) morphosédimentaires et biologiques sur le district Seine-Normandie a été réalisé en 2005 [8]. Au cours de la phase 2006, la veille documentaire s'est poursuivie et un fond complémentaire a été constitué (fichiers et documents papiers) sur les études du benthos, la DCE et le Rebent. Seules les études 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.

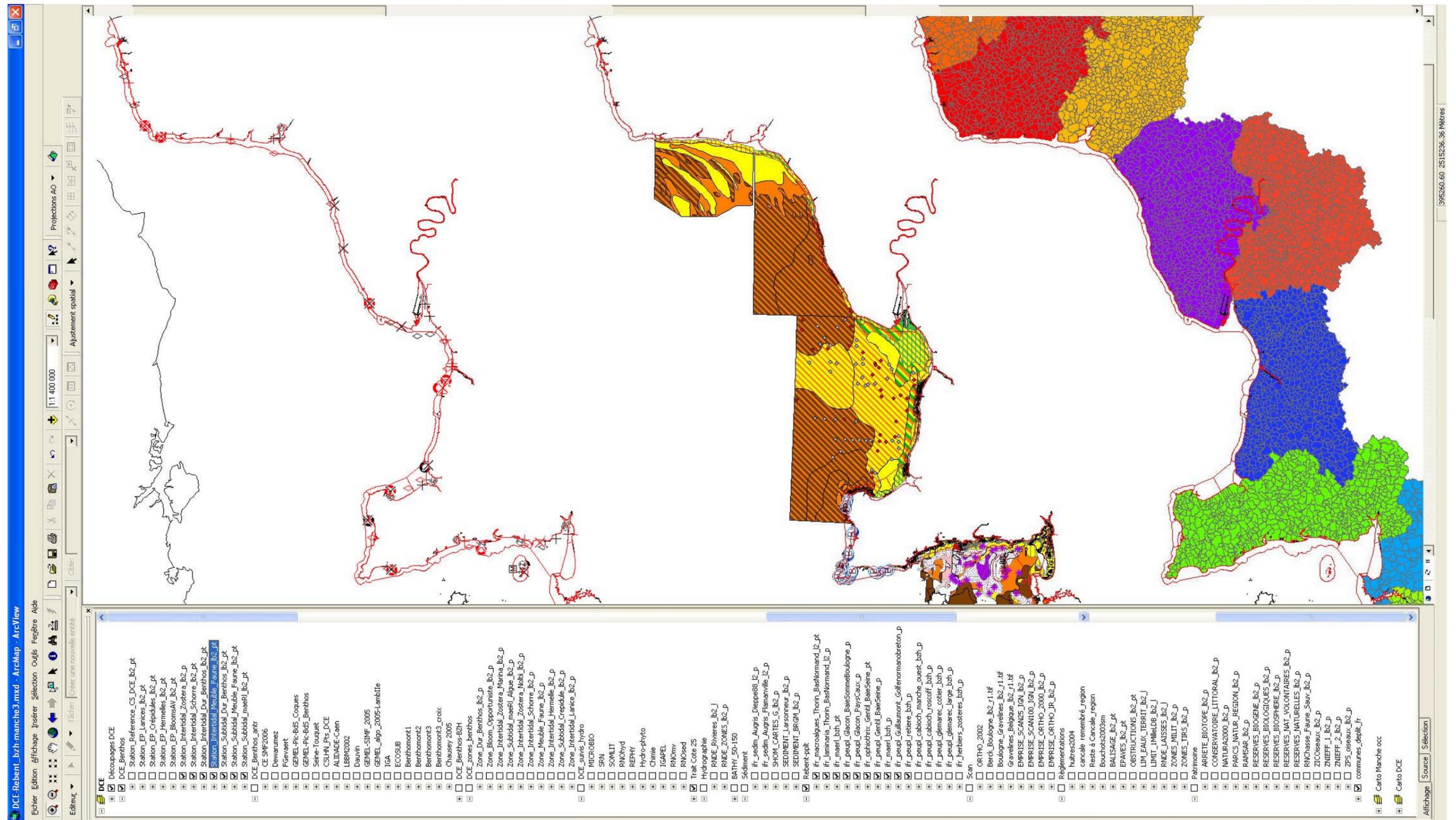
2.3.1. Bathymétrie

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, 6857, 6966 (échelle 1/150 000)
- 7156, 7157, 7158, 7120, 6884, 7056, 6927, 7418, 7417, 7416 (échelle 1/50 000)

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

Il existe plusieurs cartes sédimentaires sur l'ensemble du secteur Seine-Normandie, 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 :

- 7156G (1/50 000), Baie du Mont Saint-Michel (Ehrhold A. *et al.*, 2004).
- 7120G (1/50 000), Abords de Cherbourg (Duval F. *et al.*/2004).
- 7422G (1/50 000), De la pointe de Barfleur à la pointe de la Percée (Auffret J-P. *et al.*, 1995).
- 7421G (1/50 000), De la pointe de la Percée à Ouistreham (Ehrhold A. *et al.*, 2004).
- 7418G (1/60 000), Abords du Havre et d'Antifer (Laignel M. *et al.*, 1999).
- 7416G (1/75 000), Abords sud de Boulogne-sur-Mer (Bizien R., 2000).
- 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.
- Augris C. *et al.*, 2005, Carte des formations superficielles sous-marines aux abords de Flamanville au 1/15 000. IFREMER.
- Augris C., Clabaut P., Bourillet J-F. et Dreves L., 1993. Carte morpho-sédimentaire du domaine marin côtier entre Dieppe et Le Tréport (Seine-Maritime) au 1/150 000. Notice explicative, 48p. + 5 cartes couleurs. EDF, IFREMER et ESTRAN éditeurs.

D'autres cartes, non disponibles actuellement au format numérique, existent cependant, ou sont en cours d'élaboration, et permettent de compléter de façon quasi-exhaustive la couverture du district Seine-Normandie. Il s'agit de :

Cartes G du SHOM :

- 7157G (1/48 400) De la pointe d'Agon au Cap de Carteret (Martin E., 2005), *in prep.*
- 7417G (1/75 900), Abords de Fécamp et Dieppe (Babut B., 2005), *in prep.*
- Hommeril P., 1968. Carte sédimentologique sous-marine de Carteret au 1/100 000. CNEXO.
- Larsonneur C., 1968. Carte sédimentologique sous-marine de St-Vaast-la-Hougue au 1/100 000. CNEXO.
- Fournier J. *et al.* Cartographie morphosédimentaire de l'archipel de Chausey. Station marine de Dinard-EPHE.
- Bonnot-Courtois C., Caline B., L'Homer A. et Le Vot M., 2002. La Baie du Mont Saint-Michel et l'estuaire de la Rance. Environnements sédimentaires, aménagements et évolution récente. The Bay of Mont Saint-Michel and the Rance estuary. Recent development and evolution of depositional environments. Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mémoire n°26. 256 p. 158 fig. 1pl. TECHNIP Diffusion.
- Chantier PNEC de la baie du mont Saint-Michel. (http://www.ifremer.fr/delec/projets/habitats/baie_mont/baiemont.htm).
- Programme SeineAval (<http://seine-aval.fr/>).
- Programme INTERREG CHARM (<http://charm.canterbury.ac.uk/>).

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. Bien qu'une grande partie des fonds soit couverte, 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 Seine-Normandie sont :

- Rétière C., 1979. Les peuplements benthiques du golfe normano-breton. Thèse de Doctorat d'état, Sciences Naturelles, Université Rennes, 431 p. Produit numérique Rebent Ifremer-MNHN, au 1/152 000 sous forme de polygones, 2003.
- Guillaumont B., Hamon D., Lafond L-R., Le Rhun J., Levasseur J. et Piriou J-Y., 1987. Etude régionale intégrée du golfe normano-breton, carte biomorphosédimentaire de la zone intertidale, côte Ouest du Cotentin et baie du Mont Saint-Michel. Ifremer-DERO-87.17-EL, 50 p. Produit numérique Rebent Ifremer-EPHE-Université, au 1/25 000 sous forme de polygones, 2005.
- Gentil F. et Cabioch L., 1997. Carte des peuplements macrobenthiques de la Baie de Seine et de la Manche centrale sud (1976). Editions de l'Observatoire Océanologique de Roscoff. Produit numérique Rebent Ifremer-Université-CNRS, au 1/117 000 sous forme de polygones, 2004.
- 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.
- Thouin F., 1983. Cartographie et étude des populations de laminaires de Basse-Normandie. Université de Caen, 59 p. Produit numérique Rebent Ifremer, au 1/45 000 sous forme de points et de polygones, 2006
- Multisources, 2003. Les bancs de maërl en Bretagne - Inventaire des sites (1967 à 2002). Produit numérique Rebent Ifremer-Université-CNRS, du 1/20 000 au 1/250 000 sous forme de polygones, 2003. Sources : Cabioch L., 1968 ; Hommeril P., 1968 ; Giresse P., Hommeril P., 1969 ; Chassé C. (Ed.), Glémarec M. (Ed.), avec le concours du CNEXO, 1976 ; Retière C., 1979 ; Houlgatte E., Augris C., *in* Augris C. (Coord.), Hamon D. (Coord.) *et al.*, 1996 ; Ehrhold A., 1999 ; Grall J., 1999 ; Augris C. (Collab.), Blanchard M. (Collab.), Bonnot-Courtois C. (Collab.), Houlgatte E. (Collab.), 2000 ; Grall J., 2002 ; Grall J., Hily C. (2002).

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 :

- Fournier J. *et al.* Cartographie morphosédimentaire de l'archipel de Chausey. Station marine de Dinard-EPHE. *Macroalgues et herbiers à Zostera marina (HC01)*.
- Godet L. Cartographie des habitats benthiques intertidaux de l'archipel de Chausey *in* L'archipel des îles Chausey : comment concilier protection du patrimoine naturel marin et essor économique ?. Thèse de doctorat. MNHN. Soutenance prévue fin 2007. *Invertébrés benthiques intertidaux (HC01)*.
- Chantier PNEC de la baie du mont Saint-Michel. *Invertébrés benthiques (HC02 et HT05M)*.
- Programme EUROSSAM (European Salt Marshes Modelling, <http://ecobio.univ-rennes1.fr/eurossam/>). *Schorres (HT05M)*.

- Bonnot-Courtois C., Caline B., L'Homer A. et Le Vot M., 2002. La Baie du Mont Saint-Michel et l'estuaire de la Rance. Environnements sédimentaires, aménagements et évolution récente. The Bay of Mont Saint-Michel and the Rance estuary. Recent development and evolution of depositional environments. Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mémoire n°26. 256 p. 158 fig. 1pl. TECHNIP Diffusion. D'autres cartographies des schorres de la baie du mont sont en cours de réalisation par C. Bonnot-Courtois (EPHE-Dinard). *Schorres (HC02 et HT05M)*.
- Hamon D. et Erhold A. (Ifremer/DYNECO/Benthos). Dans le cadre d'une demande d'étude par EDF, une cartographie des fonds marins (40 km²) autour de Flamanville pourrait être entreprise en 2007. *Invertébrés benthiques (HC04)*.
- Timsit, O., 2004. Evaluation de l'impact des dérangements d'origine anthropique sur les limicoles de la baie des Veys. Université de Rennes I & DIREN Basse-Normandie ; Rapport provisoire d'étude, 126 p. *Invertébrés benthiques et schorres (HT06M)*.
- Lafite R., Desprez M., Leboulanger T., Dupont J-P. et Sylvand B., 1987. Réactualisation de la cartographie biosédimentaire de la grande vasière nord de l'estuaire de la Seine, DDE Arrondissement du Havre - GEMEL, Le Havre. *Invertébrés benthiques (HT03M)*.
- Programme SeineAval (<http://seine-aval.fr/>). *Invertébrés benthiques et halieutique (HT03M, HT02M et HT01M)*.
- Programme INTERREG CHARM (<http://charm.canterbury.ac.uk/>). *Invertébrés benthiques (HC16M, HC17, HC18)*.
- Dans le cadre d'un contrat entre le CEVA, l'Agence de l'eau Seine-Normandie et EDF, des campagnes aéroportées ont été réalisées en juillet et août 2006 sur le littoral bas-normand, d'Avranche à Cabourg. Le but de ces prises de vues aériennes, complétées par des validations terrain, est de recenser les zones de présence ou d'échouage, sur platiers et plages, des algues vertes. D'autres campagnes sont programmées pour 2007 sur tout le littoral normand pour cartographier les macroalgues intertidales.

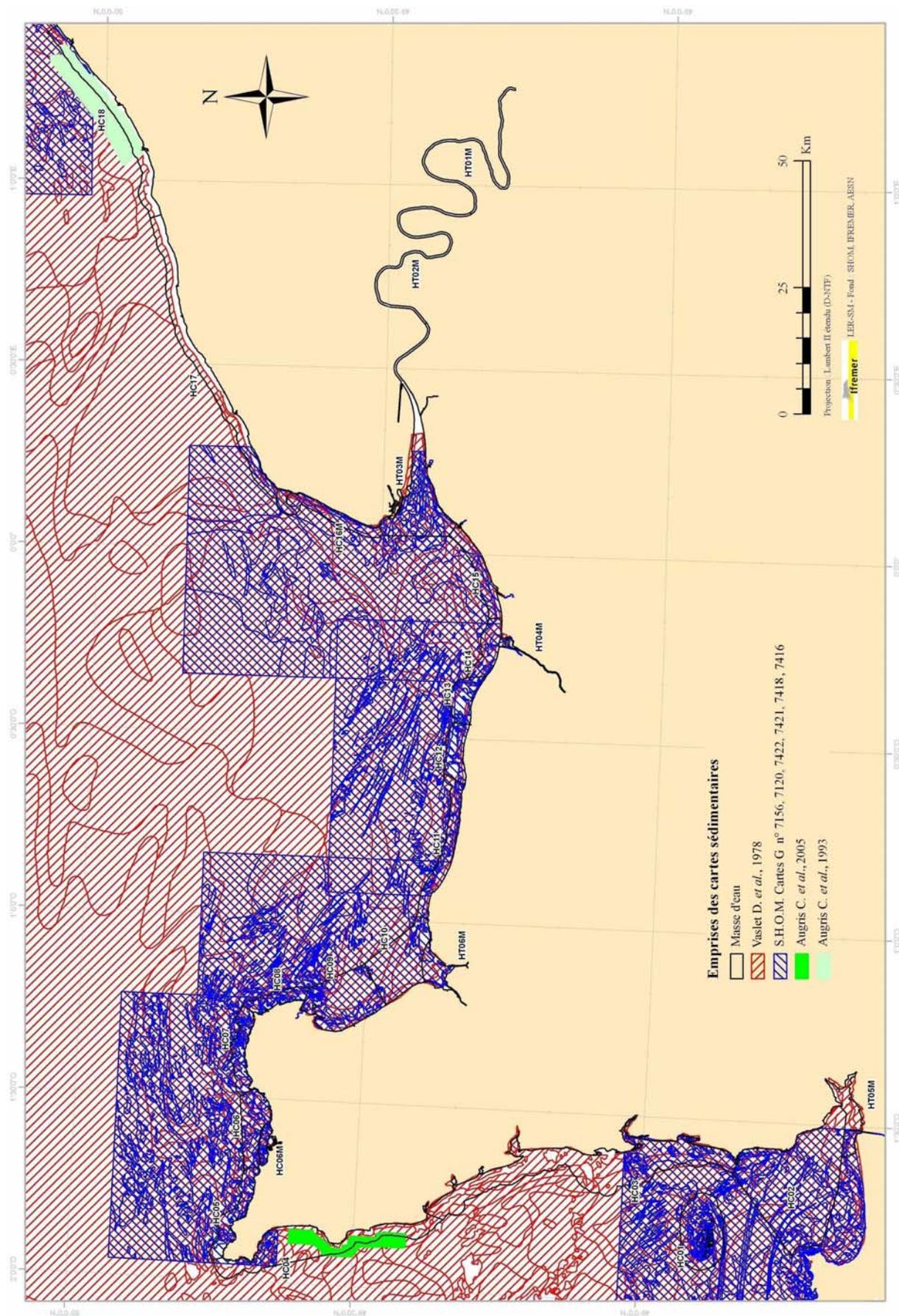


Figure 4 : Emprises des cartes sédimentaires numérisées disponibles

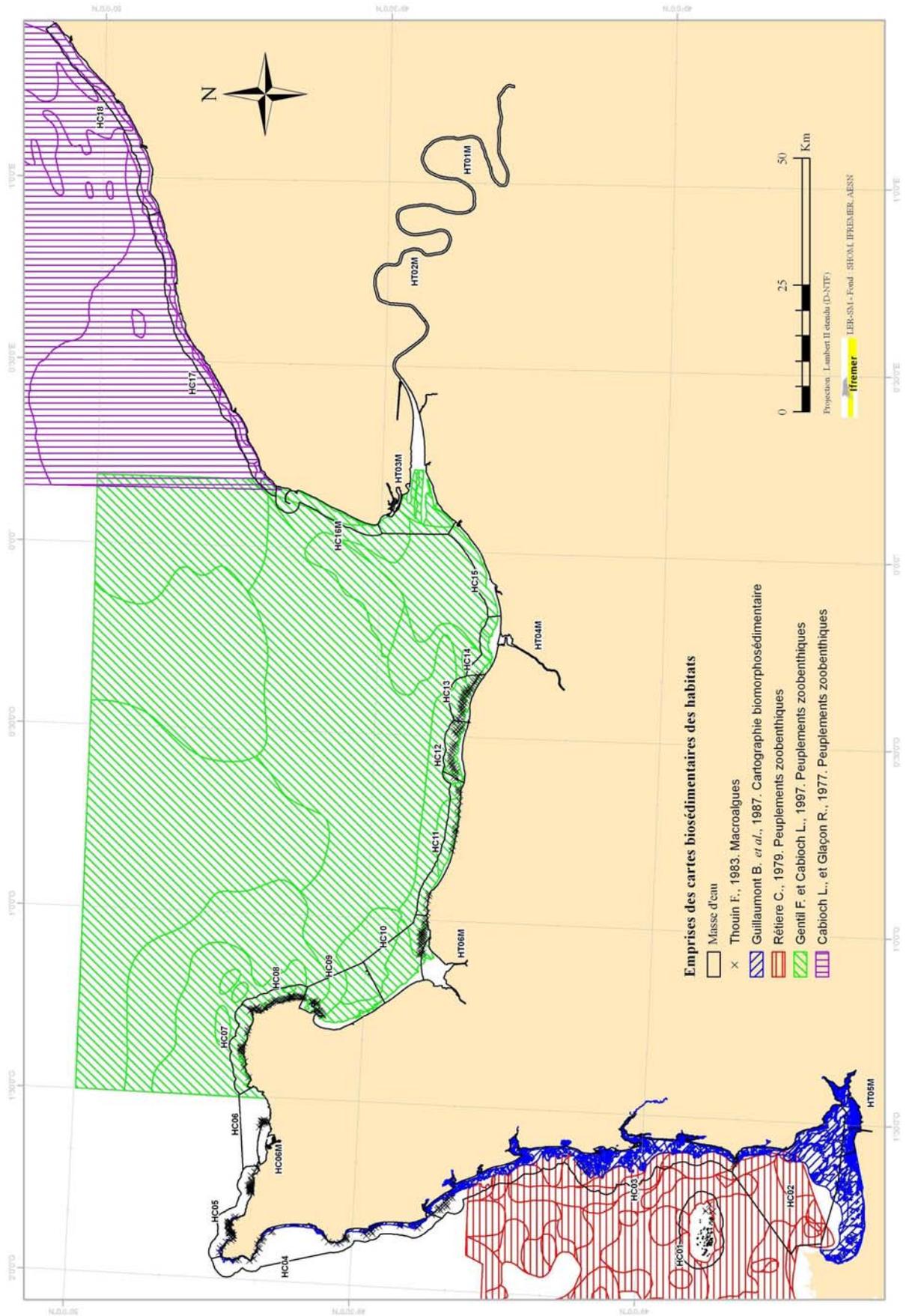


Figure 5 : Emprises des cartes biosédimentaires des habitats numérisées disponibles

2.4. Suivi stationnel

L'APS de mise en place d'un réseau de surveillance benthique dans le district Seine-Normandie, publié en avril 2005 [8] a mis en évidence la grande disparité des données antérieures existantes, aussi bien en terme de méthodologies utilisées, de secteurs prospectés que d'organismes impliqués. 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 en annexe).

Suite à cette réunion, des rencontres ont été organisées pour discuter plus en détail, et par secteurs géographiques, avec la CSLHN (23/02/06, Le Havre), le GEMEL (24/02/06, Luc/mer), Ecosub (02/03/06) et le MNHN (08/03/06) de la grille d'échantillonnage. 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 2006. La stratégie d'échantillonnage choisie (1 station de 5 répliqués) diffère de la stratégie du Rebent 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.

Le navire *Coralline*, basé à Cherbourg, a été mis à disposition par la marine nationale pour effectuer les prélèvements subtidaux dans le secteur Nord Cotentin (HC06M, HC06, HC04, HC09 et HC10) du 27 mars au 11 avril 2006. Un navire de pêche de Granville (la *Bavolette*) a été loué le 18 avril afin d'échantillonner la masse d'eau HC03 (2 stations subtidales) et confirmer la présence de maërl autour de l'archipel de Chausey. Une station de maërl a ainsi été échantillonnée (faune) et validée dans la masse d'eau HC01. L'échantillonnage des masses d'eau HC14, HC15 et HC18 a été réalisé du 4 au 5 mai sur le N.O. *Côtes d'Aquitaine*, grâce à une demande exceptionnelle auprès du CIRMAT. L'échantillonnage des stations intertidales a été réalisé du 13 au 27 avril 2006. Des contrats de prestations ont été établis pour l'analyse de ces prélèvements et l'acquisition des données d'automne. 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 les différents partenaires (*cf.* paragraphe 7). Les rapports finaux sont disponibles [32, 33, 34, 35] et les fichiers de données sont en cours d'harmonisation.

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

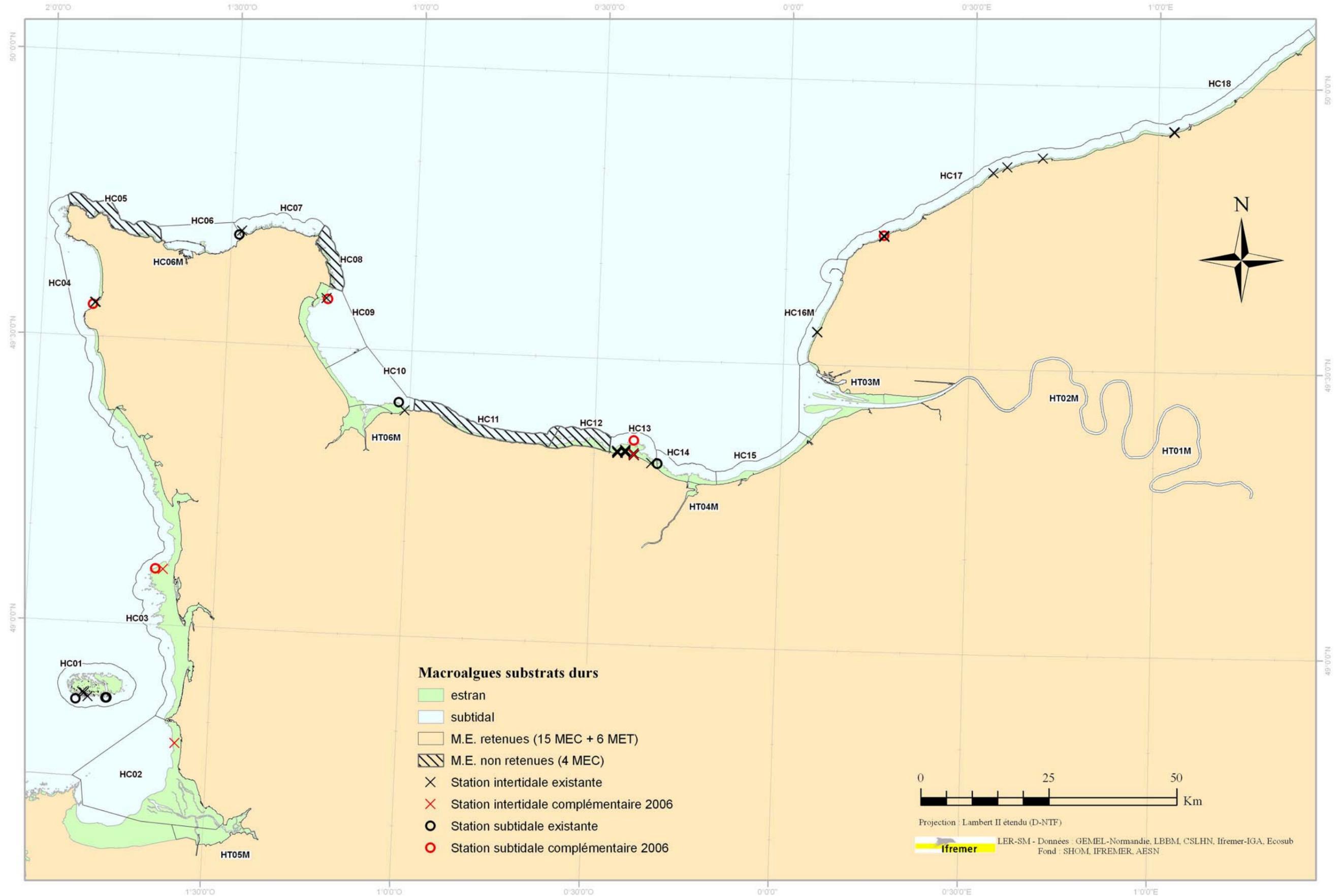
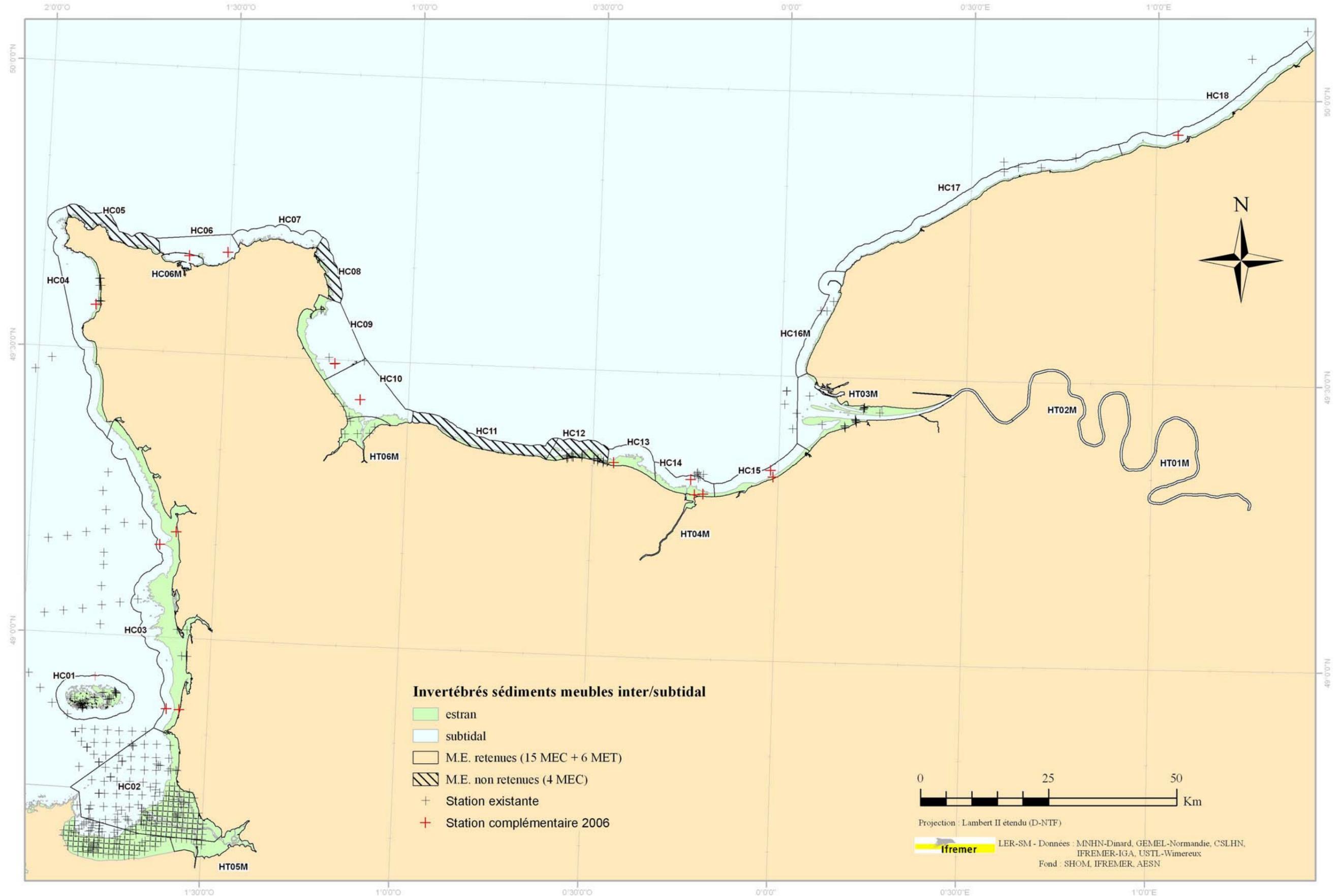


Figure 7 : Localisation des stations pour lesquelles des données récentes (après 2000) existent ou sont en cours d'acquisition : paramètre invertébrés sédiments meubles intertidaux et subtidaux



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

2.5.1. Masse d'eau côtière HC01, archipel de Chausey

2.5.1.1. Caractéristiques générales

La zone intertidale de l'archipel est constituée d'une "mosaïque" complexe, où alternent des faciès rocheux à vaseux, en passant par des sables grossiers. Cette zone, soumise à de forts courants de marée, représente 28% de la surface totale de la masse d'eau. Les fonds de la zone subtidale (0 à -20 m*) sont essentiellement constitués de sédiments grossiers (moins de 15% de sables fins). La conchyliculture (moules, huîtres, palourdes) est très présente et disséminée sur l'estran, sauf à l'ouest de l'archipel. Près de 250 tonnes d'huîtres et 2 000 tonnes de moules seraient produits annuellement [10]. L'ensemble de l'archipel bénéficie de plusieurs inventaires et protections (ZNIEFF, ZIC et ZPS Oiseaux, Natura2000).

2.5.1.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Les fucales (*Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus* et *Ascophyllum nodosum*) sont bien représentées sur les platiers rocheux dominant la moitié sud-ouest de l'archipel. Cependant, le profil du platier dans ce secteur est très pentu (cuvettes rares) et il est souvent recouvert par le sable dès le niveau médiolittoral inférieur. La richesse spécifique locale n'y semble pas très élevée en comparaison des ceintures décrites dans le nord Cotentin. Les himanthales et laminaires y sont relativement rares [11]. Les présences de *Sargassum muticum*, *Fucus lutarius* et *Vaucheria* sp. (xanthophycée) sont notables. Des zones de laminaires (*Laminaria digitata*, *L. hyperborea*) relativement denses peuvent tout de même être observées localement sur des roches subtidales du sud de l'archipel (La Cancalaise, La Chapelle) [12].

La présence de fonds de maërl (dénommé "chique" par les granvillais) est signalée sur une grande partie du secteur délimité par Chausey, l'ouest Cotentin et les îles anglo-normandes [13]. Les prospections réalisées à la benne le 18 avril 2006 ont permis de préciser l'emplacement d'une station, au sein de cette masse d'eau, présentant une forte proportion vivante de ces algues calcaires. Dans le cadre du Reben national, cette station de maërl présenterait l'intérêt d'être la plus septentrionale et orientale du littoral français. De vastes herbiers à *Zostera marina* frangent une grande partie de l'estran de l'archipel. Ces herbiers, étudiés depuis plusieurs années par Jérôme Fournier ([14], station marine de Dinard), semblent actuellement en progression. L'espèce *Zostera noltii* n'est signalée que très localement. Une zone très restreinte de schorre est présente à l'est des Iles aux Oiseaux.

Invertébrés

Si les sédiments meubles subtidaux, essentiellement grossiers, ont été peu étudiés, des études récentes s'attachent à décrire les différents faciès des sédiments meubles intertidaux [15] [Laurent Godet, station marine de Dinard, thèse en cours]. Des banquettes à lanices, relativement denses, sont présentes sur une partie des sédiments meubles de la moitié occidentale de l'archipel. Des crépidules sont présentes dans toute la zone subtidale, avec localement de fortes densités.

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

2.5.2. Masse d'eau côtière HC02, baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)

2.5.2.1. Caractéristiques générales

L'immense zone intertidale sablo-vaseuse de cette baie, dont le marnage maximal est un des plus fort d'Europe, représente 33% de la surface totale de la masse d'eau. Les sédiments de sables de la zone subtidale (0 à -20 m) sont bien représentés (>30%), mais plus ou moins hétérogènes en raison d'une fraction grossière variable, issue des sédiments du golfe normano-breton soumis à de forts courants giratoires. La conchyliculture (moules, huîtres) est essentiellement, et très fortement, implantée dans la partie occidentale de la baie (GC01), avec une production annuelle estimée de 4 500 tonne d'huîtres (dont 1 000 t. de plates) et 10 000 tonnes de moules (www.baie-mont-saint-michel.fr). L'extension récente (2003) de la zone de bouchots vers le nord-est est à présent incluse dans la masse d'eau HC02. D'un point de vue patrimonial et réglementaire, cette baie fait l'objet de multiples inventaires et protections [16] et a été désignée, de façon indissociable avec le Mont Saint-Michel, comme Patrimoine Mondial de l'Humanité par l'UNESCO en 1979.

2.5.2.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Les rares platiers rocheux, essentiellement présents entre Granville et Jullouville, abritaient dans les années 1980 de vastes ceintures de fucales et rhodophycées [17]. Aucune étude récente ne permettant d'évaluer l'étendue actuelle de ces macroalgues, une station intertidale a été prospectée en août 2006. Depuis quelques années, des échouages importants d'algues vertes sont régulièrement observés sur les plages au sud de Granville. Seule une petite surface de maërl, essentiellement mort, est incluse dans cette masse d'eau [13]. A l'est, une vaste zone de schorre est localisée entre le Bec d'Andaine et la pointe du Groin du Sud (cartographiée au début des années 1980 [17]), fortement dégradée par le pâturage ovin.

Invertébrés

Outre les cartes biosédimentaires intertidales [17] et subtidales [18] du golfe normano-breton réalisées au début des années 1980, de nombreuses données, couvrant la quasi-totalité de la baie du Mont-Saint-Michel (intertidal et subtidal), ont été acquises en 2002 et 2003 dans le cadre du chantier PNEC. Ces données permettront également de réactualiser la répartition des crépidules, cartographiées en 1997-99 [19], dont le stock semble avoir sensiblement augmenté en 5 ans sur l'ensemble de la baie et dont la biomasse domine largement les peuplements. Par ailleurs, cette masse d'eau présente une vaste banquette à lanices (200 ha) et un grand récif d'hermelles au centre baie, essentiellement localisé dans la masse d'eau bretonne GC01 limitrophe. D'autres récifs sont localisés à Champeaux et au sud de Granville. L'ensemble de ces récifs semblent en phase récente d'érosion.

2.5.3. Masse d'eau de transition HT05M, baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)

2.5.3.1. Caractéristiques générales

Cette masse d'eau de transition, essentiellement intertidale (94%), est entièrement soumise au flux et reflux des fortes marées de la baie du Mont. Ce vaste estran vaso-sableux est entaillé par des chenaux entretenus par les apports d'eaux douces du Couesnon, de la Sée

et de la Sélune. Cette masse d'eau bénéficie des mesures réglementaires de la baie du Mont dont elle fait partie. Cependant, les travaux de désensablement du Mont saint-Michel, programmés de 2006 à 2023, devraient à terme modifier fortement l'ensemble du paysage maritime dans un rayon d'un à deux kilomètres autour du Mont (cf. "La Baie", revue du syndicat mixte pour le rétablissement du caractère maritime du Mont Saint-Michel).

2.5.3.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Près de la moitié de cette masse d'eau est couverte par des schorres, à l'état naturel ou localement pâturés par des ovins. Cartographiés dans les années 1980 [17], ces prés salés ont fait l'objet de cartes et d'études plus récentes (cf. Chantal Bonnot-Courtois, E.P.H.E. Dinard) et sont globalement en phase d'extension.

Invertébrés

Seules quelques stations du chantier PNEC (Benthomont 3, printemps 2003) sont incluses dans la frange nord-ouest de cette masse d'eau. Compte-tenu des évolutions majeures prévues par les travaux de désensablement du Mont Saint-Michel et des critères recommandés pour le suivi DCE, seule une station intertidale (en limite nord, entre le Mont et Tombelaine) permettrait un suivi à long terme sur la base de données antérieures.

2.5.4. Masse d'eau côtière HC03, ouest Cotentin

2.5.4.1. Caractéristiques générales

Délimitée par la pointe du Roc au sud et le cap de Carteret au Nord, distants de plus de 60 km, la zone intertidale de cette masse d'eau (50% de la surface totale) est constituée d'une succession de longues plages (orientées secteur ouest) et de havres (du sud au nord : havres de la Vanlée, de Régneville, de Blainville, de Géfosses, de Lessay, de Surville, de Portbail et de Carteret). La présence de nombreux platiers et d'une activité conchylicole (parcs et bouchots) bien implantée, avec une production annuelle d'environ 22 000 tonnes d'huîtres et 13 500 tonnes de moules [10], contribuent également à la forte hétérogénéité géomorphologique de ce littoral. Cette côte, relativement peu urbanisée, compte de nombreux secteurs ZNIEFF et Natura2000. Les sédiments fins de la zone subtidale (dont la profondeur excède rarement 10 m) sont bien représentés (plus de 20%), mais l'influence des platiers (schistes et grès) et des forts courants giratoires du golfe normano-breton induisent une hétérogénéité par des apports variables en éléments plus grossiers.

2.5.4.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

L'ensemble des platiers rocheux abritaient dans les années 1980 de vastes ceintures de fucales et rhodophycées [17]. Des laminaires (*Laminaria digitata*, *L. hyperborea* au nord) y étaient signalés face à Gouville et entre les havres de Portbail et de Carteret [19]. L'ensemble de ces ceintures semblent avoir beaucoup régressées, mais aucune étude récente ne permettant d'en évaluer l'étendue actuelle, le platier de Gouville a été prospecté (intertidal et subtidal) en août 2006. Une partie des fonds de maërl vivant du golfe normano-breton seraient incluse dans cette masse d'eau [13], mais aucune donnée récente et quantitative ne permet de le préciser. De très vastes herbiers à *Zostera marina* étaient signalés dans les années 1980 au sud du platier de Gouville et à Bréhal [17]. Des explorations sur ces sites en août 2006 ont confirmé, malgré une forte régression générale de l'aire de répartition, la présence de taches

denses en limite infralittorale sur ces deux sites. Les schorres sont présents dans tous les havres [17], et plusieurs ont fait l'objet d'études récentes (cf. Isabelle Rauss, Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, Caen).

Invertébrés

Depuis les cartes biosédimentaires intertidales [17] et subtidales [18] du golfe normano-breton réalisées au début des années 1980, très peu d'études quantitatives sont disponibles sur ce secteur. Des campagnes exploratoires ont donc été menées en 2006 sur deux stations intertidales et deux subtidales, compte-tenu de l'étendu et de l'hétérogénéité de ce littoral. Les lanices sont présentes localement, mais ne forment pas de banquettes aussi vastes ou denses qu'à Chausey ou en baie du Mont. De petites formations récifales d'hermelles étaient notées vers Pirou et Lingreville dans les années 1980. Compte-tenu de la forte implantation de la crépidule dans le golfe normano-breton, des faibles profondeurs et de nombreux fonds potentiellement colonisables, ce secteur pourrait présenter localement de fortes densités de ce gastéropode invasif. Un véritable banc est d'ailleurs présent, au nord des bouchots, sur le médiolittoral de Bréhal.

2.5.5. Masse d'eau côtière HC04, cap de Carteret - cap de la Hague

2.5.5.1. Caractéristiques générales

Le cap de Flamanville partage en deux l'estran essentiellement sableux mais étroit (11% de la surface totale) de cette masse d'eau délimitée par les caps de Carteret et de la Hague. Les courants de marée sont très importants au nord du Cotentin, notamment au fameux raz Blanchard, à l'est duquel la Manche devient plus étroite. Ainsi, les sédiments subtidaux sont de plus en plus grossiers (les sédiments fins étant plus fréquents dans l'anse de Vauville) et la profondeur maximale passe de -10 à -50 m du sud au nord de cette zone. Cette côte, très peu urbanisée, est presque entièrement classée en ZNIEFF et Natura2000. La centrale nucléaire de Flamanville et le centre de traitement de la COGEMA constituent un pôle industriel et économique majeur.

2.5.5.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Dans ce secteur très battu, beaucoup de roches peuvent être dépourvues d'algues, mais plusieurs ceintures de rhodophycées et de fucales ont été cartographiées dans les années 1980 [17], et de nombreuses espèces de laminaires y étaient recensées (*Laminaria digitata*, *L. hyperborea*, *L. saccharina*, *L. ochroleuca*, *Sacchoriza bulbosa*) [19]. Une station subtidale a été prospectée en 2006. Dans le cadre du programme IGA (Impact des Grands Aménagements) de la centrale de Flamanville, la biomasse et la dynamique de population de *Fucus serratus* du platier de Diélette est suivi deux fois par an, depuis 1977, par le département DYNECO du centre Ifremer de Brest.

Invertébrés

Les seules données quantitatives disponibles concernant la faune des sédiments meubles sont très récentes puisqu'elles ont été acquises au printemps 2006 sur trois radiales des plages de l'anse de Vauville dans le cadre du programme BRANCH (GEMEL, Conservatoire littoral, agence de l'eau Seine-Normandie). Les peuplements subtidaux sont très peu connus puisque aucune carte biosédimentaire n'est disponible à l'heure actuelle pour ce secteur. Une station subtidale a été échantillonnée dans cette anse au cours des campagnes exploratoires 2006.

2.5.6. Masse d'eau côtière HC06, rade de Cherbourg

2.5.6.1. Caractéristiques générales

Cette masse d'eau, dont la zone intertidale est très réduite (3% de la surface totale, avec très peu de sédiments fins), atteint rapidement des profondeurs de -40 m dans sa limite nord. Le quart sud-est (21% des fonds) présente des sédiments fins (sables moyens à sables envasés). L'ouest du cap Levi est classé en ZNIEFF, Natura2000 et espaces du conservatoire littoral.

2.5.6.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

A notre connaissance, la seule étude disponible est l'inventaire de F. Thouin [19] notant, au début des années 1980, une bonne couverture des roches immergées par les laminaires *Laminaria digitata*, *L. hyperborea*, *L. saccharina*, et *Sacchoriza bulbosa*.

Invertébrés

Les peuplements subtidaux sont très peu connus puisque aucune carte biosédimentaire n'est disponible à l'heure actuelle pour ce secteur. Une station subtidale a été échantillonnée au cours des campagnes exploratoires 2006.

2.5.7. Masse d'eau côtière HC06M, Cherbourg (intérieur grande rade)

2.5.7.1. Caractéristiques générales

L'intérieur de la grande rade de Cherbourg est presque totalement défini par des limites artificielles (port et digues) et la partie intertidale est faible (11%, avec très peu de sédiments fins). Les fonds, d'une profondeur maximale de -13 m au centre, sont composés essentiellement de sédiments fins (70% de sables fins à vases sableuses). Des cages flottantes à l'intérieur de la grande digue nord permettent depuis près de 20 ans l'élevage de saumon, avec une production annuelle de 700 tonnes [10]. La petite rade abrite l'important port militaire et le port de commerce.

2.5.7.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

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

Invertébrés

Les peuplements subtidaux sont très peu connus puisque aucune carte biosédimentaire n'est disponible à l'heure actuelle pour ce secteur. Une station subtidale a été échantillonnée au cours des campagnes exploratoires 2006.

2.5.8. Masse d'eau côtière HC07, cap Levy - Gatteville

2.5.8.1. Caractéristiques générales

Entre le cap Lévi et la pointe de Barfleur, cette masse d'eau est soumise à de forts courants de marée. La zone intertidale est étroite (8% de la surface totale) et les roches dominent. Les fonds, d'une profondeur maximale de -30 m, comportent moins de 18% de sables. Plusieurs types d'inventaires et de réglementations s'y appliquent : ZNIEFF, Natura2000, espaces du conservatoire littoral et arrêtés de biotopes.

2.5.8.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

L'évolution des ceintures d'algues intertidales est méconnue dans ce secteur abritant pourtant une richesse spécifique importante, comme l'ont montré une étude récente (en 2005, sur une station intertidale et une subtidale) du GEMEL et d'ECOSUB au Cap Lévi [11, 12]. De nombreuses espèces de laminaires y étaient également recensées dans les années 1980 (*Laminaria digitata*, *L. hyperborea*, *L. saccharina*, *L. ochroleuca*, *Sacchoriza bulbosa*) [19].

Invertébrés

La carte biosédimentaire réalisée dans les années 1970 [20] classe l'ensemble des fonds dans la catégorie : "Peuplement des cailloutis plus ou moins graveleux sous fort hydrodynamisme". Cependant, la vaste échelle utilisée et les cartes G (sédimentaires) plus récentes du SHOM montrent qu'une réactualisation plus fine serait nécessaire pour ce secteur proche de la côte.

2.5.9. Masse d'eau côtière HC09, Anse de Saint-Vaast-la-Hougue

2.5.9.1. Caractéristiques générales

La zone intertidale (20% de la surface totale) est globalement constituée de sédiments fins aux niveaux supérieurs et de roches plus ou moins ensablés en bas d'estran. Les fonds, pouvant atteindre -22 m, sont essentiellement des sédiments fins (77%) dans cette échancrure est-Cotentin où l'hydrodynamisme est affaibli selon un gradient nord-sud. Une grande partie du médiolittoral de la moitié nord est occupé par des parcs à huîtres. La production moyenne annuelle, masse d'eau HC10 incluse (où les parcs servent essentiellement à l'affinage), est de l'ordre de 13 000 tonnes. La majeure partie du littoral fait partie du parc naturel régional (marais du Cotentin et du Bessin) et est classé en ZNIEFF et Natura2000. Les zones entourant Saint-Marcouf (côte et îles) sont classées en ZIC et ZPS Oiseaux.

2.5.9.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Un transect intertidal, à l'est de Tatihou, a été réalisé par le GEMEL en mai 2005 [11]. Les laminaires (*Laminaria digitata*, *L. hyperborea*, *L. saccharina*) ont été recensées dans les années 1980 [19] à l'est de Tatihou et de la Hougue. Une station subtidale a été prospectée au sud-est de Tatihou en août 2006. Un herbier à *Zostera noltii* est situé dans l'anse du Cul-du-Loup. Cet herbier, très peu étendu, ne permet pas de suivi stationnel. Des zones de schorres sont présentes ponctuellement le long de ce littoral.

Invertébrés

Des stations intertidales ont été échantillonnées, au sud-ouest de Tatihou, au printemps 2005 par le GEMEL [21]. La carte biosédimentaire [20] et les dernières études quantitatives (station marine de Wimereux) de la zone subtidale étant anciennes, une station subtidale a été échantillonnée au cours des campagnes exploratoires 2006.

2.5.10. Masse d'eau côtière HC10, baie des Veys

2.5.10.1. Caractéristiques générales

La zone intertidale (13% de la surface totale) est constitué par la vaste plage d'Utah Beach à l'ouest et par le platier rocheux de Grancamp-Maisy à l'est. Les fonds, pouvant atteindre -22 m, sont composés à 82% de sédiments fins. La majeure partie du médiolittoral occidental est occupé par des parcs à huîtres (affinage) et des bouchots produisant annuellement près de 900 tonnes de moules. Toute la partie occidentale du littoral fait partie du parc naturel régional (marais du Cotentin et du Bessin) et est classé en ZNIEFF, Natura2000 et RAMSAR. L'ensemble du littoral est en ZIC Oiseaux. Une partie du littoral de Sainte-Marie du Mont est une réserve naturelle et biogénétique.

2.5.10.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Les laminaires *Laminaria digitata*, *L. hyperborea* et *L. saccharina* ont été recensées dans les années 1980 [19] sur le platier de Grandcamp. Un transect intertidal et un subtidal ont été réalisés au printemps 2006 sur le platier de Grandcamp par le GEMEL et ECOSUB.

Invertébrés

L'ensemble du domaine intertidal de la baie des Veys a été suivi régulièrement, depuis 1972, par Bernard Sylvand ([22], GEMEL Normandie). Une tendance globale à l'envasement, lié aux installations conchylicoles, et à une prolifération des lanices modifierait progressivement les communautés originelles [23]. Plusieurs transects intertidaux ont été réalisés au printemps 2006 dans le cadre du programme BRANCH. La carte biosédimentaire [20] et les dernières études quantitatives (station marine de Wimereux) de la zone subtidale étant anciennes, une station subtidale a été échantillonnée au cours des campagnes exploratoires 2006.

2.5.11. Masse d'eau de transition HT06M, baie des Veys (fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny)

2.5.11.1. Caractéristiques générales

Cette masse d'eau de transition est constitué d'un vaste estran (87% de la surface totale) sablo-vaseux, dont le hauts niveaux sont colonisés par les schorres. Les chenaux, formés par les apports de la Douve et de la Vire, séparent cet estran en 3 grands ensembles : "rive" est, centre sud, et "rive" ouest. Des parcs à huîtres sont implantés sur la plus grande partie du médiolittoral de la "rive" ouest, avec une production annuelle estimée proche de 11 000 tonnes. L'ensemble de ce littoral fait partie du parc naturel régional (marais du Cotentin et du Bessin) et est classé en ZNIEFF, Natura2000 et RAMSAR. L'ensemble de la masse d'eau est en ZIC Oiseaux. Une partie du littoral de Sainte-Marie du Mont est une réserve naturelle et biogénétique.

2.5.11.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Un herbier à *Zostera noltii*, très peu étendu, ne permet pas de suivi stationnel. Les schorres, bien implantés dans tout ce fond de baie mais colonisés par la spartine anglaise, semblent en progression rapide sur plusieurs secteurs (GEMEL, comm. pers.).

Invertébrés

L'ensemble du domaine intertidal de cette masse d'eau a été échantillonné (sédiment et invertébrés) et cartographié par Olivier Timsit en 2000 ([24], GEMEL Normandie). Les lanices y sont bien implantées et prolifèrent sur les parcs ostréicoles [23]. Plusieurs transects intertidaux ont été réalisés au printemps 2006 dans le cadre du programme BRANCH.

2.5.12. Masse d'eau côtière HC13, côte de Nacre (est)

2.5.12.1. Caractéristiques générales

La zone intertidale (39% de la masse d'eau) est constituée de sédiments fins aux niveaux supérieurs (plages) et d'un grand platier rocheux en bas d'estran. Ce platier se continue dans la zone subtidale jusqu'aux sédiments, essentiellement grossiers. Les sables (25% des fonds) sont souvent très hétérogènes et leur distribution fragmentée ne favorise pas un suivi représentatif. La profondeur maximale n'excède pas -15 m. L'ensemble de l'estran est classé en ZNIEFF.

2.5.12.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Concernant les macroalgues, trois transects intertidaux ont été réalisés en 2002 par le LBBM (Laboratoire de Biologie et Biotechnologies Marines, université de Caen) à Courseulles, Bernières et Saint-Aubin. Un transect intertidal a été réalisé en 2005 à Luc-sur-mer par le GEMEL. Les laminaires *Laminaria digitata* et *L. saccharina* ont été recensées dans les années 1980 [19] sur l'ensemble du platier. Une station intertidale a été prospectée en août 2006 à Saint-Aubin afin de disposer de données récentes conformes aux critères DCE. Une station subtidale a été également prospectée en août 2006 dans ce même secteur.

Invertébrés

Un inventaire faunistique a été réalisé en 1990, avec des prélèvements à Courseulles (au droit de l'embouchure de la Seules), à Bernières, Saint-Aubin et Luc-sur-mer [25]. La faune invertébrée a également été étudiée sur les trois transects intertidaux réalisés par le LBBM en 2002. Une station intertidale a été prospectée à Courseulles au printemps et à l'automne 2006. Les sédiments subtidaux strictement fins, rares et fragmentés, ne favorisent pas un suivi représentatif des invertébrés et aucune station n'y a été prospectée, privilégiant un suivi intertidal. Aucune donnée n'est disponible sur la distribution des lanices ou des crépidules.

2.5.13. Masse d'eau côtière HC14, baie de Caen

2.5.13.1. Caractéristiques générales

La zone intertidale (34% de la surface totale) est composée essentiellement de sédiments fins. Le vaste platier des "roches du Calvados" se termine dans l'extrémité ouest de cette masse d'eau. La zone subtidale, d'une profondeur maximale de -10 m, comporte près de 85% de sables fins. Le centre et le platier à l'ouest de cette masse d'eau sont classés en ZNIEFF. Le centre et le tiers Est sont classés en ZIC et ZPS Oiseaux.

2.5.13.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Les macroalgues présentes sur le platier à l'extrême ouest, seule formation végétale remarquable, ont été échantillonnées par ECOSUB au printemps 2006.

Invertébrés

La faune invertébrée de cet estran n'a fait l'objet, à notre connaissance, d'aucune étude. La carte biosédimentaire [20] est ancienne et la seule étude quantitative disponible sur cette masse d'eau concerne le suivi de la zone subtidale de clapage et n'est donc pas pertinente pour définir une station du contrôle de surveillance. Une station intertidale et une station subtidale ont donc été échantillonnées au cours des campagnes exploratoires 2006. Aucune donnée n'est disponible sur la distribution des lanices ou des crépidules.

2.5.14. Masse d'eau de transition HT04M, Estuaire de l'Orne

2.5.14.1. Caractéristiques générales

L'Orne, dans la partie la plus amont, doit faire l'objet d'un suivi DCE adapté aux eaux douces qui n'est pas l'objet de ce rapport. La partie la plus aval de l'estuaire de l'Orne, fortement modifié par des aménagements importants (canaux, port et terminal Ferry de Ouistreham) présente cependant un paysage typiquement maritime (entièrement classée en ZNIEFF, ZIC et ZPS Oiseaux). La rive Est, avec une grande partie de terrains du conservatoire littoral, est la plus préservée. La zone intertidale (66%, le reste étant constitué par les chenaux) est entièrement composée de sédiments fins : vasières et bancs de sables.

2.5.14.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Cette masse d'eau ne possède pas de formations végétales benthiques suffisantes pour le suivi préconisé par la DCE. Les terrains du conservatoire naturel de la rive Est, situés sur la commune de Merville-Franceville, présentent de vastes dunes, aux formations végétales caractéristiques. Ces formations, les vasières et le schorre (très résiduel) ont été cartographiées sur 5 sites en 1998 [26].

Invertébrés

La faune invertébrée de cet estran n'a fait l'objet, à notre connaissance, d'aucune étude. Une station intertidale a été prospectée en 2006, sur la limite nord-est. La partie subtidale (chenal et canaux) ne se prête pas à un suivi représentatif des invertébrés et aucune station n'y a été prospectée, privilégiant un suivi intertidal. Aucune donnée n'est disponible sur la distribution des lanices ou des crépidules.

2.5.15. Masse d'eau côtière HC15, côte fleurie

2.5.15.1. Caractéristiques générales

L'estran (28% de la masse d'eau) et les fonds sont composées exclusivement de sédiments fins. La profondeur maximale est de -10 m. L'ensemble de la masse d'eau est classé en ZIC et ZPS Oiseaux et le littoral d'Houlgate à Auberville, en ZNIEFF.

2.5.15.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Cette masse d'eau ne présente aucune formation végétale remarquable.

Invertébrés

La faune invertébrée de cet estran n'a fait l'objet, à notre connaissance, d'aucune étude. Une station intertidale a donc été prospectée à Villers en 2006. Outre la carte biosédimentaire réalisée dans les années 1970 [20], aucune étude plus récente de la faune benthique subtidale n'est disponible. Une station subtidale a donc également été échantillonnée au cours des campagnes exploratoires 2006. Aucune donnée n'est disponible sur la distribution des lanices ou des crépidules.

2.5.16. Masse d'eau de transition HT03M, estuaire de Seine aval

2.5.16.1. Caractéristiques générales

L'estuaire de Seine aval est typiquement une masse d'eau de transition compte-tenu des apports importants de ce fleuve, mais conserve une composante marine dominante. Cette masse d'eau est fortement modifiée par ses aménagements importants (ports et ville du Havre, zones industrielles, canalisation et dragage du chenal navigable). La zone intertidale (31% de la surface totale) est essentiellement constituée de bancs sableux, de vasières et de schorres. Un platier rocheux est présent entre Trouville et Villerville. Les fonds, d'une profondeur globalement supérieure à -5 m mais atteignant -16 m au niveau du chenal d'accès au Havre, sont constitués à plus de 70% de sédiments fins. Les sédiments du quart nord-ouest (face au Havre) sont plus hétérogènes et peuvent présenter une fraction grossière importante. L'ensemble de la rive droite a été très remaniée récemment, dans le cadre du projet d'extension Port2000. Ce projet, d'ambition internationale, reflète l'importance de l'activité portuaire, essentiellement commerciale et industrielle. Cependant, une grande partie de cette masse d'eau est classée en ZNIEFF, Natura2000, ZIC et ZPS Oiseaux et réserve naturelle. La moitié amont fait partie du parc naturel régional des boucles de la Seine normande.

2.5.16.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Le platier de Villerville ne semble pas présenter de couverture en macroalgues suffisante pour un suivi. Les vasières intertidales étant situées dans la partie plus amont, seule la rive nord, ayant un vaste estran, est susceptible de présenter des schorres. La partie centrale est occupée par la zone industrielle et donc fortement impactée. Seule la partie amont de la rive nord (à l'est du cap du Hode) présente de véritables formations de schorres. Ces schorres et vasières ont été étudiés ponctuellement par la CSLHN et le GEMEL et sont colonisés par la spartine anglaise.

Invertébrés

Si aucune cartographie biosédimentaire numérisée, hormis celle réalisée dans les années 1970 [20], n'est disponible à ce jour, l'estuaire de Seine a fait depuis régulièrement l'objet de nombreuses études dans ce domaine. Plusieurs suivis y sont encore actifs actuellement. La macrofaune intertidale a été régulièrement étudiée par le GEMEL (*cf.* Michel Desprez) et la CSLHN (*cf.* Sylvain Duhamel). Le suivi CSLHN est toujours actif sur plusieurs radiales, notamment deux stations (fosses nord et sud, conformes aux critères DCE), échantillonnées au printemps 2006 dans le cadre du suivi de la réserve naturelle. La présence de lanices en densités significatives dans la fosse sud est avérée. Parmi les études récentes de la zone subtidale, plusieurs stations ont été échantillonnées, selon divers protocoles, au cours du programme Seine-Aval. Dans le cadre de l'étude d'impact de l'extension Port2000, la CSLHN suit plusieurs stations dont deux (nord et sud), sont conformes aux critères DCE. Ces stations, suivies annuellement depuis 2000 puis deux fois par an, ont été échantillonnées au printemps et à l'automne 2006.

2.5.17. Masses d'eau de transition HT02M et HT01M, estuaire de Seine moyen et amont (Poses)

Ces deux masses d'eau de transition de l'estuaire de Seine sont typiquement fluviales et doivent faire l'objet d'un suivi DCE adapté aux eaux douces. Ces masses d'eau sont étudiées par le service de Navigation de la Seine (SNS) et dans le cadre du programme Seine-Aval. La masse d'eau HT02M fait l'objet de multiples protections telles que Natura2000, ZNIEFF, ZPS Oiseaux, parc naturel régional des boucles de la Seine normande.

2.5.18. Masse d'eau côtière HC16M, Le Havre - Antifer

2.5.18.1. Caractéristiques générales

Cette masse d'eau, situé entre les caps de la Hève et d'Antifer est fortement modifiée : port et ville du Havre au sud et terminal pétrolier du Havre-Antifer au nord, délimité par une vaste digue de 3500 mètres depuis le milieu des années 1970. L'ensemble du littoral est classé en ZNIEFF et le nord (entre le cap et le terminal d'Antifer) est une zone Natura2000. L'estran, relativement étroit (9% de la surface totale), comporte de nombreux platiers rocheux. Les plages, serties entre ces platiers et les hautes falaises calcaires, sont alimentées en éléments grossiers (graviers, galets) issus de l'érosion marine. Les fonds, dont la profondeur augmente du sud au nord, sont composés en grande majorité (75%) de sédiments fins et atteignent -25 m autour du terminal pétrolier.

2.5.18.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Dans le cadre de l'inventaire qualitatif de la faune et quantitatif de la flore intertidale des substrats rocheux réalisé par la CSLHN, 4 transects ont été réalisés en 2002-2003 (Cap de la Hève, Octeville, Saint-Jouin et Bruneval). Le platier d'Octeville (échantillonné en juin et août 1996 puis en mai et août 2002), bien que présentant une ceinture de fucales peu développée, semble le plus propice au contrôle de surveillance DCE. Aucune information n'est disponible sur les macroalgues de la zone subtidale.

Invertébrés

Les sédiments fins étant privilégiés pour les suivis, cette zone intertidale n'est pas propice. Dans le cadre des suivis commandités par le port autonome du Havre, la faune des fonds au large de cette masse d'eau (32 stations, jusqu'à 3 milles nautiques de la côte) a été échantillonnée par la CSLHN. Parmi les stations incluses dans la masse d'eau et conforme aux critères DCE, une station a été suivie annuellement de l'automne 2002 à l'automne 2006. Aucune information n'est disponible sur la répartition des crépidules dans ce secteur.

2.5.19. Masse d'eau côtière HC17, pays de Caux (sud)

2.5.19.1. Caractéristiques générales

L'étroite zone intertidale (13% de la masse d'eau, avec un linéaire côtier d'environ 60 kilomètres) est limitée sur la majeure partie du littoral par de hautes falaises calcaires. L'estran est composé principalement de vastes platiers calcaires, alimentant en éléments grossiers friables les rares plages. La couverture sédimentaire, inter- et subtidale, de ce secteur est mal connue (carte G non publiée) mais les fonds semblent essentiellement grossiers : cailloutis et graviers, d'après la carte de Vaslet *et al.* (1978) ne couvrant que la moitié de ces fonds. La profondeur maximale est de -22 m au large de Veulette. La majeure partie de l'estran est classé en ZNIEFF et Natura2000. Une vaste zone, jusqu'à 6 km de la côte entre Fécamp et Saint-Pierre-en-Port, est classée en ZIC et ZPS Oiseaux. La centrale nucléaire de Paluel se situe dans la moitié Est de cette masse d'eau.

2.5.19.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Dans le cadre de l'inventaire qualitatif de la faune et quantitatif de la flore intertidale des substrats rocheux réalisé par la CSLHN, 9 transects ont été réalisés en 2002-2003 (Etretat, Bénouville*, Grainval, Senneville*, Grandes Dalles, Veulettes*, Saint-Valery, Veules et Saint-Aubin). Le platier de Bénouville présente l'avantage d'un suivi annuel relativement ancien (depuis 1999 et échantillonné dernièrement en mai et septembre 2006), d'une ceinture de fucales bien nette et de la présence de laminaires subtidales. Une stations subtidale a été prospectée en plongée dans le prolongement de cette radiale en août 2006. Les laminaires seraient beaucoup plus rares à l'est de Senneville. Dans le cadre du programme IGA (Impact des Grands Aménagements) de la centrale de Paluel, la biomasse et la fertilité de populations de *Fucus* spp. est suivi deux fois par an, depuis 1994, par le département DYNECO du centre Ifremer de Brest sur 3 platiers (Val-Martin, Veulettes, Saint-Valery). Par ailleurs, les ulves seraient en nette progression depuis une dizaine d'année et des zones d'accumulation auraient été observées localement sur le littoral cauchois.

Invertébrés

La carte biosédimentaire des années 1970 [27] classe la grande majorité des fonds dans la catégorie : "Peuplement des fonds durs et caillouteux" et "Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile". La seule zone de sédiments fins signalée à l'ouest de Fécamp, serait très restreinte sur la carte G plus récente. Ces différences avec la seule carte G disponible, s'expliquant en partie par la vaste échelle utilisée, montrent qu'une réactualisation plus fine serait nécessaire pour ce secteur. Cependant, la faible occurrence des sédiments fins intertidaux et subtidaux n'est pas favorable à un suivi DCE de ce paramètre dans cette masse d'eau. Aucune information n'est disponible sur la répartition des crépidules dans ce secteur.

* Sites intertidaux suivis annuellement depuis 1999.

2.5.20. Masse d'eau côtière HC18, pays de Caux (nord)

2.5.20.1. Caractéristiques générales

L'étroite zone intertidale (17% de la surface totale) est limitée sur la majeure partie du littoral par de hautes falaises calcaires. L'estran est composé principalement de vastes platiers calcaires et de quelques plages. Les sédiments fins subtidaux sont abondants (plus de 30%), mais leur distribution est souvent hétérogène. La profondeur, majoritairement inférieure à -10 m, atteint -20 m au large de Penly. Une grande partie de l'estran est classé en ZNIEFF et Natura2000. L'extrémité nord de l'estran, depuis Mers-les-bains, fait partie d'un périmètre RAMSAR. Un secteur à l'ouest de Sainte-Marguerite bénéficie d'un arrêté de biotope. La centrale nucléaire de Penly se situe approximativement au milieu de cette côte.

2.5.20.2. Caractéristiques biologiques

Végétation

Dans le cadre de l'inventaire de la faune (qualitatif) et de la flore (quantitatif) intertidale des substrats rocheux réalisé par la CSLHN, 4 transects ont été réalisés en 2002-2003 (Hautot-Pourville, Berneval, Criel et Bois de Cise). Le platier d'Hautot-Pourville (échantillonné en juin et août 1997 puis en juin et septembre 2002) présente une ceinture de fucales très nette et semble le plus propice au contrôle de surveillance DCE. Les laminaires seraient très rares dans ce secteur et aucune information n'est disponible sur les macroalgues de la zone subtidale. Le phytobenthos n'est pas suivi dans le cadre du programme IGA de la centrale de Penly.

Invertébrés

La carte biosédimentaire réalisée dans les années 1970 [27] classe la majorité des fonds dans la catégorie : "Peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba* – *Pectinaria koreni*". L'échelle et l'ancienneté de cette carte nécessiterait une réactualisation plus fine pour ce secteur. Une station subtidale a été échantillonnée à proximité de Dieppe au cours des campagnes exploratoires 2006. Aucune information n'est disponible sur la répartition des crépidules dans ce secteur. La présence de cette espèce, en densité significative (environ 50 individus par mètre carré), a cependant été observée sur la station prospectée.

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 (télé-détection)	

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 [28]), 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 Seine-Normandie, 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 Seine-Normandie, 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.

L'archipel de Chausey, compte-tenu de son éloignement de la côte, a été pressenti comme potentiellement en "très bon état" et cette masse d'eau sert de référence pour tous les paramètres dont le suivi est possible (macroalgues intertidales et subtidales, herbier de *Zostera marina*, invertébrés benthiques intertidaux).

Les autres sites ont été choisis compte-tenu de la nécessité de définir au moins une station de référence pour chaque type de masse d'eau et de minimiser les sources de perturbations. Seul le suivi de fucales à Diélette bénéficie d'une série de données ancienne et continue (suivi IGA semestriel depuis 1977), bien que certains paramètres nécessaires à la DCE (recouvrement, épiphytes) n'aient pas été acquis. Toutes les autres stations ont été échantillonnées très récemment et leur adéquation devra être validée.

Le maërl, dont l'extension et l'état présents sont inconnus (bien qu'une station conforme pour le contrôle de surveillance ait été échantillonnée en 2006 à Chausey), ne permet pas actuellement de statuer sur l'opportunité d'une station de référence en Seine-Normandie pour ce paramètre.

Les herbiers à *Zostera noltii*, présents dans le district mais à l'état résiduel ne permettent pas de suivi stationnels.

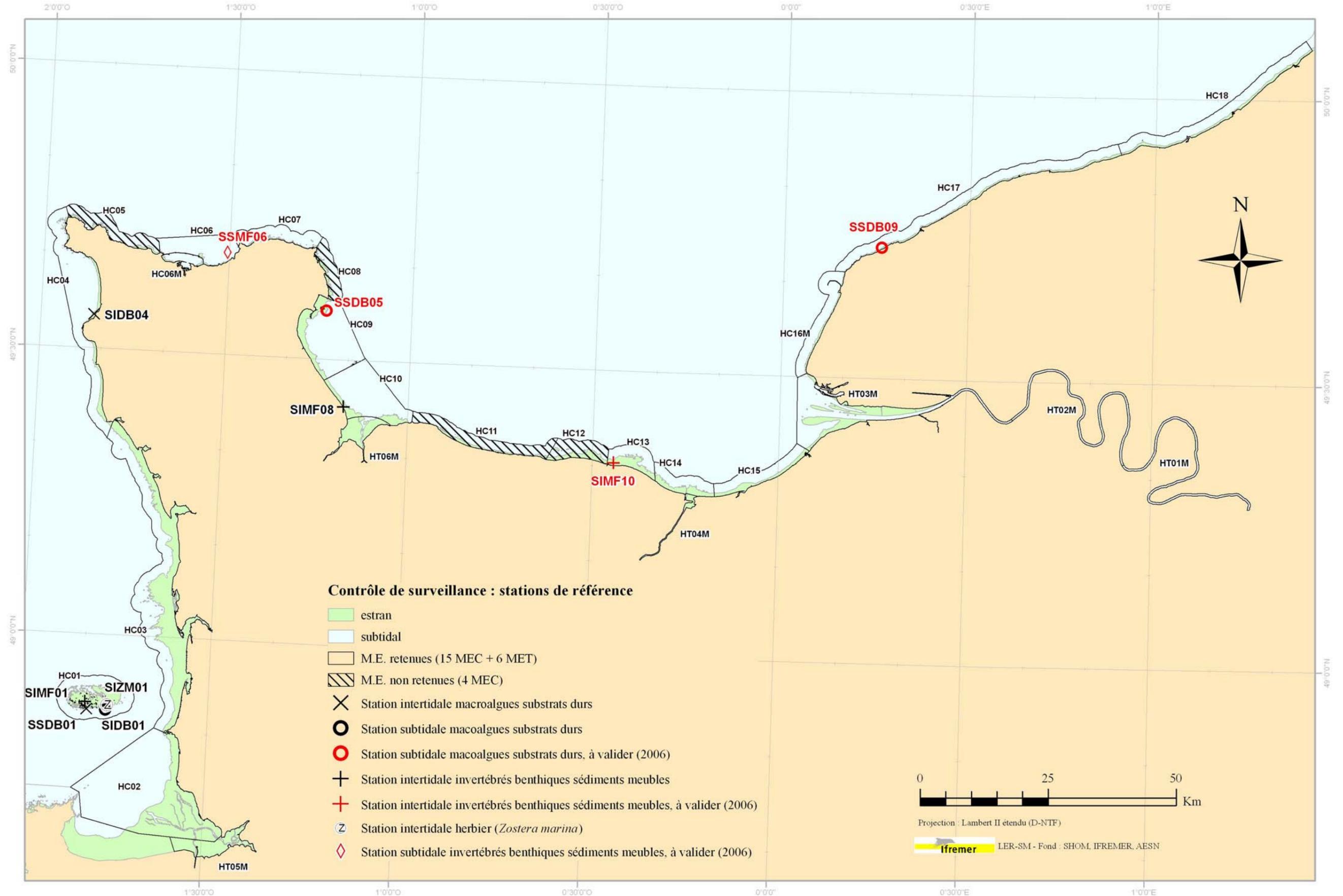
L'ensemble des stations de référence sont incluses dans les contrôles de surveillance stationnel et surfacique. Une attention particulière devra être portée aux secteurs proches de ces stations, lors des suivis surfaciques.

La définition et la localisation, pour chaque paramètre benthique et chaque masse d'eau, des stations de référence 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 (Fucaltes)	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	HC08	Barfleur	non									
		HC17	Pays de Caux (sud)	oui		SSDB09 (à valider)							
		HC18	Pays de Caux (nord)	oui									
C03	Côte vaseuse modérément exposée	HC15	Côte fleurie	oui									
		HC16M	Le Havre - Antifer	oui									
C07	Côte à grande zone intertidale et à dominante vaseuse	HC02	Baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)	oui									
		HC09	Anse de St-Vaast-la-Hougue	oui		SSDB05 (à valider)							
		HC10	Baie des Veys	oui					SIMF08				
C11	Côte principalement sableuse macrotidale	HC11	Côte du Bessin	non									
		HC12	Côte de Nacre (ouest)	non									
		HC13	Côte de Nacre (est)	oui						SIMF10 (à valider)			
		HC14	Baie de Caen	oui									
C15	Côte rocheuse macrotidale profonde	HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	oui		SIDB04							
		HC05	Cap de la Hague (nord)	non									
		HC07	Cap Levy - Gatteville	oui									
C16	Rade de Cherbourg	HC06	Rade de Cherbourg	oui									
		HC06M	Cherbourg (intérieur grande rade)	oui									
C17	Côte à grande zone intertidale et à mosaïque de substrat	HC01	Archipel Chauvsey	oui		SIDB01	SSDB01		SIZM01		SIMF01		
		HC03	Ouest Cotentin	oui									
T04	Estuaire mésotidal très peu salé	HT02M	Estuaire de Seine moyen	oui									
		HT01M	Estuaire de Seine amont (Poses)	oui									
		HT05M	Baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)	oui									
T05	Estuaire petit ou moyen macrotidal fortement salé à débit moyen	HT06M	Baie des Veys (fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny)	oui									
		HT04M	Estuaire de l'Orne	oui									
		HT03M	Estuaire de Seine aval	oui									

Figure 8 : Localisation des stations proposées 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 15. Les couleurs utilisées dans les tableaux correspondent à la végétation (en vert) et aux invertébrés (en orange). La teinte foncée indique 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. Les stations de référence, pour chaque paramètre, sont indiquées par une bordure bleue. Les stations indiquées en rouge ont été prospectées pour la première fois en 2006 et devront être confirmées au vu des données acquises et des suivis ultérieurs. Les secteurs colorés sur les cartes (figures 10 à 13 et 15), 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 (notamment les substrats rocheux pour les fucales, les sédiments meubles pour les blooms d'algues opportunistes et les habitats particuliers pour les herbiers, schorres, maërl, crépidules, lanices ou hermelles) sont concernés par ces suivis.

La stratégie d'échantillonnage choisie actuellement pour les invertébrés benthiques des sédiments meubles subtidaux en Seine-Normandie (1 station de 5 réplicats) diffère de la stratégie du Reben 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.

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 à l'aval de la majorité de ces masses d'eau en Seine-Normandie, et pour maintenir un continuum du littoral suivi, toutes les masses d'eau de transition de ce district ont été intégrées au contrôle de surveillance proposé ici, à l'exception de l'estuaire de Seine moyen (HT01) et amont (HT02), typiquement fluviaux.

5.1. Paramètres biologiques "Végétation benthique"

Les stations macroalgues ont été définies dans toutes les masses d'eau présentant potentiellement 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, parfois très anciennes. Certaines de ces stations présentaient des populations de macroalgues (fucales et/ou laminaires) résiduelles, voire absentes en 2006 [33, 35]. En concertation avec l'AESN, le choix a été fait de maintenir les stations de surveillance dans ces secteurs. Dans un contexte de suivi à long terme, et de présence historique confirmée, le suivi de ce paramètre, même à l'état actuellement résiduel (contexte globalement régressif en Manche-Atlantique pour ces populations), se justifie. 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 les masses d'eau concernées (figure 10) pour pouvoir organiser une validation terrain simultanée.

Même si le district Seine-Normandie n'est pas régulièrement sujet aux échouages massifs d'algues vertes tels que ceux observés en Bretagne, des phénomènes d'échouage récents sont observés sur plusieurs secteurs et 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). Dans le cadre d'un contrat CEVA/EDF/AESN, une première étude a été menée en Basse Normandie à l'été 2006 [29].

Les principaux herbiers à *Zostera marina* du district Seine-Normandie sont localisés à Chausey (HC01) et sur le littoral ouest Cotentin (HC03). Les stations proposées ont été choisies sur la base de l'existence de données historiques, parfois anciennes. Ces stations, prospectées en août 2006, présentaient cependant des densités et des surfaces suffisantes pour un suivi pérenne au titre de la DCE (figure 12). Les herbiers à *Zostera noltii*, localisés essentiellement dans l'anse de Saint-Vaast-la-Hougue (HC09) et en baie des Veys (HT06M) mais à l'état résiduel, ne permettent pas de suivi stationnel. Pour le suivi surfacique de ces deux espèces, il sera nécessaire d'anticiper de futures acquisitions d'orthophotographies littorale géoréférencées (à basse mer de vives-eaux de très forts coefficients, les herbiers à *Z. marina* étant très bas sur l'estran) sur les masses d'eau concernées (figure 12).

Plusieurs stations ont été définies sur des schorres relativement peu soumis à de fortes pressions (figure 13). La fiche technique pour cet élément de qualité étant en cours d'élaboration, aucun protocole n'est actuellement validé. Les positions de ces stations ne sont donc pas fixées et une prospection devra être réalisée pour localiser précisément les stations adéquates. 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 13) semble être retenu par ce groupe de travail. Comme pour les autres paramètres, il sera donc 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).

Le maërl, algues calcifiées libres formant des bancs plus ou moins denses, est un cas particulier, à la fois de macroalgues subtidales et de sédiment meuble. Cet habitat est pris en compte dans l'application de la Directive Habitat (1110-3 et 1160-2, [30]) et fait partie des habitats menacés et prioritaires OSPAR [31]. Son suivi est donc préconisé dans le cadre du Rebent. Au niveau national, la station de maërl de Chausey (HC01), la seule du district, présente également l'intérêt d'être la plus septentrionale et orientale du littoral français. Les données concernant son état et son extension sont anciennes et/ou incomplètes et une réactualisation serait nécessaire sur les masses d'eau potentiellement concernées (figure 13).

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 14). L'étendu et l'état actuel du maërl dans le golfe normano-breton étant inconnue, et le suivi de ce paramètre étant recommandé pour les grands bancs de maërl [6], une station invertébré benthique subtidale a été définie sur la station de maërl de Chausey (HC01). De plus, les sédiments fins subtidaux y étant rares, cette station permet de compléter le suivi sur cette masse d'eau servant de référence pour plusieurs paramètres.

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 (figure 14). Une station intertidale a également été définie pour la masse d'eau HC10, choisie comme référence pour ce paramètre. Sur certaines masses d'eau très étendues et/ou présentant des types de fonds/peuplements très variés (HC02, HC03, HT03M), 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]. D'une manière générale, la répartition des stations a été faite de façon à homogénéiser l'effort d'échantillonnage au sein du district Seine-Normandie 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 de ces trois espèces, localement mais significativement implantées en Seine-Normandie, sont cependant indiquées dans le tableau 11 et la figure 15. Chacune de ces espèces a déjà fait l'objet de diverses 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. Les différents niveaux de veille (dont les applications respectives restent à définir) correspondent à des impacts plus ou moins forts (espèces présentes en densité et/ou extension plus ou moins importante).

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
SIMF01		Station échantillonnée entre 2002 et 2006, dans le cadre d'autres programmes
SIDB02		Station échantillonnée pour la première fois en 2006, à valider
SIZM01		Station non-échantillonnée en 2000-2006, à valider

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

Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Contrôle de surveillance	Végétation					Invertébrés benthiques								
			Macroalgues intertidales (Fuciales)	Macroalgues subtidales (Laminaires)	Macroalgues subtidales (maëri)	Blooms	Herbiers à <i>Zostera marina</i>	Herbiers à <i>Zostera noltii</i>	Schorres	substrats meubles intertidaux	substrats meubles subtidaux	Maëri (faune)	Crépidules	Lanices	Hermelles	
HC01	Archipel Chauvsey	oui	SIDB01	SSDB01	SSRA01	Veille (niveau 1)	SIZM01			SIMF01		SSRF01				
HC02	Baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)	oui	SIDB02			Veille (niveau 1)				SIMF03 SIMF04	SSMF01					
HC03	Ouest Cotentin	oui	SIDB03	SSDB02		Veille (niveau 1)	SIZM02 SIZM03			SIMF05 SIMF06	SSMF02 SSMF03					
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	oui	SIDB04	SSDB03		Veille (niveau 1)				SIMF07	SSMF04					
HC05	Cap de la Hague (nord)	non														
HC06	Rade de Cherbourg	oui				Veille (niveau 1)					SSMF06					
HC06M	Cherbourg (intérieur grande rade)	oui				Veille (niveau 1)					SSMF05					
HC07	Cap Levy - Gatteville	oui	SIDB05	SSDB04		Veille (niveau 1)										
HC08	Barfleur	non														
HC09	Anse de St-Vaast-la-Hougue	oui	SIDB06	SSDB05		Veille (niveau 1)					SSMF07					
HC10	Baie des Veys	oui	SIDB07	SSDB06		Veille (niveau 1)				SIMF08	SSMF08					
HC11	Côte du Bessin	non														
HC12	Côte de Nacre (ouest)	non														
HC13	Côte de Nacre (est)	oui	SIDB08 SIDB09	SSDB07		Veille (niveau 1)				SIMF10	SSMF10					
HC14	Baie de Caen	oui		SSDB08		Veille (niveau 1)				SIMF12	SSMF09					
HC15	Côte fleurie	oui				Veille (niveau 1)				SIMF13	SSMF10					
HC16M	Le Havre - Antifer	oui	SIDB10			Veille (niveau 1)					SSMF13					
HC17	Pays de Caux (sud)	oui	SIDB11 SIDB12	SSDB09		Veille (niveau 1)										
HC18	Pays de Caux (nord)	oui	SIDB13			Veille (niveau 1)					SSMF14					
HT05M	Baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)	oui				Veille (niveau 1)				SIMF02						
HT06M	Baie des Veys (fond de baie estuarien et chenaux d'isigny)	oui				Veille (niveau 1)				SIMF09						
HT04M	Estuaire de l'Orne	oui				Veille (niveau 1)				SIMF11						
HT03M	Estuaire de Seine aval	oui				Veille (niveau 1)				SIMF14 SIMF15	SSMF11 SSMF12					
HT02M	Estuaire de Seine moyen	oui														
HT01M	Estuaire de Seine amont (Poses)	oui														

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

Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau	Contrôle de surveillance	Végétation						Invertébrés benthiques									
			Macroalgues intertidales (Fuciales)	Macroalgues subtidales (Laminaires)	Macroalgues subtidales (maërl)	Blooms	Herbiers à <i>Zostera marina</i>	Herbiers à <i>Zostera noltii</i>	Schorres	substrats meubles intertidaux	substrats meubles subtidaux	Maërl (faune)	Crépidules	Lanices	Hermelles			
HC01	Archipel Chausey	oui	Surfacique (orthophoto)		Surfacique (acoustique)	Veille (niv.1 à 2)	Surfacique (orthophoto+ac)											
HC02	Baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC03	Ouest Cotentin	oui	Surfacique (orthophoto)		Surfacique (acoustique)	Veille (niv.1 à 2)	Surfacique (orthophoto+ac)											
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC05	Cap de la Hague (nord)	non																
HC06	Rade de Cherbourg	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC06M	Cherbourg (intérieur grande rade)	oui				Veille (niv.1 à 2)												
HC07	Cap Levy - Gatteville	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC08	Barfleur	non																
HC09	Anse de St-Vaast-la-Hougue	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)		Surfacique (orthophoto)										
HC10	Baie des Veys	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC11	Côte du Bessin	non																
HC12	Côte de Nacre (ouest)	non																
HC13	Côte de Nacre (est)	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC14	Baie de Caen	oui				Veille (niv.1 à 2)												
HC15	Côte fleurie	oui				Veille (niv.1 à 2)												
HC16M	Le Havre - Antifer	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC17	Pays de Caux (sud)	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HC18	Pays de Caux (nord)	oui	Surfacique (orthophoto)			Veille (niv.1 à 2)												
HT05M	Baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)	oui				Veille (niv.1 à 2)												
HT06M	Baie des Veys (fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny)	oui				Veille (niv.1 à 2)		Surfacique (orthophoto)										
HT04M	Estuaire de l'Orne	oui				Veille (niv.1 à 2)												
HT03M	Estuaire de Seine aval	oui				Veille (niv.1 à 2)												
HT02M	Estuaire de Seine moyen	oui				Veille (niv.1 à 2)												
HT01M	Estuaire de Seine amont (Poses)	oui				Veille (niv.1 à 2)												

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

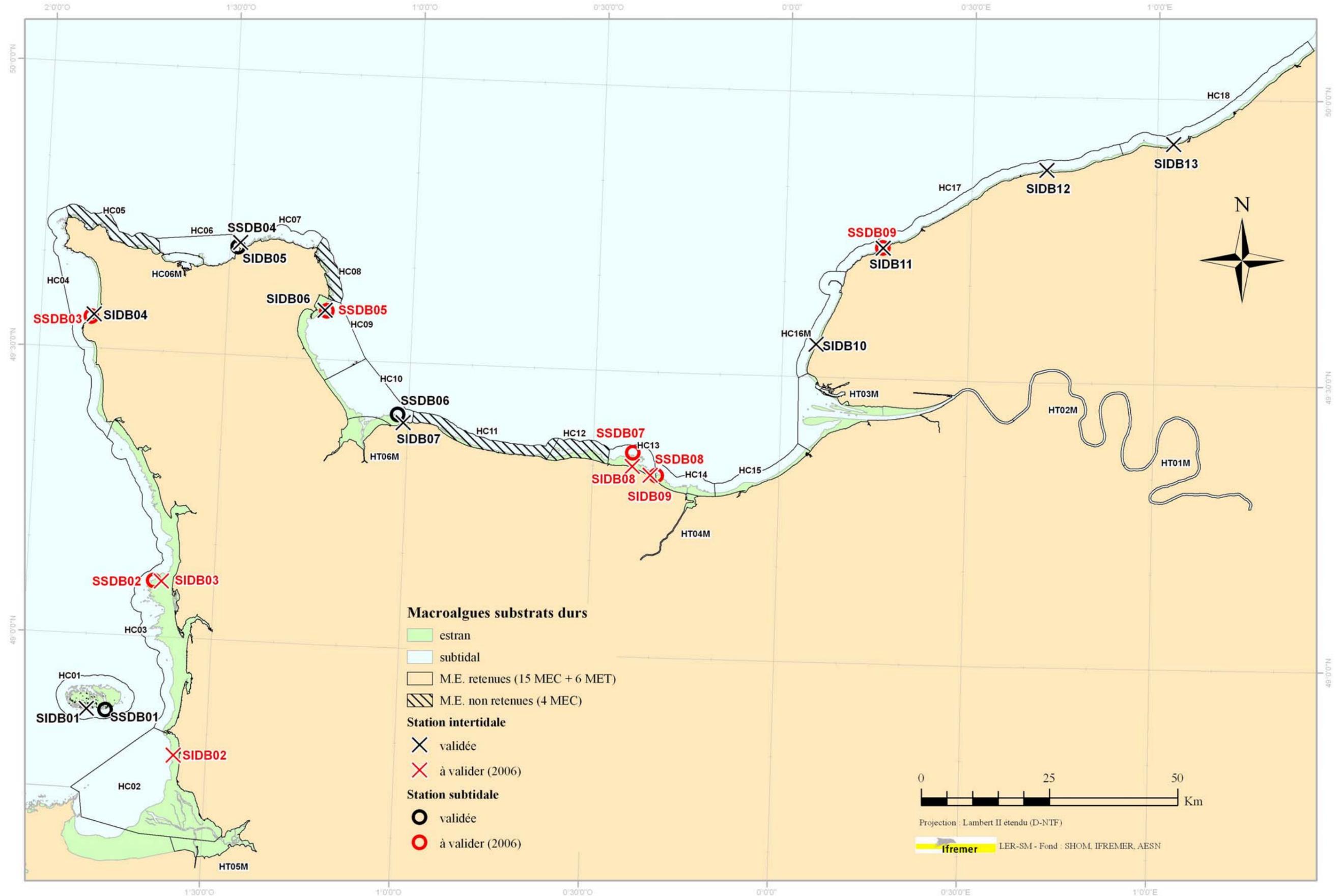


Figure 10 : Localisation des masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance surfacique des macroalgues intertidales (fuciales)

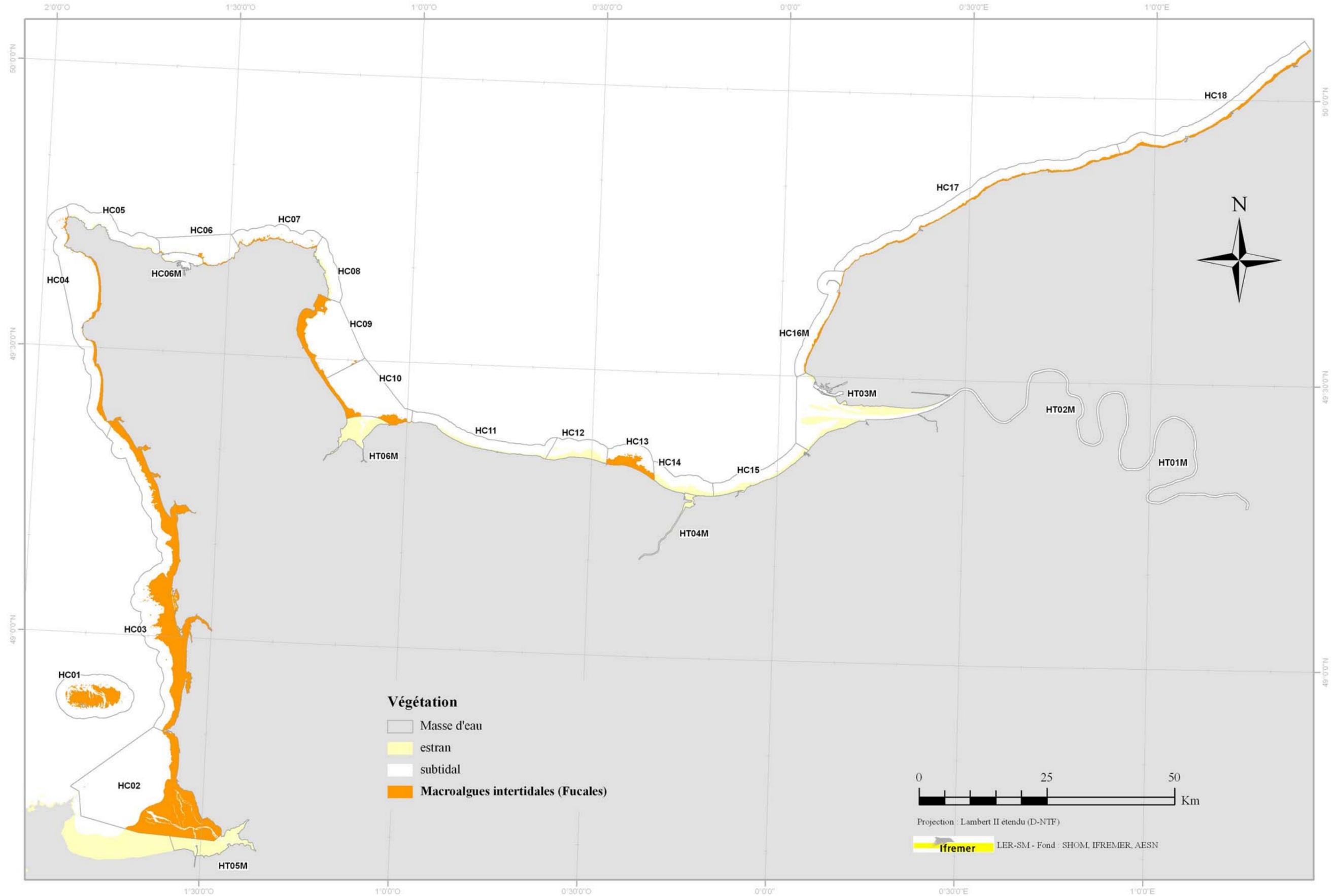


Figure 11 : Localisation des masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance (veille environnementale niveau 1) des blooms d'algues opportunistes

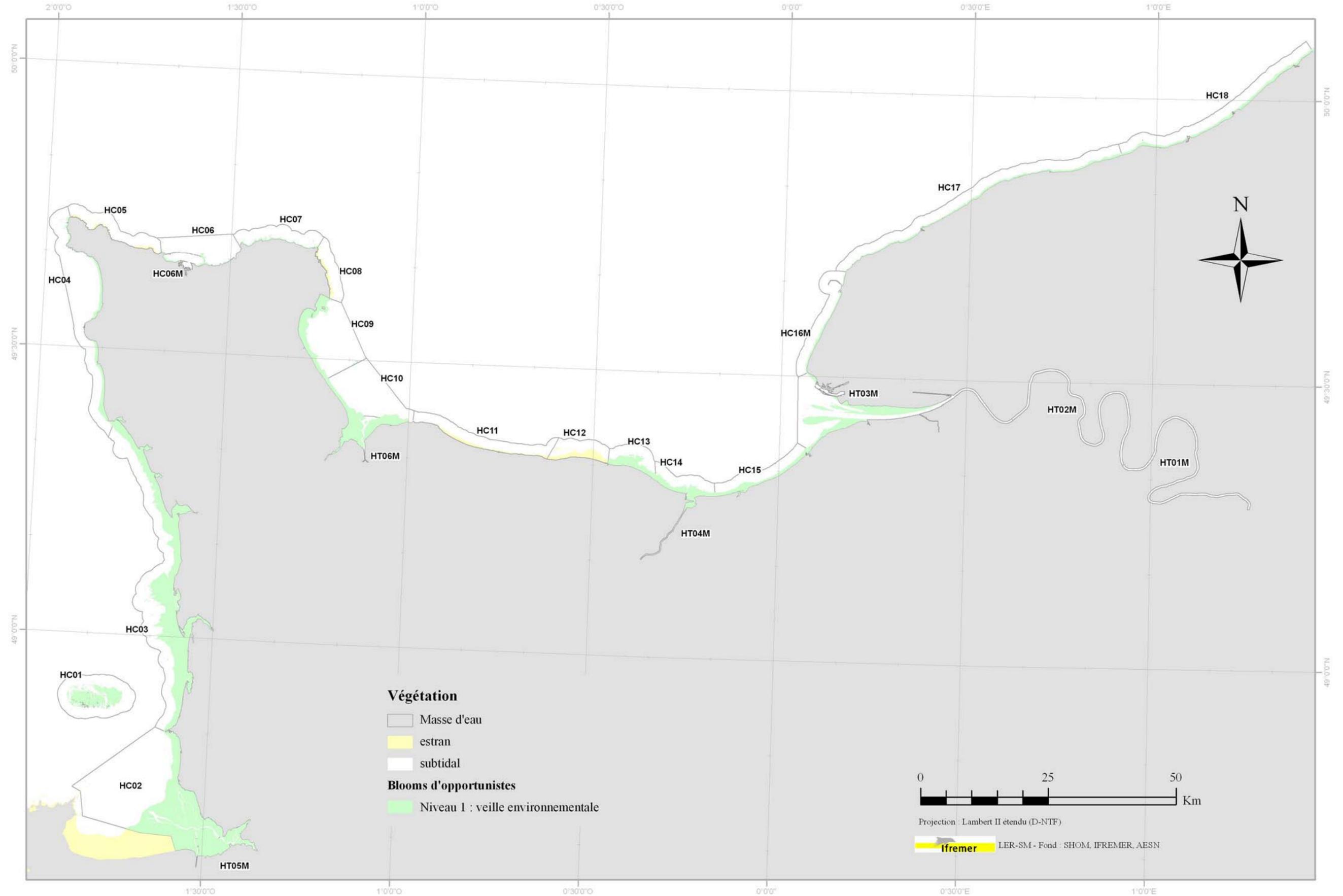


Figure 12 : Localisation des stations et masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance stationnel et surfacique des herbiers (*Zostera marina* et *Zostera noltii*)

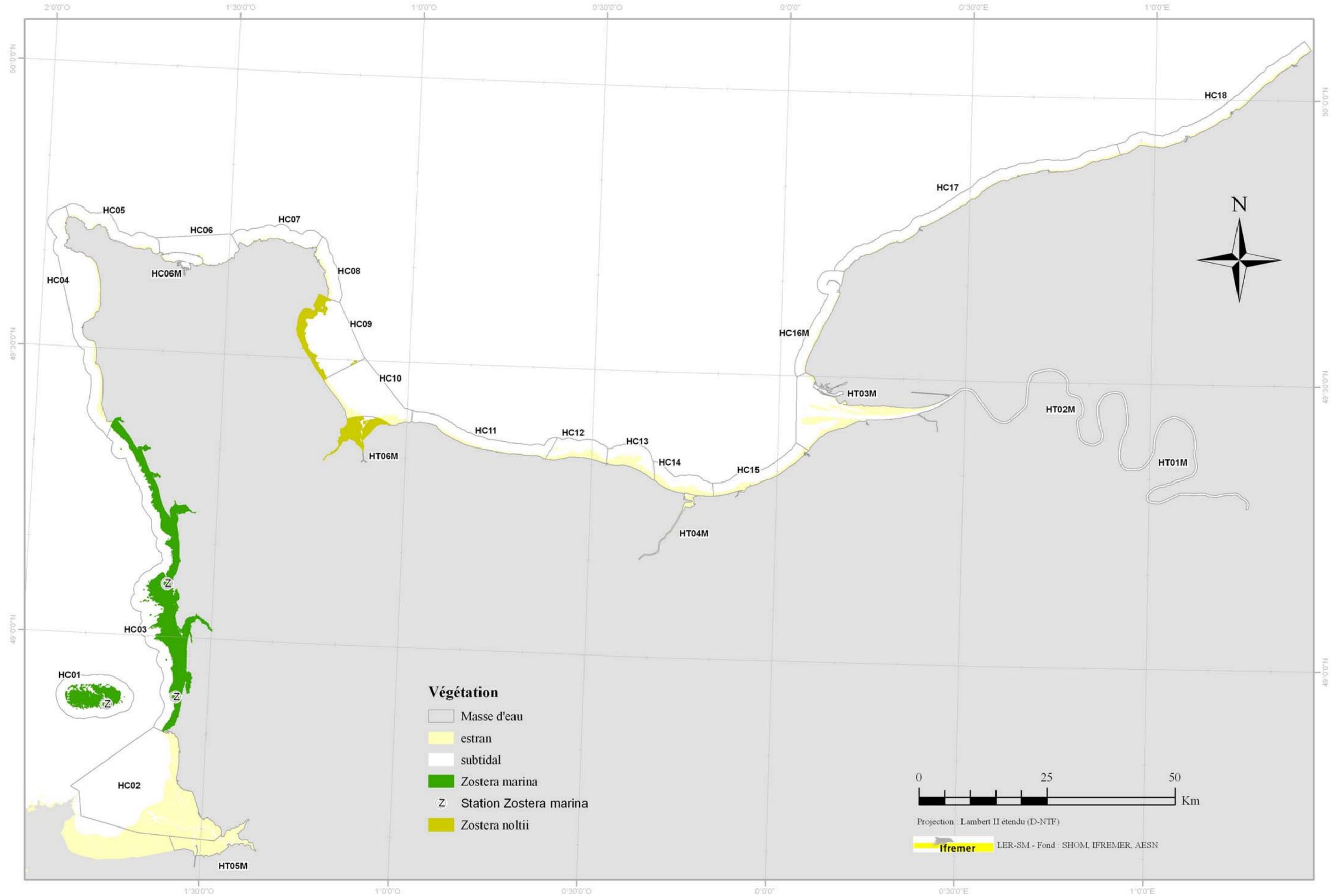


Figure 13 : Localisation des stations et masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance stationnel et surfacique des schorres et du maërl (macroalgues subtidales)

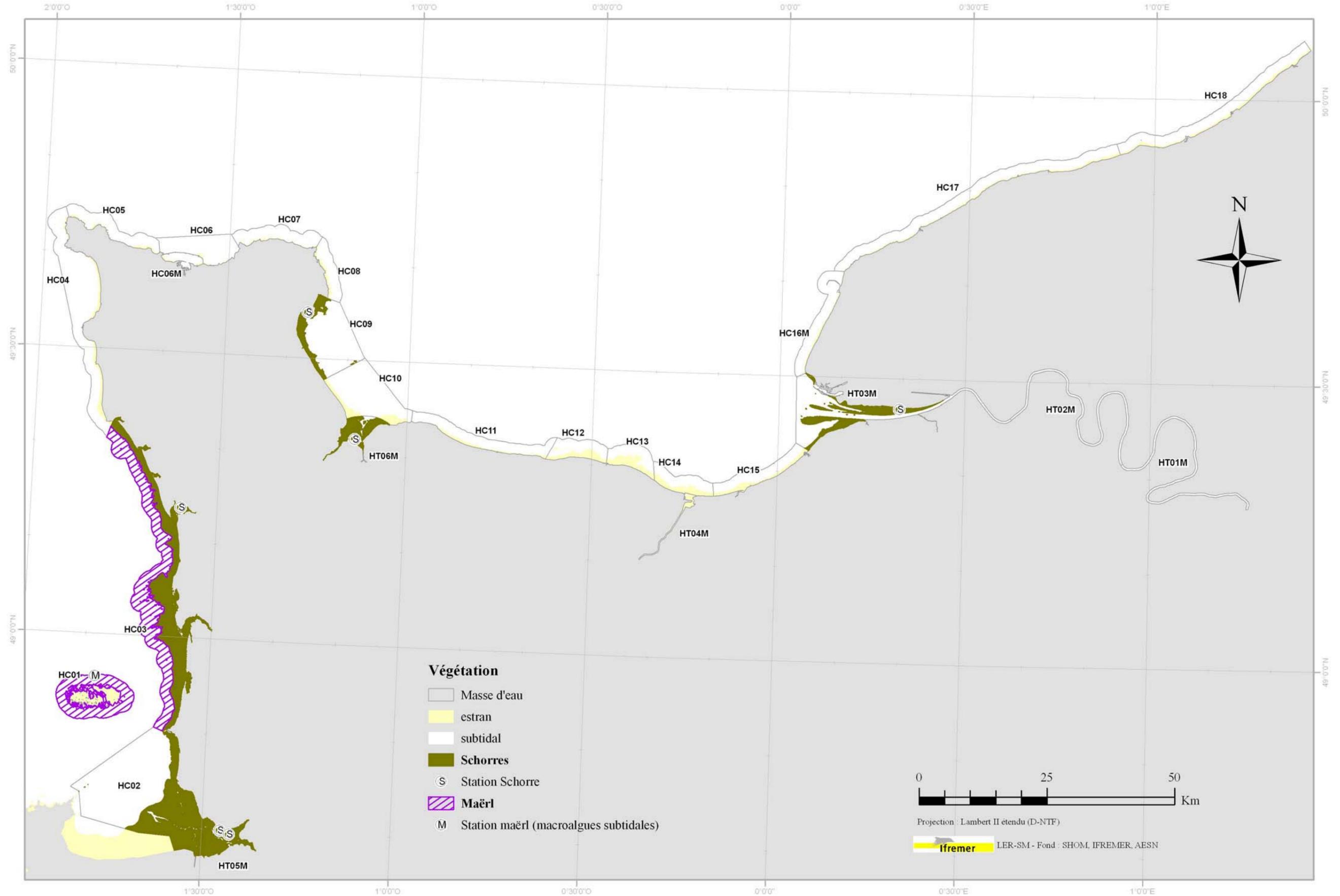


Figure 14 : Localisation des stations proposées pour le contrôle de surveillance des invertébrés des sédiments meubles intertidaux et subtidaux

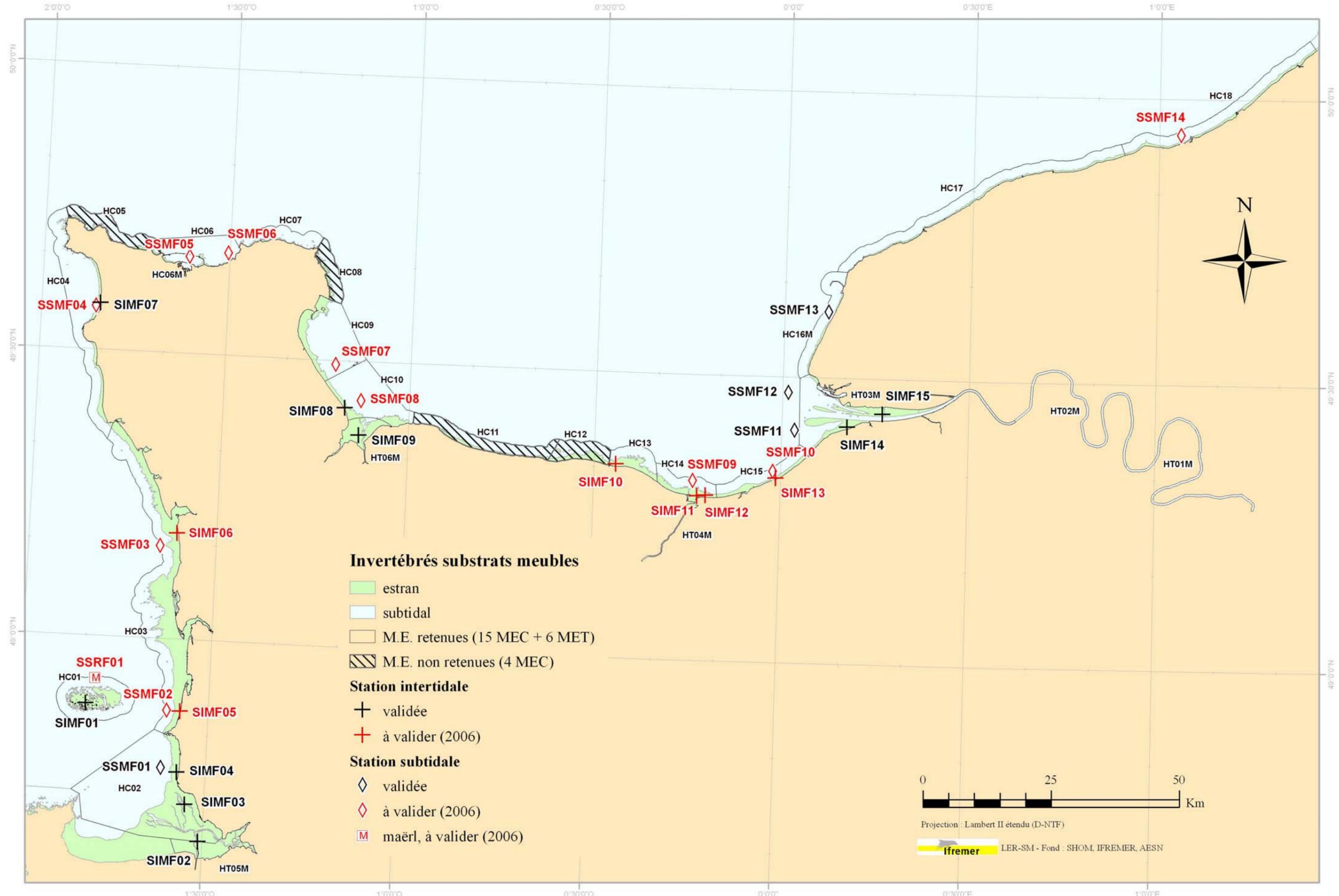
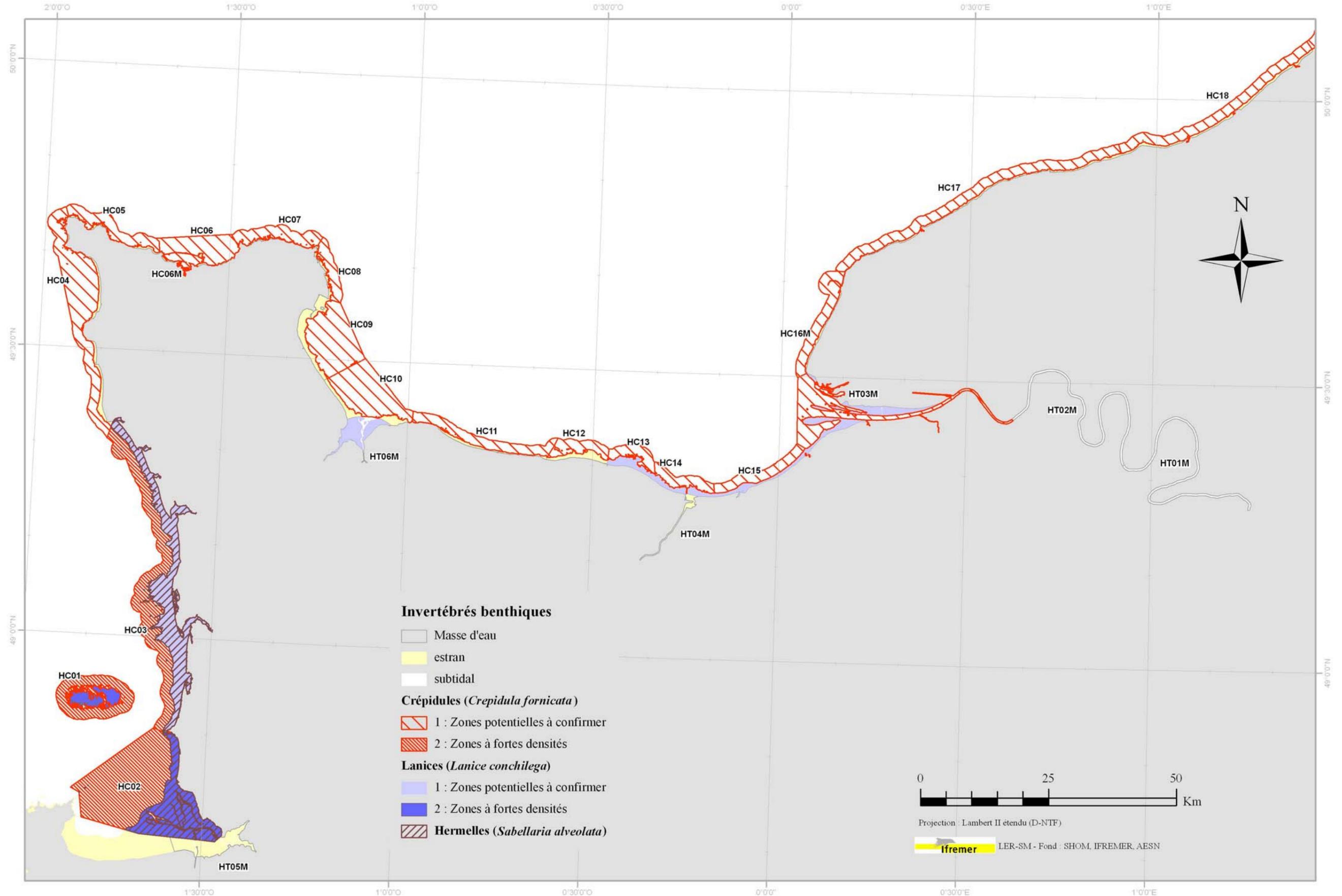


Figure 15 : Localisation des masses d'eau proposées pour le contrôle de surveillance surfacique des crépidules, lanices et hermelles



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 la Seine-Normandie 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 Seine-Normandie, il est proposé en concertation avec l'AESN de définir deux sites d'appui intertidaux et deux subtidales, choisis parmi les stations invertébrés du contrôle de surveillance. 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'AESN (réunion du 18/01/2007).

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 14). 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. La campagne aérienne (orthophotographies CASI) programmée sur l'ensemble du district pour l'été 2007 par le CEVA pourrait assurer ce suivi pour ce plan de gestion et ne serait alors à réitérer qu'en 2013.

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 Seine-Normandie était habituellement peu sujet aux échouages massifs tels que ceux observés en Bretagne depuis plusieurs années. Mais l'étude récente, menée en Basse Normandie par le CEVA [29], a conclu que certains secteurs ont connu des échouages importants à l'été 2006 qui pourraient induire une veille de niveau 2 s'ils se répétaient. A ce niveau, une fréquence minimale trisannuelle et une campagne aérienne sur les secteurs touchés seraient nécessaires pour réaliser le suivi recommandé, mais ces échouages pourraient induire le passage en contrôle opérationnel, nécessitant alors une fréquence annuelle, selon les recommandations d'experts.

Il est proposé de réaliser ces suivis surfaciques en 2009 et 2012 sur tous les secteurs éventuellement concernés, si ces phénomènes d'échouages (ou de nouveaux) sont répertoriés au cours de la veille annuelle de niveau 1 (recensement et description des échouages éventuels) de 2007 et 2008, sans présager d'éventuels contrôles opérationnels à mener en sus.

Le suivi des herbiers à *Zostera marina* sur les 3 stations définies (tableau 10, figure 12) est proposé en 2007, compte-tenu du manque actuel de données stationnelles conformes aux protocoles DCE. Cela permet également de synchroniser ce suivi avec celui des invertébrés de sédiments meubles qui est également programmé à une fréquence minimale trisannuelle. Ces stations devraient alors être ré-échantillonnées en 2010.

Le suivi surfacique des herbiers (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) 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. Une partie non négligeable des herbiers de *Z. marina* étant situé en infralittoral, leur cartographie complète nécessitera, en complément des orthophotographies littorales, une délimitation subtidale (acoustique, plongées), autant que possible simultanée.

La programmation du suivi trisannuel des schorres (dont la spartine) sur les 6 stations définies (tableau 10, figure 13) 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).

Le suivi surfacique des bancs de maërl (tableau 11, figure 13) nécessite l'acquisition de données acoustiques et une validation terrain simultanée (prélèvements au carottier type Reineck pour validation et état des algues). La programmation de ce suivi (1 fois tous les 6 ans) est conditionnée par la date de ces campagnes nécessitant des moyens nautiques importants (utilisation du sonar latéral et du carottier sur l'ensemble de la masse d'eau prospectée).

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 Seine-Normandie)

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	13	GPS, photos, transects, quadrats 0,1 m ²	2	mars à juillet	Vertes/brunes : extension, recouvrement Fuciales : extension, recouvrement, limites, vitalité	12	Orthophoto interprétation + validation terrain	1	juin à août	FT03
Macroalgues substrat rocheux subtidal	Composition spécifique, recouvrement, limites Laminaires : densités + espèces substituées	9	plongée : GPS, photos, transects, quadrats 0,25 m ²	2 (experts) 1 (MEDD)	juin à août						FT05
Algues calcifiées libres subtidales (maërl)	Faune des grands bancs uniquement : Composition spécifique, abondance et biomasse spécifiques, sédimento	1	benne 0,1 m ² (S&Mcl), maille 1 mm	6 (experts) 2 à 6 (MEDD) biomasse : 2	mars-avril	Extension, (+ station : état des algues)	2	Acoustique + bennes ou carottier	1	mars-avril	FT02 + FT10 algues : 6 réplcats faune : 5 réplcats (+ 1 sédimento)
Blooms algues opportunistes	Niv. 1 : veille Niv. 2 : suivi surfacique Niv. 3 : <i>district non concerné</i>	Niv. 1 : 19 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
Herbiers à <i>Zostera marina</i>	Caractérisation de la végétation et sédimento associée; broutage	3	prélèvements, quadrats 0,1 et 0,5 m ² , carottes	2	fin de printemps à début d'été	Extension, recouvrement, limites sup. et inf.	2	Orthophoto interprétation + acoustique + validation terrain	1	fin de printemps à début d'été	FT06 3 points de mesures /herbier
Herbiers à <i>Zostera noltii</i>	Caractérisation de la végétation et sédimento associée; broutage	0	prélèvements, quadrats 0,1m ² , carottes, comptages (bernaches)	2	juin à septembre, bernaches en hiver	Extension, recouvrement, limites sup. et inf.	2	Orthophoto interprétation + validation terrain	1	juin à septembre	FT07 3 points de mesures /herbier
Schorres (dont spartines)	<i>en cours de définition</i>	<i>6</i>	<i>en cours de définition</i>	<i>2 (MEDD)</i>	<i>en cours de définition</i>	<i>en cours de définition</i>	<i>6</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	15	carottier à main (section>0,01m ² , prof. 15 cm), maille 1 mm	6 (experts) 2 à 6 (MEDD) biomasse : 2	mars-avril	<i>Délimitation habitats</i>	<i>18</i>	<i>Synthèse cartographique (fréquences de ré-actualisation non définies)</i>			FT10 N réplcats = 0,25m ² (+ 1 sédimento)
Macrozoobenthos substrat meuble subtidal	Composition spécifique, abondance et biomasse spécifiques, sédimento	14	benne 0,1 m ² (S&Mcl ou VV), maille 1 mm	6 (experts) 2 à 6 (MEDD) biomasse : 2	mars-avril	<i>Délimitation habitats</i>	<i>16</i>	<i>Synthèse cartographique (fréquences de ré-actualisation non définies)</i>			FT10 5 réplcats (+ 1 sédimento)
Crépidules						<i>Niv. 1 : veille Niv. 2 : suivi surfacique</i>	<i>Niv.1 : 13 + Niv.2 : 3</i>	<i>Acoustique ou vidéo + drague quantitative</i>	<i>1</i>	<i>à définir</i>	<i>Pas de Fiche Technique</i>
Banquettes à Lanices						<i>Niv. 1 : veille Niv. 2 : suivi surfacique</i>	<i>Niv.1 : 6 + Niv.2 : 2</i>	<i>Orthophoto interprétation + validation terrain</i>	<i>1</i>	<i>à définir</i>	<i>Pas de Fiche Technique</i>
Hermelles							<i>2</i>	<i>Orthophoto interprétation + validation terrain</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 Seine-Normandie (un plan de gestion DCE = 6 ans)
 Pour chaque masse d'eau, 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	3 stations		13 stations			13 stations	
	Zonal	1 / 6 ans	juin à août		HC01, HC02, HC03, HC04, HC06, HC07, HC09, HC10, HC13, HC16M, HC17, HC18 (selon date orthophotos)					
Macroalgues substrat rocheux subtidal	Stationnel	1 / 6 ans	juin à aout	5 stations		9 stations				
	Zonal									
algues calcifiées libres subtidales (maërl)	Stationnel	1 / 3 ans	mars-avril	HC01 faune	HC01 faune + Biomasses			HC01 faune + Biomasses		
	Zonal	1 / 6 ans	mars-avril		HC01, HC03 (selon date campagnes acoustiques)					
Blooms algues opportunistes	Stationnel	1 / 1 an	avril à octobre	9 m.e.	19 m.e. Veille Niv.1	19 m.e. Veille Niv.1	19 m.e. Veille Niv.1	19 m.e. Veille Niv.1	19 m.e. Veille Niv.1	19 m.e. Veille Niv.1
	Zonal	1 / 3 ans	à définir selon sites impactés				Si blooms Niv.2			Si blooms Niv.2
Herbiers à <i>Zostera marina</i>	Stationnel	1 / 3 ans	fin de printemps à début d'été		3 stations (HC01, HC03 x 2)			3 stations (HC01, HC03 x 2)		
	Zonal	1 / 6 ans	fin de printemps à début d'été		HC01, HC03 (selon date orthophotos et acoustique)					
Herbiers à <i>Zostera noltii</i>	Stationnel	sans objet								
	Zonal	1 / 6 ans	juin à septembre		HC09, HT06M (selon date orthophotos)					
Schorres (dont spartines)	Stationnel	1 / 3 ans	en cours de définition		HT05M, HC02, HC03, HC09, HT06M, HT03M (selon date orthophotos)			HT05M, HC02, HC03, HC09, HT06M, HT03M (selon date orthophotos)		
	Zonal	1 / 6 ans	en cours de définition		HT05M, HC02, HC03, HC09, HT06M, HT03M (selon date orthophotos)					
Macrozoobenthos substrat meuble intertidal	Stationnel	1 / 1 à 3 ans	mars-avril	6 stations	15 stations + Biomasses	2 stations d'appui	2 stations d'appui	15 stations + Biomasses	2 stations d'appui	2 stations d'appui
	Zonal									
Macrozoobenthos substrat meuble subtidal	Stationnel	1 / 1 à 3 ans	mars-avril	10 stations	14 stations + Biomasses	2 stations d'appui	2 stations d'appui	14 stations + Biomasses	2 stations d'appui	2 stations d'appui
	Zonal									
Crépidules	Stationnel									
	Zonal	1 / 6 ans			non défini : 3 m.e. impactées (HC01, HC02, HC03) et 13 m.e. à prospecter					
Banquettes à Lanices	Stationnel									
	Zonal	1 / 6 ans			non défini : 2 m.e. concernées (HC01, HC03) et 6 m.e. à prospecter					
Hermelles	Stationnel									
	Zonal	1 / 6 ans			non défini : 2 m.e. concernées (HC02, HC03)					

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 Quadrige². 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 Quadrige². Une première version de Quadrige² (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 Rebut-DCE directement dans cette base. Les données antérieures, disponibles sous un format différent pourront être converties et intégrées progressivement.

La Base d'Informations Géoréférencées Rebut-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 répliquats/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 Quadrige²). A l'avenir, une base de donnée nationale Rebut-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 Rebut 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 Rebut-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, MNHN, GEMEL, CSLHN, ECOSUB, CEVA). 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 Quadrigé².

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 quasiment l'ensemble 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 devra être menée pour l'organisation et la programmation de campagnes acoustiques pour le domaine subtidal (maërl, avec l'opportunité éventuelle de prospections des crépidules et, pour les très petits fonds, des laminaires et des herbiers à *Zostera marina*).

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 Reben-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. et Oger-Jeanneret 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. et 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. et 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. et Le Mao P., 2006. Mise en place du réseau de surveillance benthique Rebent-DCE pour les districts hydrographiques Seine-Normandie et Artois-Picardie. Rapport intermédiaire d'activité, mars 2006. RST.DOP-LER/SM/06-003. 29p. + annexes.
- [10] Le Goff R., Riou P., Etourneau C., Maheux F., Pierre Duplessix O., Justome V., Jacqueline F., Fiant L., Françoise S., Lampert L., Ropert M. et Daniel A., 2005. Réseau hydrologique Littoral Normand. Rapport décembre 2005. RST.LERN/05.09/PB. cf. également l'Atlas régional du littoral bas-normand. (disponible sur site <http://www.ifremer.fr/littoralbasnormand/index.htm>).
- [11] Rusig A-M., Mussio I., Hacquebart P., Timsit O., Cazin J-B. et Sylvand B., 2006. Inventaires floristiques et faunistiques d'espaces naturels du littoral bas normand. Caractérisation de l'état écologique des habitats naturels et côtiers en relation avec les "ZNIEFF-MER" et la Directive Cadre Européenne Eau (3 zones d'inventaire : Chausey, Cap Levi et Tatihou). Macroalgues intertidales. GEMEL Normandie. 56 p. + annexes.

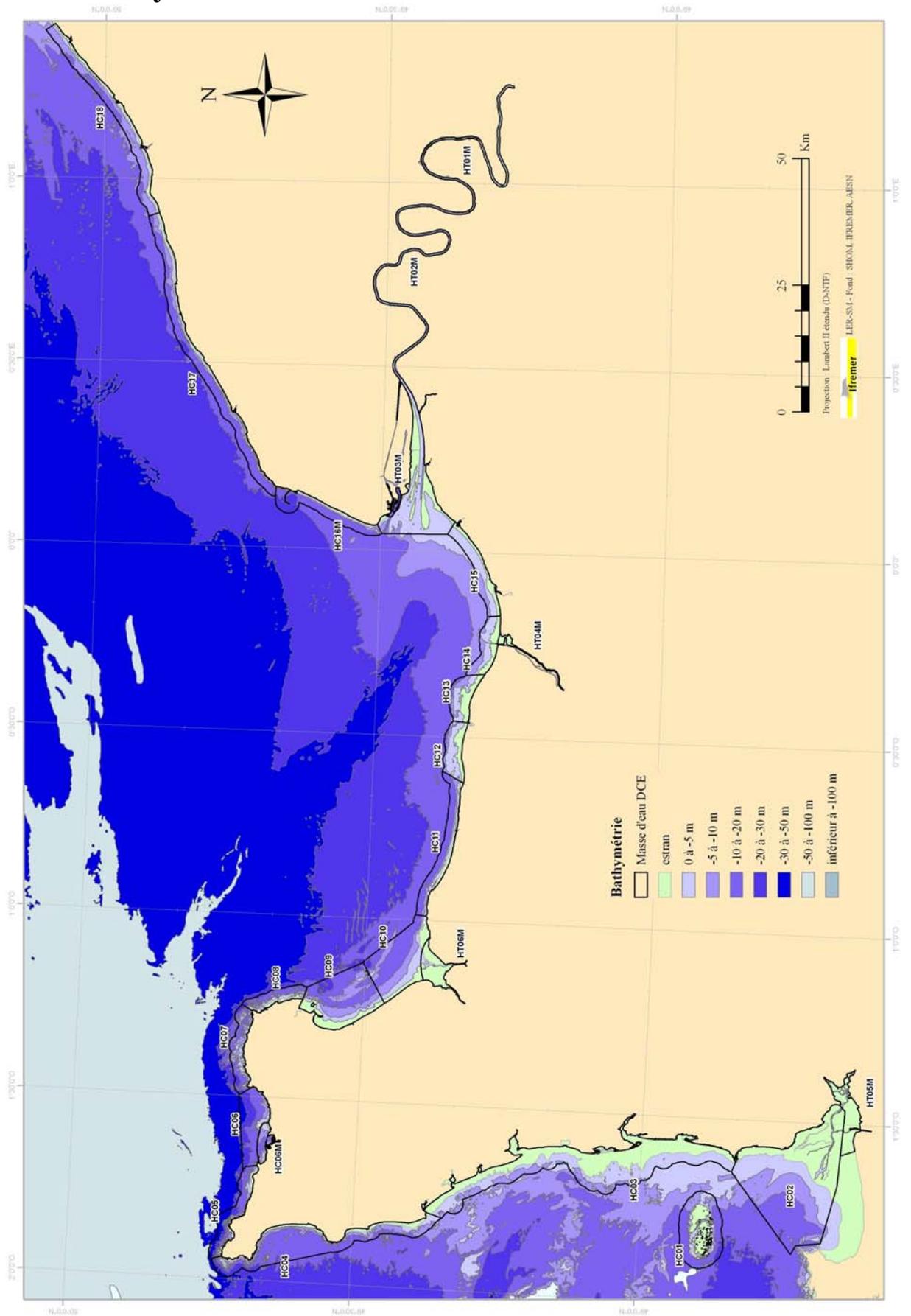
- [12] Ecosub (SARL), 2006. Inventaires floristiques et faunistiques d'espaces naturels du littoral bas normand. Caractérisation de l'état écologique des habitats naturels et côtiers en relation avec les "ZNIEFF-MER" et la Directive Cadre Européenne Eau. Macroalgues et faunes subtidales. ECOSUB. 55 p.
- [13] Ehrhold A., 1999. Dynamique de comblement d'un bassin sédimentaire soumis à un régime mégatidal: exemple de la baie du Mont-Saint-Michel. Thèse de Doctorat, Univ. Caen, 294p. + annexes.
- [14] Fournier J., 2003. Cartographie des herbiers de phanérogames marines de l'archipel des îles Chausey (Manche). Rapport DIREN, Caen. 35 p.
- [15] Fournier J., Godet L., Olivier F., Caline B. et Baltzer A., *in prep.* Distribution des formations superficielles et dynamique sédimentaire de l'archipel de Chausey (Manche). Géologie de la France, BRGM, Orléans.
- [16] Le Mao P., Retière C., Le Bec C. et Gerla D., 2004. Gérer un anthroposystème littoral à forte valeur patrimoniale : comment relever ce défi en baie du Mont Saint-Michel ? Océanis, vol. 30 n°1, pp. 95-114.
- [17] Guillaumont B., Hamon D., Lafond L-R., Le Rhun J., Levasseur J. et Piriou, J-Y., 1987. Cartographie biomorphosédimentaire du golfe normano-breton au 1/25000 sous forme de polygones. Produit numérique Rebent Ifremer-EPHE-Université, 2005.
- [18] Retière C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du golfe normano-breton. Thèse de doctorat. Université de Rennes. 369 p.
- [19] Thouin F., 1983. Cartographie et étude des populations de Laminaires de Basse-Normandie. Rapport de l'université de Caen. 59 p.
- [20] Gentil F. et Cabioch L., 1997. Carte des peuplements macrobenthiques de la Baie de Seine et de la Manche centrale sud (1976) au 1/117000 sous forme de polygones. Produit numérique Rebent Ifremer-Université-CNRS, 2004.
- [21] Timsit O., Hacquebart P., Cazin J-B. et Sylvand B., 2006. Inventaires floristiques et faunistiques d'espaces naturels du littoral bas normand. Caractérisation de l'état écologique des habitats naturels et côtiers en relation avec les "ZNIEFF-MER" et la Directive Cadre Européenne Eau (3 zones d'inventaire : Chausey, Cap Levi et Tatihou). Invertébrés benthiques intertidaux. GEMEL Normandie. 71 p. + annexes.
- [22] Sylvand B., 1995. La baie des Veys (Littoral occidental de la baie de Seine, Manche) 1972 - 1993 - Structure et évolution à long terme d'un écosystème benthique intertidal de substrat meuble sous influence estuarienne. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Caen. 409 p.
- [23] Ropert M., 1999. Caractérisation et déterminisme du développement d'une population de l'annélide tubicole *Lanice conchilega* (Palas, 1976) (Polychète *Terebellidae*) associé à la conchyliculture en Baie des Veys (Baie de Seine Occidentale). Thèse de Doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 172 p.

- [24] Timsit O., 2004. Evaluation de l'impact des dérangements d'origine anthropique sur les limicoles de la baie des Veys. Université de Rennes I & DIREN Basse-Normandie ; Rapport provisoire d'étude, 126 p.
- [25] Le Gall P., 1991. Etude de l'impact potentiel des rejets d'une station d'épuration collective aux communes de la côte de Nacre. Rapport du CREC, commandité par le Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la côte de Nacre.
- [26] Turcant A., 1998. Cartes de la végétation de l'estuaire de l'Orne - La pointe du siège - Les dunes de Merville - Le gros banc - Le terrain François - Les vases salées. Université de Caen, Caen.
- [27] 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.
- [28] Crooks J-A., 2002. *Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers*. *Oikos* 97: 153-166.
- [29] CEVA (Centre d'Etude et de Valorisation des Algues), 2006. Cartographie de la couverture algale des estrans de Normandie. Programme 1 : Cartographie qualitative et semi-quantitative de échouages d'algues vertes sur les estrans sableux de Basse Normandie. Rapport intermédiaire. CEVA/EDF/AESN. 35 pp.
- [30] Cahiers d'habitats Natura 2000. Tome 2 : Habitats côtiers. <http://natura2000.environnement.gouv.fr/habitats/cahiers.html>.
- [31] 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 au 1^{er} juillet 2004. OSPAR, pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est.
- [32] Olivier F. et Fournier J., 2007. Acquisition des données biologiques (invertébrés de sédiments meubles) complémentaires à la définition du réseau de surveillance, en application de la D.C.E. – Rapport final des campagnes 2006, secteur de l'archipel de Chausey (HC01) au cap Lévi (HC07). Muséum National d'Histoire Naturelle. Station marine de Dinard. 8 pp. + annexes.
- [33] Hacquebart P., Joncourt Y. et Sylvand B., 2007. Acquisition des données biologiques (invertébrés de sédiments meubles et macroalgues intertidales de substrats durs) complémentaires à la définition du réseau de surveillance, en application de la D.C.E. – Rapport final des campagnes 2006, secteur de Kairon (HC02) à Luc sur mer (HC13). Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux. 81 pp.
- [34] Jourde J. et Simon S., 2007. Acquisition des données biologiques (invertébrés de sédiments meubles) complémentaires à la définition du réseau de surveillance, en application de la D.C.E. – Rapport final des campagnes 2006, secteur de Ouistreham (HC14) à Dieppe (HC18). Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand. 12 pp.

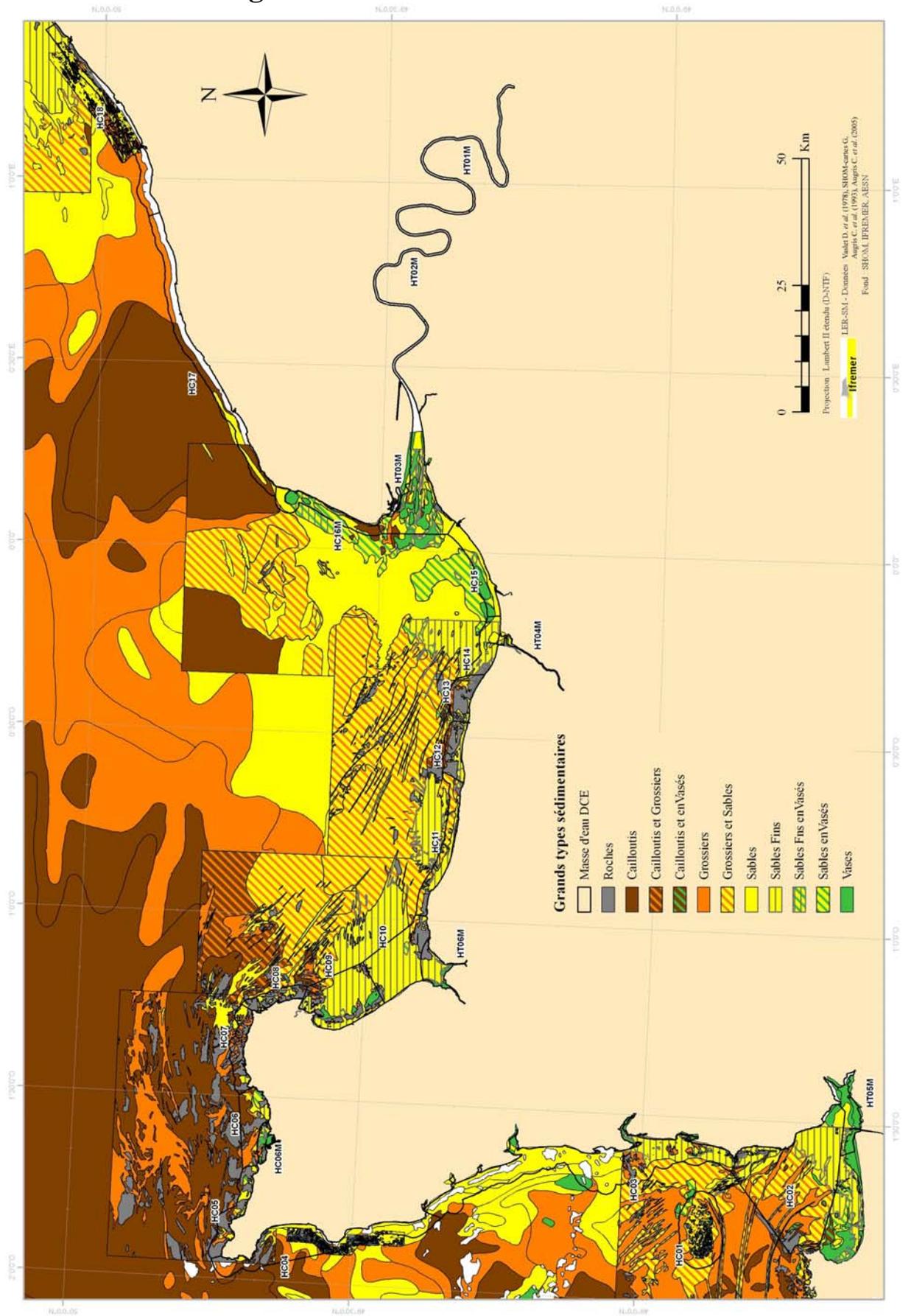
- [35] Prodhomme J., 2006. Acquisition des données biologiques (macroalgues subtidales de substrats durs) complémentaires à la définition du réseau de surveillance, en application de la D.C.E. – Rapport final des campagnes 2006, secteur de Gouville (HC03) à Bénouville (HC17). ECOSUB. 44 pp.

ANNEXES

Annexe 1 : Bathymétrie



Annexe 2 : Sédimentologie



Annexe 3 : Entités biosédimentaires principales

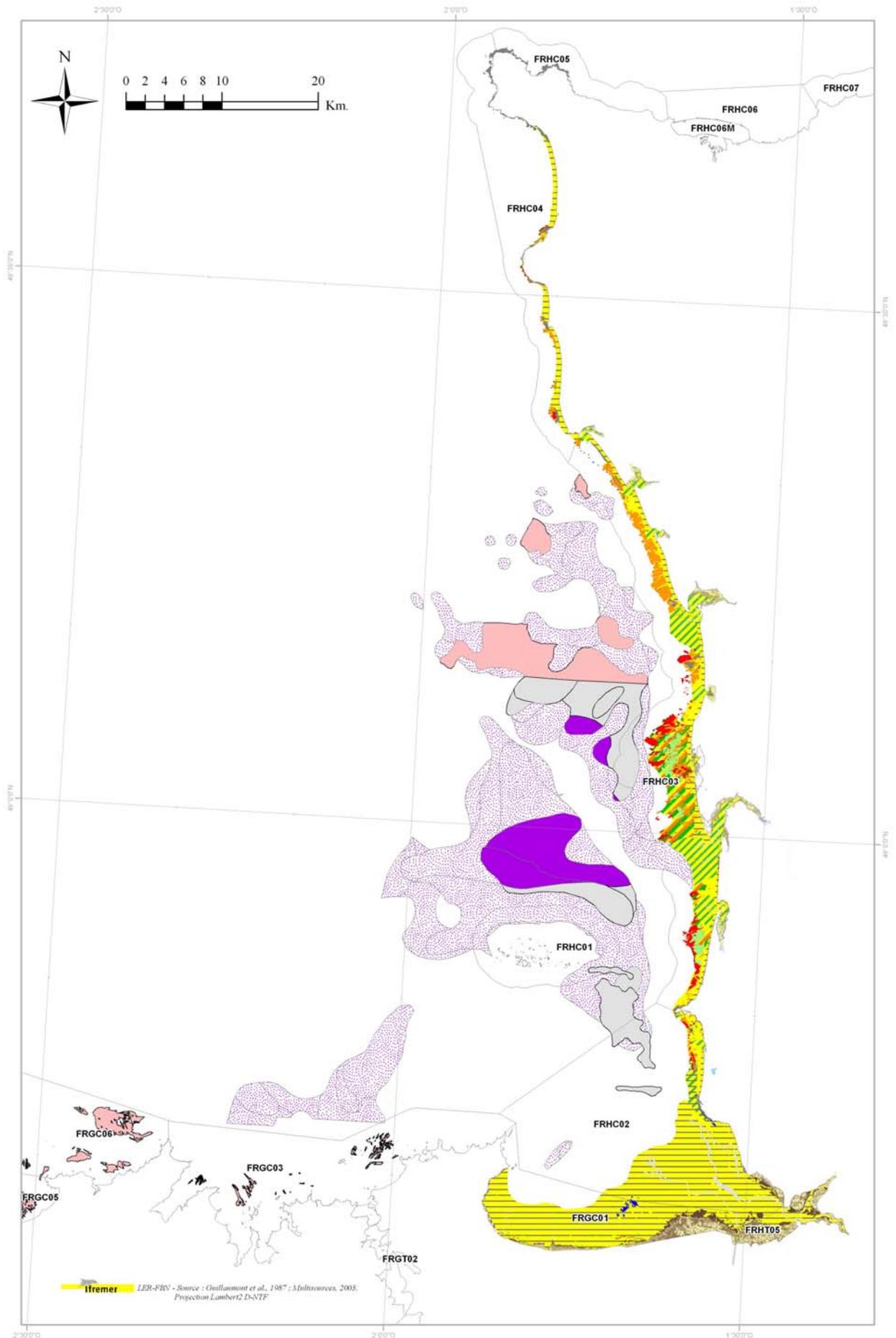
Légende

-  1, Enrochements
-  2, Platiers rocheux
-  3, Rochers dépourvus d'algues
-  4, Fucales
-  5, Rhodophycées
-  6, Laminaires
-  7, Cailloutis et blocs
-  8, Récifs d'Hermelles
-  9, Sédiments grossiers hétérogènes
-  10, Bancs coquilliers
-  11, Bancs hétérogènes
-  12, Bancs sableux
-  13, Sables moyens de basse plage
-  14, Eventails deltaïques des hâvres
-  15, Sables fins à moyens zoogènes de bas niveaux
-  16, Sables fins à moyens de haute plage
-  17, Sables fins à *Macoma balthica* : Faciès à *Haustoriidae*
-  18, Sables fins à *Macoma balthica*
-  19, Sables fins vaseux
-  20, Crochons dunaires
-  21, Crochons sableux
-  22, Crochons végétalisés
-  23, Herbiers de *Zostera marina*
-  24, Zone humide supralittorale
-  25, Végétation du haut schorre
-  26, Végétation du bas-moyen schorre
-  27, Végétation du schorre de type 'haute slikke - bas schorre'
-  28, Végétation de la haute slikke bas schorre et secteurs de l'estran potentiellement colonisables
-  29, Chenaux
-  30, Mares
-  Banc de Maerl mort
-  Banc de Maerl non qualifié
-  Banc de Maerl vivant
-  Présence de Maerl

Période d'acquisition des données : 1975-1985

Source : Données : Guillaumont et al., 1987 ; Multisources, 2003.

Produit numérique : Reben MESH-Ifrémer-EPHE-Université-CNRS



Légende

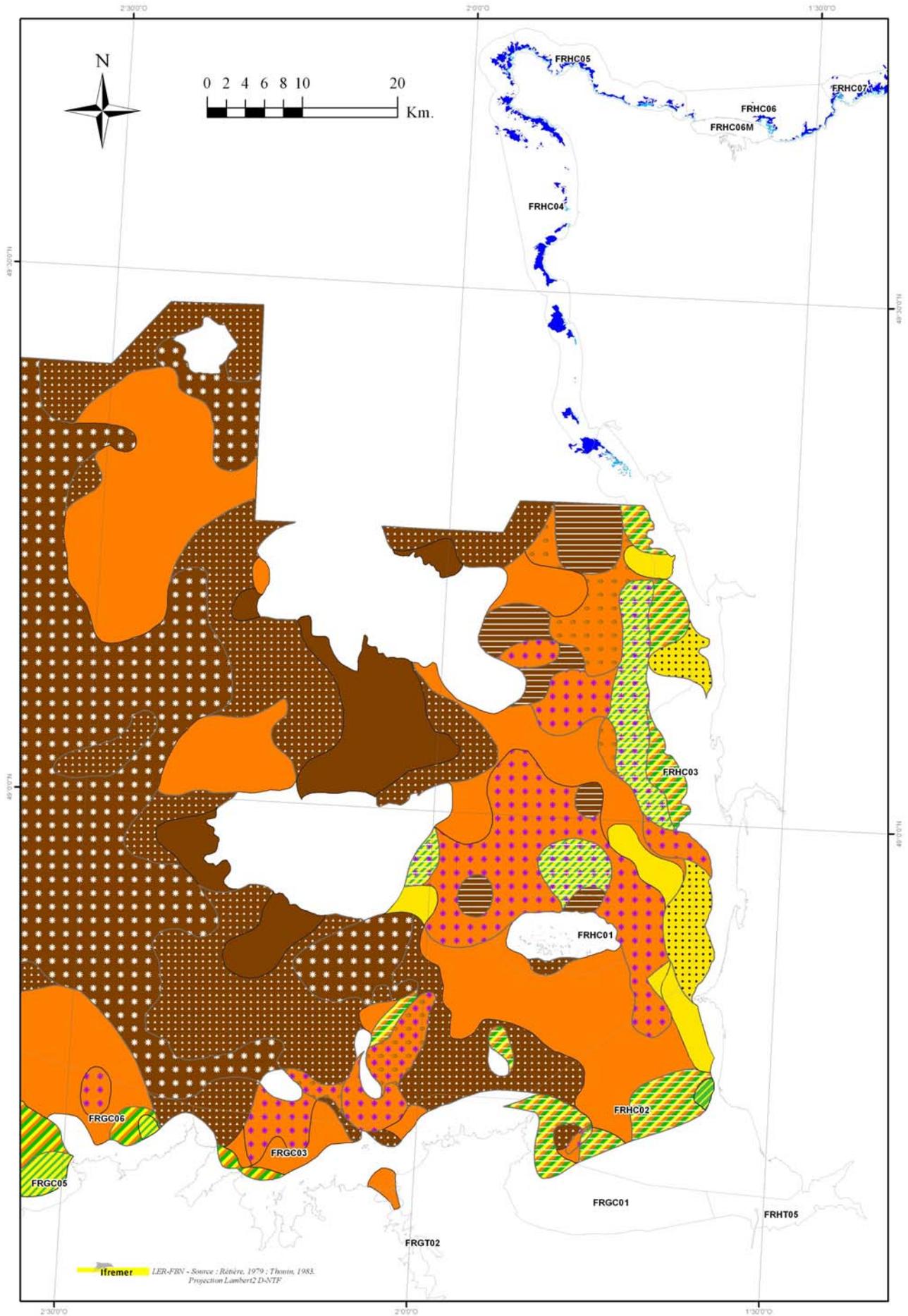
-  Sédiments fins à *Abra alba* - *Corbula gibba*
Faciès des sables fins gris à *Hyalinoecia bilineata* - *Spisula subtruncata* - *Tellina fabula*
-  Sédiments fins à *Abra alba* - *Corbula gibba*
Faciès oligospécifique d'envasement et dessalure à *Abra alba* - *Macoma balthica*
-  Sédiments fins à *Abra alba* - *Corbula gibba*
Faciès des sédiments hétérogènes de transition è *Sthenelais boa* - *Ampharete grubei* - *Nucula hanleyi*
-  Sédiments fins à *Abra alba* - *Corbula gibba*
Faciès des sédiments hétérogènes sous eaux turbides à *Sthenelais boa* - *Nucula nucleus* - *Ampharete grubei*
-  Sédiments fins à *Abra alba* - *Corbula gibba*
Faciès de maerl envasé sous eaux turbides à *Sthenelais boa* - *Nucula nucleus* - *Gibbula magus*
-  Sables fins à moyens propres
Faciès de transition à *Nassarius reticulatus* - *Armandia polyophtalma*
-  Sables fins à moyens propres
Peuplement "type" à *Donax variegatus* - *Armandia polyophtalma*
-  Sédiments grossiers sablo-graveleux à *Amphioxus lanceolatus* - *Glycymeris glycymeris*
-  Sédiments grossiers sablo-graveleux
Faciès d'appauvrissement climatique à *Lithothamnium corallioides*
-  Sédiments grossiers sablo-graveleux
Faciès d'appauvrissement climatique à *Lithothamnium corallioides* - *Nucula nucleus*
-  Sédiments grossiers sablo-graveleux
Faciès d'appauvrissement climatique à *Nucula nucleus*
-  Cailloutis à épibiose sessile, "type" à *Hyas coarctatus* - *Pisidia longicornis*
-  Cailloutis à épibiose sessile
Faciès sous eaux turbides
-  Cailloutis à épibiose sessile
Faciès à *Ophiotrix fragilis*
-  Cailloutis à épibiose sessile
Fonds durs à *Gibbula cineraria* - *Ocenebra erineacea* - *Lysidice ninetta*

-  *Laminaria hyperborea*
-  *Laminaria digitata*

Période d'acquisition des données : 1975-1985

Source : Données : Rétière C., 1979 ; Thouin F., 1983.

Produit numérique : Rebenf MESH-Ifremer-MNHN-Université



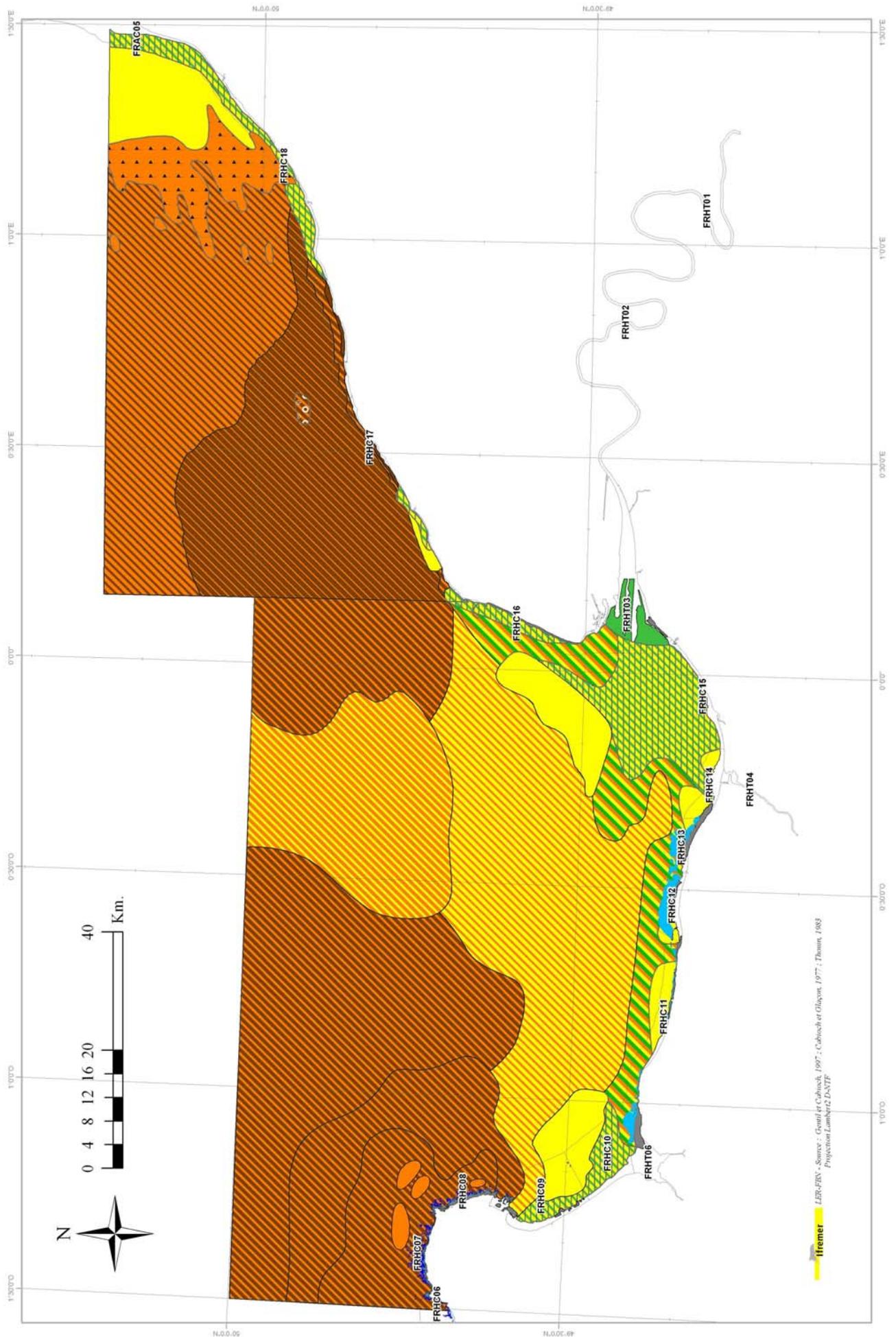
Légende

	1, Fonds rocheux		1, Peuplement des fonds durs et caillouteux infra-littoraux
	2, Peuplement des cailloutis plus ou moins graveleux : faciès type		2, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès type, aspect caillouteux
	3, Peuplement des cailloutis plus ou moins graveleux sous fort hydrodynamisme : faciès des cailloutis purs		3, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès type, aspect des graviers
	4, Peuplement des cailloutis plus ou moins graveleux sous fort hydrodynamisme : faciès d'appauvrissement		4, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès type, population dense d'Ophiothrix fragilis
	5, Peuplement des graviers plus ou moins ensablés : faciès type		5, Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile : faciès subcôtier
	6, Peuplement des graviers plus ou moins ensablés : faciès d'appauvrissement		6, Peuplement des sédiments grossiers à Amphioxus lanceolatus
	7, Bancs hydrodynamiques de sables grossiers à faune réduite		7, Peuplement des sables fins à moyens propres à Ophelia borealis
	8, Peuplement des sables fins à moyens propres à Ophelia borealis		8, Peuplement des sables fins plus ou moins envasés à Abra alba - Pectinaria koreni
	9, Peuplement des sables fins envasés à Abra alba - Pectinaria koreni		<i>Laminaria digitata</i>
	10, Peuplement des sédiments hétérogènes sous influence pélagique à Pista cristata		<i>Laminaria hyperborea</i>
	11, Peuplement des vases d'estuaire à Macoma balthica		

Période d'acquisition des données : 1975-1985

Source : Données : Gentil et Cabioch, 1997 ; Cabioch et Gilaçon, 1977 ; Thouin, 1983.

Prochit numérique : Rehent/MESH-Iffremer-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 Dur macroalgues Benthiques

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date	Localité
SSDB01	HC01	001°.46,27' W	48°.52,16' N	298628	2437993	26/11/05	Chausey
SSDB02	HC03	001°.40,05' W	49°.05,80' N	307516	2462871	<i>25/09/06</i>	Gouville
SSDB03	HC04	001°.52,39' W	49°.32,97' N	295201	2513975	<i>17/08/06</i>	Dielette
SSDB04	(HC07)	001°.28,70' W	49°.41,46' N	324533	2528264	21/11/05	Cap Levi
SSDB05	HC09	001°.13,97' W	49°.34,37' N	341644	2514290	<i>14/08/06</i>	Tatihou
SSDB06	HC10	001°.01,75' W	49°.24,58' N	355600	2495476	10/05/06	Grandcamp
SSDB07	HC13	000°.21,97' W	49°.21,78' N	403546	2488438	<i>15/08/06</i>	StAubin
SSDB08	HC14	000°.19,77' W	49°.19,19' N	406041	2483545	11/05/06	LucsurMer
SSDB09	HC17	000°.14,68' E	49°.43,39' N	449000	2527173	<i>16/08/06</i>	Benouville

Stations Intertidales Dur macroalgues Benthiques

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date	Localité
sidb01	HC01	001°.49,38' W	48°.52,13' N	294826	2438137	08/05/05	Chausey
sidb02	HC02	001°.35,18' W	48°.47,67' N	311758	2428988	<i>24/08/06</i>	Kairon
sidb03	HC03	001°.37,21' W	49°.06,01' N	310982	2463082	<i>25/08/06</i>	Gouville
sidb04	HC04	001°.51,49' W	49°.33,59' N	296345	2515069	09/09/06	Dielette
sidb05	HC07	001°.28,37' W	49°.41,86' N	324961	2528983	23/06/05	Cap Levi
sidb06	HC09	001°.14,19' W	49°.35,18' N	341448	2515789	25/05/05	Tatihou
sidb07	HC10	001°.00,82' W	49°.23,76' N	356663	2493914	27/03/06	Grandcamp
sidb08	HC13	000°.23,67' W	49°.20,07' N	401372	2485333	<i>23/08/06</i>	StAubin
sidb09	HC13	000°.20,85' W	49°.19,16' N	404734	2483533	28/03/06	LucsurMer
sidb10	HC16	000°.05,33' E	49°.33,52' N	437236	2509158	09/08/02	Octeville
sidb11	HC17	000°.15,75' E	49°.43,80' N	450313	2527887	08/09/06	Benouville
sidb12	HC17	000°.42,06' E	49°.52,36' N	482280	2543030	12/09/06	St-Valery
sidb13	HC18	001°.02,59' E	49°.55,34' N	506995	2548108	07/09/02	Hautot

Station Intertidale Zostera Marina

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date	Localité
SIZM01	HC01	001°.46,14' W	48°.52,64' N	298827	2438867	-	Chausey
SIZM02	HC03	001°.35,18' W	48°.53,77' N	312316	2440275	-	StMartin
SIZM03	HC03	001°.37,42' W	49°.05,61' N	310696	2462353	-	Gouville

DMd = Degré Minutes décimales (WGS84)

LB2et = Lambert 2 étendu (D-NTF)

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

Station Subtidale maëRI Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date 1	Date 2
SSRF01	HCO1	001°.48,27' W	48°.55,55' N	296512	2444405	<i>18/04/06</i>	<i>27/10/06</i>

Stations Subtidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date 1	Date 2
SSMF01	HC02	001°.37,13' W	48°.46,50' N	309256	2426930	25/04/02	-
SSMF02	HC03	001°.36,64' W	48°.52,52' N	310422	2438061	<i>18/04/06</i>	<i>27/10/06</i>
SSMF03	HC03	001°.39,00' W	49°.09,76' N	309161	2470137	<i>18/04/06</i>	<i>27/10/06</i>
SSMF04	HC04	001°.51,24' W	49°.34,61' N	296750	2516939	<i>04/04/06</i>	<i>05/09/06</i>
SSMF05	HC06M	001°.36,56' W	49°.40,20' N	314960	2526395	<i>27/03/06</i>	<i>06/09/06</i>
SSMF06	HC06	001°.30,30' W	49°.40,74' N	322533	2527020	<i>27/03/06</i>	<i>06/09/06</i>
SSMF07	HC09	001°.12,19' W	49°.29,60' N	343398	2505353	<i>11/04/06</i>	<i>06/09/06</i>
SSMF08	HC10	001°.07,87' W	49°.25,91' N	348306	2498273	<i>11/04/06</i>	<i>06/09/06</i>
SSMF09	HC14	000°.14,14' W	49°.18,88' N	412849	2482735	<i>05/05/06</i>	<i>19/10/06</i>
SSMF10	HC15	000°.01,36' W	49°.20,10' N	428415	2484516	<i>05/05/06</i>	<i>19/10/06</i>
SSMF11	HT03M	000°.02,60' E	49°.25,17' N	433485	2493770	10/04/06	28/09/06
SSMF12	HT03M	000°.00,82' E	49°.28,44' N	431512	2499911	06/04/06	28/09/06
SSMF13	HC16M	000°.07,00' E	49°.37,00' N	439428	2515562	-	07/11/06
SSMF14	HC18	001°.03,46' E	49°.56,31' N	508066	2549889	<i>05/05/06</i>	<i>27/10/06</i>

Stations Intertidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Date 1	Date 2	Localité
SIMF01	HC01	001°.49,69' W	48°.52,87' N	294515	2439531	-	19/09/05	Chausey
SIMF02	HT05M	001°.30,80' W	48°.38,93' N	316325	2412537	21/05/03	-	Mt StMichel
SIMF03	HC02	001°.33,13' W	48°.42,75' N	313811	2419742	08/04/03	-	St-Jean
SIMF04	HC02	001°.34,64' W	48°.46,10' N	312267	2426042	fin/05/02	-	Jullouville
SIMF05	HC03	001°.34,66' W	48°.52,50' N	312843	2437890	<i>13/04/06</i>	<i>07/11/06</i>	Breville
SIMF06	HC03	001°.36,49' W	49°.11,22' N	312362	2472548	<i>25/04/06</i>	<i>07/11/06</i>	Armanville
SIMF07	HC04	001°.50,65' W	49°.34,91' N	297488	2517466	06/03/06	04/11/05	Heauville
SIMF08	HC10	001°.10,52' W	49°.25,11' N	345037	2496931	14/03/06	11/08/06	Madeleine
SIMF09	HT06M	001°.08,10' W	49°.22,29' N	347732	2491574	16/03/06	09/08/06	Brevands
SIMF10	HC13	000°.26,64' W	49°.20,37' N	397800	2486013	<i>25/04/06</i>	<i>06/11/06</i>	Courseulles
SIMF11	HT04M	000°.13,49' W	49°.17,30' N	413547	2479780	<i>26/04/06</i>	<i>09/10/06</i>	Merville
SIMF12	HC14	000°.12,11' W	49°.17,40' N	415226	2479921	<i>26/04/06</i>	<i>07/11/06</i>	Franceville
SIMF13	HC15	000°.00,92' W	49°.19,41' N	428907	2483218	<i>27/04/06</i>	<i>10/10/06</i>	Villers
SIMF14	HT03M	000°.10,34' E	49°.24,97' N	442837	2493144	-	12/09/06	Pennedepie
SIMF15	HT03M	000°.15,98' E	49°.26,40' N	449738	2495605	-	11/09/06	Pont de Normandie

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

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 projet de 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. Néanmoins, ces informations sont partielles et/ou anciennes, et sont donc insuffisamment précises pour localiser avec exactitude les stations d'échantillonnages à l'intérieur des masses d'eau retenues pour le réseau de surveillance.

Par conséquent, des campagnes exploratoires sont nécessaires pour localiser précisément les stations d'échantillonnage, y confirmer la présence des peuplements benthiques recherchés et évaluer l'état actuel de ces peuplements.

Les campagnes d'échantillonnage exploratoires dans les masses d'eau littorales ont donc pour objet l'acquisition de données biologiques sur les peuplements invertébrés de sédiments meubles et des données sédimentologiques connexes (faisant l'objet d'un autre cahier des charges) et sur les peuplements phytobenthiques de substrat dur (définie selon ce cahier des charges).

2. METHODOLOGIE

Plusieurs stations, intertidales et subtidales, ont été définies afin d'être échantillonnées en 2006. Les points de suivi ont été positionnés *a 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-août) selon les protocoles faisant l'objet de ce cahier.

Compte-tenu de la différence des moyens à mettre en œuvre et des compétences nécessaires, le secteur a été subdivisé en 2 actions. Les opérations à réaliser (échantillonnage, analyse et bancarisation des données biologiques et/ou topographiques) s'appliquent à ces deux actions, en terme de protocoles, périodes et délais, conformément à leurs fiches techniques respectives (annexe1).

Le découpage géographique des masses d'eau constituant les actions et la position des stations sont précisés sur les cartes 1 et 2. Les positions des stations ont été définies en fonction des recommandations de la DCE et à partir des connaissances bibliographiques disponibles à ce jour. Les stations à échantillonner ont été situées sur des secteurs peu connus ou dont la connaissance date de plus de six ans (durée d'un plan de gestion). Les coordonnées géographiques des stations sont donc données ci-dessous à titre indicatif. 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. L'échantillonnage subtidal devra impérativement être réalisé par des plongeurs en conformité avec les règles et la législation en vigueur relative au travail en milieu hyperbare (*cf.* instruction n°98002IGHS et mises à jour éventuelles).

Le tableau ci-dessous présente la répartition des stations à échantillonner au sein de chaque action et masse d'eau :

Campagne exploratoire macroalgues substrats durs DCE 2006				Végétation	
	Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau		Macroalgues intertidales (Fucales)	Macroalgues subtidales (Laminaires)
		d'eau	Commune		
action 1	HC02	Baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)	Kairon (50)	1	
	HC03	Ouest Cotentin	Gouville (50)	1	
	HC14	Baie de Caen	Saint-Aubin (14)	1	
action 2	HC03	Ouest Cotentin	Gouville (50)		1
	HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Jobourg (50)		1
	HC09	Anse de St-Vaast-la-Hougue	Tatihou (50)		1
	HC13	Côte de Nacre (est)	Saint-Aubin (14)		1
	HC17	Pays de Caux (sud)	Bénouville (76)		1

 = Site de Référence

 = Site de Référence potentiel

Les coordonnées géographiques des stations subtidales et intertidales à échantillonner pour le benthos des substrats durs sont les suivantes (à confirmer ou préciser sur le terrain en fonction des objectifs DCE) :

Stations Subtidales Dur

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	STAT_NOM
ssdb02	HC03	001°.39,65' W	49°.05,93' N	308006	2463083	Gouville
ssdb03	HC04	001°.56,66' W	49°.40,24' N	290787	2527734	Jobourg
ssdb05	HC09	001°.13,93' W	49°.35,11' N	341753	2515645	Tatihou
ssdb07	HC13	000°.23,67' W	49°.21,51' N	401469	2488007	StAubin
ssdb09	HC17	000°.15,72' E	49°.43,83' N	450275	2527945	Benouville

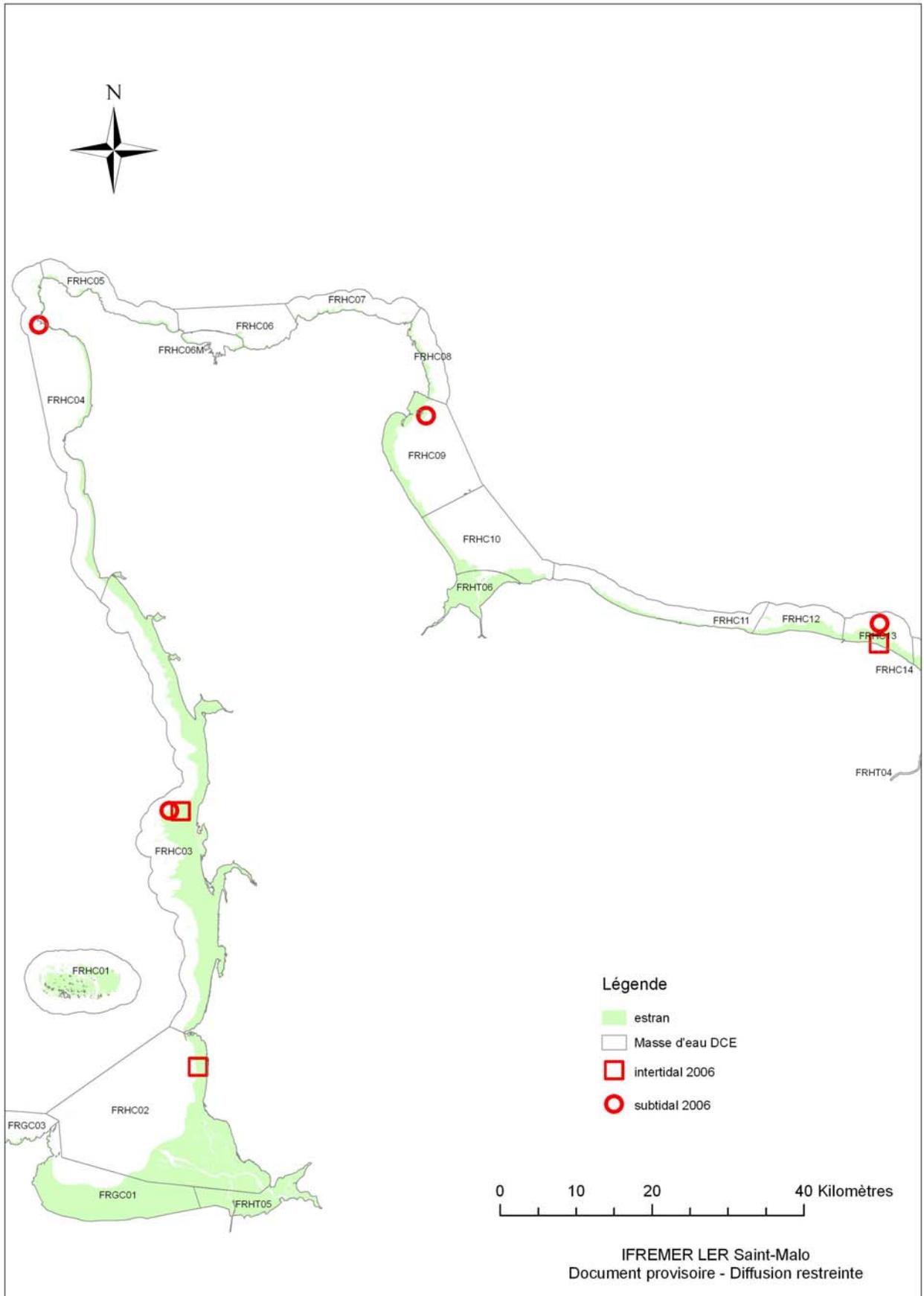
Stations Intertidales Dur

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	STAT_NOM
sidb02	HC02	001°.35,18' W	48°.47,67' N	311758	2428988	Kairon
sidb03	HC03	001°.38,44' W	49°.05,92' N	309477	2462983	Gouville
sidb08	HC13	000°.23,67' W	49°.20,05' N	401380	2485300	StAubin

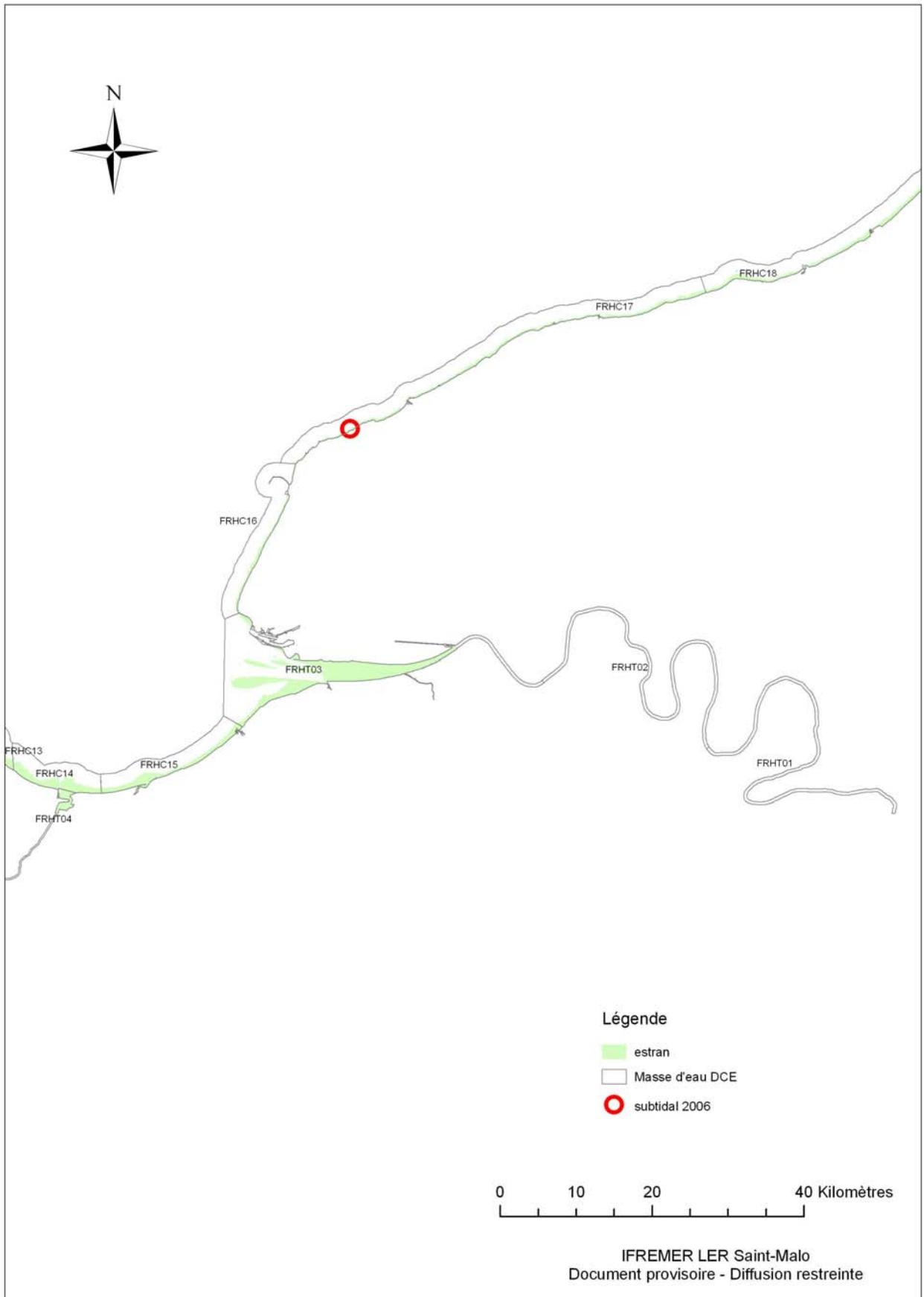
DMd = Degré Minutes décimales (WGS84)

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, ...).



Carte 1 : Répartition des stations subtidales et intertidales à échantillonner (paramètres benthos substrats durs) – Manche et Ouest Calvados



Carte 2 : Répartition des stations subtidales et intertidales à échantillonner (paramètres benthos substrats durs) – Est Calvados et Seine maritime

Echantillonnage :

L'échantillonnage des stations intertidales devra impérativement être réalisé entre les mois d'avril et août, selon le protocole¹ de la fiche technique n°3 : (paragraphe : suivi stationnel de la composition spécifique) de l'annexe 1 ci-jointe. L'échantillonnage des stations subtidales devra impérativement être réalisé entre les mois de juin et août, selon le protocole¹ de la fiche technique n°5 (annexe 1): l'adéquation du site présumé, les 3 niveaux bathymétriques d'observations, la taille et le nombre des quadrats à utiliser pour la Manche pourront être définis suite à la phase de repérage sur chaque site, d'après l'expérience et l'avis d'expert des plongeurs scientifiques mobilisés et en concertation préalable avec l'organisme coordinateur (Ifremer Saint-Malo).

Des fiches-stations seront complétées sur le terrain, au moment du prélèvement², comportant au minimum les métadonnées suivantes (les paramètres entre parenthèses sont optionnels) :

<u>métadonnées Station</u>	<u>métadonnées Prélèvement</u>
Code masse d'eau DCE	Code station
Code station	Code prélèvement (station-paramètre-réplikat)
(Code photo numérique associée)	(Code photo numérique associée)
Longitude (datum, système)	Paramètre (macroalgues/invertébrés ; intertidal/subtidal)
Latitude (datum, système)	Date (jour/mois/année) prélevée
Pour un transect : Point GPS départ+arrivée ; cap ; longueur	Heure/Minute du prélèvement
Subtidal : Profondeur carte SHOM et référence de la carte utilisée	Subtidal : Profondeur corrigée observée
(Typologie habitat : EUNIS, Corine Biotope, ZNIEFF-Mer...)	Noms/coordonnées des personnes effectuant le prélèvement
Observations (conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité...)	Engin (transect, quadrat) / Méthodes
	Surface recensée par niveau : <i>cf. texte ci-dessus</i>
	Numéro/Nombre total du réplikat par niveau
	Observations (pente, structure, espèces remarquables et espèces vagiles alentours, ...)

¹ La liste des espèces (dénombrement, % recouvrement pour les encrouants) de la macrofaune et de la flore présentes dans chaque quadrat est un paramètre supplémentaire à acquérir.

² Le terme de prélèvement correspond à une nomenclature de champs de base de donnée. Dans le cas de ces campagnes, un échantillonnage non-destructif est préconisé et ce terme fait référence aux observations dans un quadrat.

Analyse et traitement des échantillons :

L'analyse et le traitement des échantillons récoltés seront réalisés selon les protocoles des fiches techniques n°3 et 5 (annexe 1). Bien que non spécifiée dans ces fiches techniques, la liste des espèces (dénombrement, % recouvrement) de la faune et de la flore présentes dans chaque quadrat est un paramètre supplémentaire à acquérir. Des fiches-analyses seront complétées au laboratoire, au moment de l'analyse, comportant au minimum les métadonnées 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 (<i>ERMS</i> fortement recommandée!)
(Code photo numérique/pilu collection associé)
Subtidal : profil topographique
Limites d'extensions des ceintures (dans l'étendue géoréférencée du transect)
Genre, espèce
Abondance/%recouvrement (algues brunes, rouges, vertes, roche nue, faune encroûtante, ...)
Subtidal : densité laminaires/espèce
Observations (espèces épiphytes, ...)

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 métadonnées. L'ensemble des valeurs acquises, pouvant faire l'objet de plusieurs fichiers, seront intégrées à la base de donnée informatique Quadrigé2.

3. SUIVI ET RESTITUTION

Les coordonnées précises des stations (et les fiches-stations) prélevées devront être transmises dès que possible à la station Ifremer de Saint-Malo (Laurent.Guerin@ifremer.fr, Nicolas.Desroy@ifremer.fr, Patrick.LeMao@ifremer.fr) et à l'Agence de l'Eau Seine Normandie (BRUCHON.Franck@AESN.fr), ainsi qu'en copie à la DIREN de façade (pascal.talec@basse-normandie.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.

A l'issue des échantillonnages (une à deux semaines après les prélèvements), les fiches-stations (informatisées ou copies 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 dès que possible, et pour le 15 décembre 2006 au plus tard.

ANNEXE 1

Fiches techniques de recommandation pour l'échantillonnage et l'analyse du benthos des substrats durs dans le cadre du contrôle de surveillance DCE
(Guillaumont B. et Gauthier E., 2005, cf. FT n°3 et n°5)



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

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 projet de 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. Néanmoins, ces informations sont partielles et/ou anciennes, et sont donc insuffisamment précises pour localiser avec exactitude les stations d'échantillonnage à l'intérieur des masses d'eau retenues pour le réseau de surveillance.

Par conséquent, des campagnes exploratoires sont nécessaires pour localiser précisément les stations d'échantillonnage, y confirmer la présence des peuplements benthiques recherchés et évaluer l'état actuel de ces peuplements.

Les campagnes d'échantillonnage exploratoires dans les masses d'eau littorales ont donc pour objet l'acquisition de données biologiques sur les peuplements invertébrés de sédiments meubles et des données sédimentologiques connexes (définie selon ce cahier des charges) et sur les peuplements phytobenthiques de substrat dur (faisant l'objet d'un autre cahier des charges).

2. METHODOLOGIE

Plusieurs stations, intertidales et subtidales, ont été définies afin d'être échantillonnées en 2006. Les points de suivi sont positionnés, à partir des données cartographiques disponibles, dans des sédiments de sables fins à moyens ou de vases sableuses. La nature des sédiments sera donc vérifiée par des prises d'échantillons et des analyses granulométriques. Le protocole d'échantillonnage est défini en annexe 1.

Compte-tenu de la vaste étendue de la façade considérée (de la Baie du Mont-Saint-Michel au Tréport), le secteur a été subdivisé en 3 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 les cartes 1 et 2. 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). Le tableau ci-dessous présente la répartition des stations à échantillonner au sein de chaque action et masse d'eau :

Campagne exploratoire invertébrés sédiments meubles DCE 2006				Invertébrés benthiques		
Code DCE	Localisation géographique de la masse d'eau		substrats meubles intertidaux	substrats meubles subtidaux	Maërl	subtidal
		Commune (intertidal)				
action 1	HC01	Archipel Chausey				1
	HC03	Ouest Cotentin	Bréville (50) et Armanville (50)	2	2	
	HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague			1	
	HC06	Rade de Cherbourg			1	
	HC06M	Cherbourg (intérieur grande rade)			1	
action 2	HC09	Anse de St-Vaast-la-Hougue			1	
	HC10	Baie de Veys			1	
	HC13	Côte de Nacre (est)	Courseulles (14)	1		
action 3	HC14	Baie de Caen	Franceville-plage (14)	1	1	
	HT04M	Estuaire de l'Orne	Franceville-plage (14)	1		
	HC15	Côte fleurie	Villers (14)	1	1	
	HC18	Pays de Caux (nord)			1	

= Site de Référence

= Site de Référence potentiel

Les coordonnées géographiques des stations subtidales et intertidales à échantillonner pour la macrofaune invertébré benthique et les sédiments sont les suivantes :

Stations Subtidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	STAT_NOM
SSMM01	HCO1	001°.48,27' W	48°.55,55' N	296512	2444405	Chausey
ssmf02	HC03	001°.36,64' W	48°.52,52' N	310422	2438061	SSMF02
ssmf03	HC03	001°.39,00' W	49°.09,76' N	309161	2470137	SSMF03
ssmf04	HC04	001°.51,24' W	49°.34,61' N	296750	2516939	SSMF04
ssmf05	HC06M	001°.36,56' W	49°.40,20' N	314960	2526395	SSMF05
ssmf06	HC06	001°.30,30' W	49°.40,74' N	322533	2527020	SSMF06
ssmf07	HC09	001°.12,19' W	49°.29,60' N	343398	2505353	SSMF07
ssmf08	HC10	001°.07,87' W	49°.25,91' N	348306	2498273	SSMF08
ssmf09	HC14	000°.14,14' W	49°.18,88' N	412849	2482735	SSMF09
ssmf10	HC15	000°.01,36' W	49°.20,10' N	428415	2484516	SSMF10
ssmf14	HC18	001°.03,46' E	49°.56,31' N	508066	2549889	SSMF14

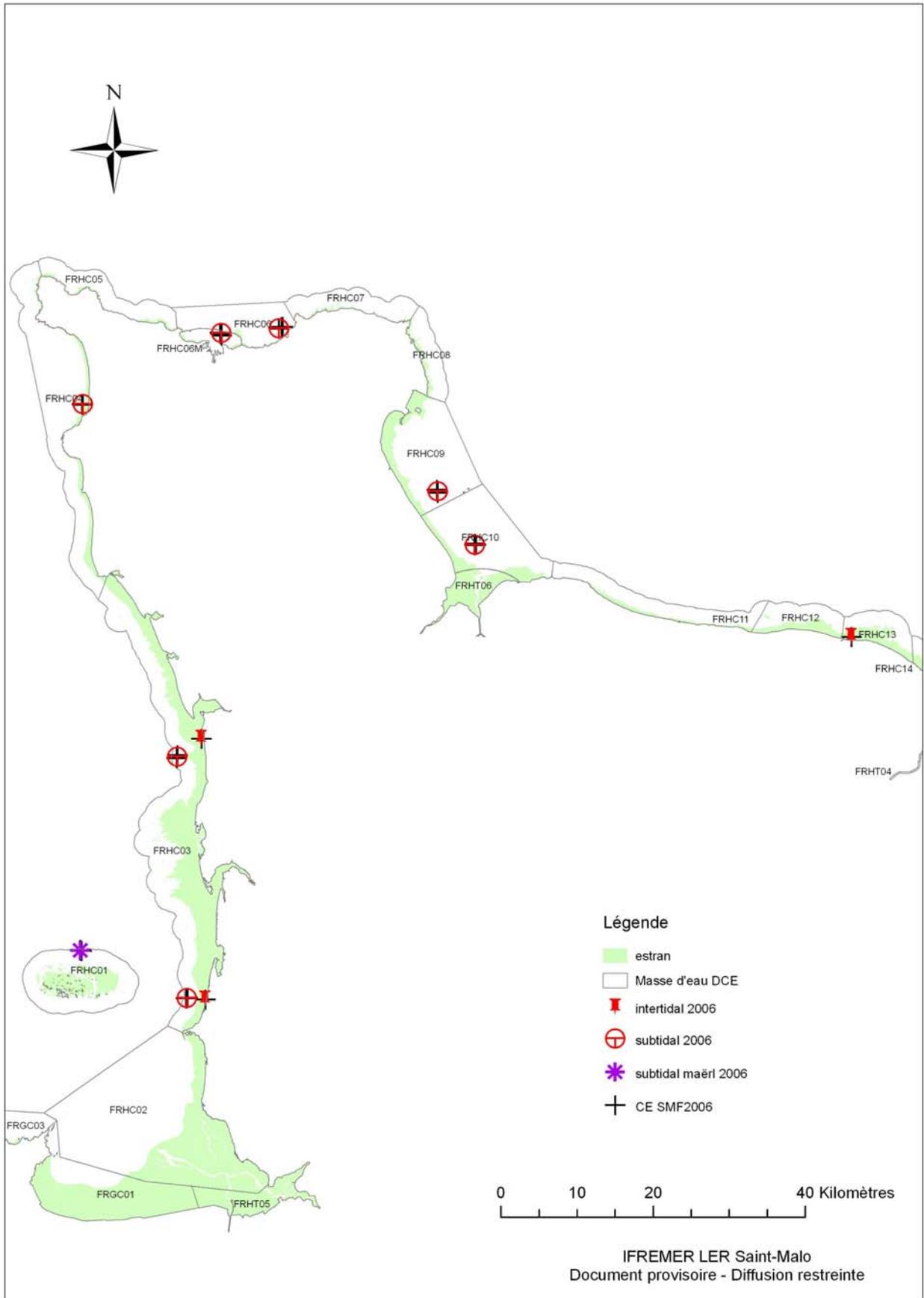
Stations Intertidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	STAT_NOM
simf05	HC03	001°.34,62' W	48°.52,49' N	312887	2437877	Breille
simf06	HC03	001°.36,47' W	49°.11,15' N	312362	2472548	Armanville
simf10	HC13	000°.26,64' W	49°.20,37' N	397800	2486013	Courseulles
simf11	HT04	000°.13,49' W	49°.17,30' N	413547	2479780	Merville
simf12	HC14	000°.12,11' W	49°.17,40' N	415226	2479921	Franceville
simf13	HC15	000°.00,92' W	49°.19,41' N	428907	2483218	Villers

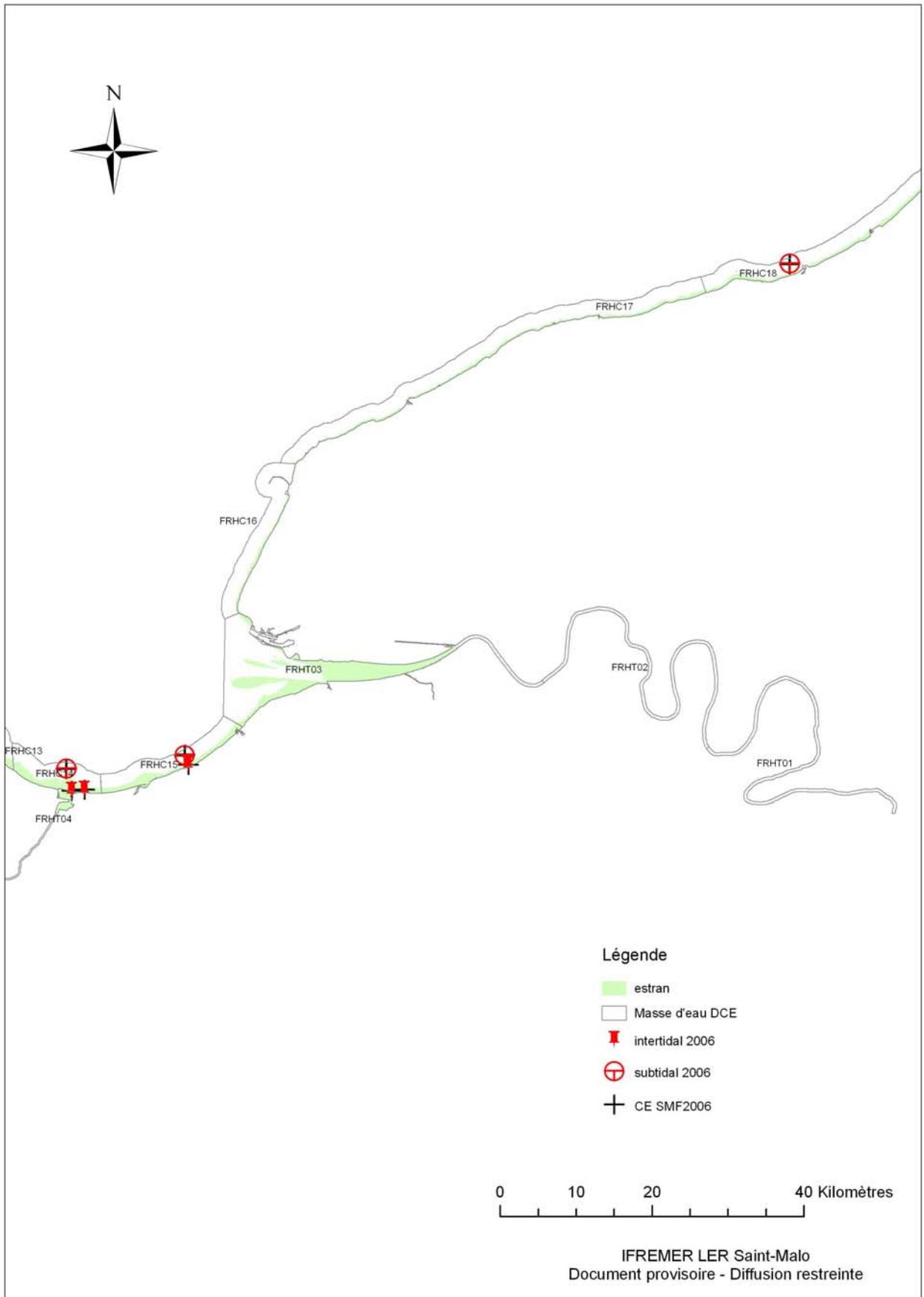
DMd = Degré Minutes décimales (WGS84)

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, ...).



Carte 1 : Répartition des stations subtidales et intertidales à échantillonner pour la macrofaune invertébré benthique et les sédiments – Manche et Ouest Calvados



Carte 2 : Répartition des stations subtidales et intertidales à échantillonner pour la macrofaune invertébré benthique et les sédiments – Est Calvados et Seine maritime

Echantillonnage :

Un échantillonnage des stations subtidales et intertidales a été réalisé en mars-avril. Le reste de l'acquisition des données complémentaires 2006 consiste en un échantillonnage automnal (septembre-octobre) de ces mêmes stations subtidales et intertidales, selon le protocole¹ de la fiche technique n°10 (annexe 1) ci-jointe, et le traitement des échantillons de printemps et d'automne.

Des fiches-stations seront complétées sur le terrain, au moment du prélèvement, conformément aux métadonnées suivantes (les paramètres entre parenthèse sont optionnels. Les valeurs en rouge sont obligatoires). Les fiches-stations de la campagne de printemps seront fournies (fichier Excel) et celles de la campagne d'automne pourront être établies selon ce modèle. Il conviendra, lors de l'échantillonnage, de vérifier que le type biosédimentaire correspond bien à celui des échantillons de printemps. 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.

<u>métadonnées Station</u>	<u>métadonnées Prélèvement</u>
Code masse d'eau DCE	Code station
Code station	Code prélèvement (station-paramètre-réplikat)
(Code photo numérique associée)	(Code photo numérique associée)
Longitude (datum, système)	Paramètre (invertébrés/granulo/m.o. ; intertidal/subtidal)
Latitude (datum, système)	Date (jour/mois/année) prélevée
(Subtidal : Profondeur carte SHOM et référence de la carte utilisée)	(Heure/Minute du prélèvement)
(Typologie habitat : EUNIS, Corine Biotope, ZNIEFF-Mer...)	(Subtidal : Profondeur corrigée observée)
Observations (conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité...)	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).

Analyse et traitement des échantillons :

L'analyse et le traitement des échantillons récoltés seront réalisés selon le protocole² de la fiche technique n°10 (annexe 1). Des fiches-analyses seront complétées au laboratoire, au moment de l'analyse, comportant au minimum les métadonnées suivantes (les paramètres entre parenthèse sont optionnels) :

<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 utilisée (colonne AFNOR, laser, ...)
Classification utilisée (<i>ERMS</i> fortement recommandée!)	Classes de taille (mailles)
(Code photo numérique/pilu collection associé)	Poids sec Total
Genre	Poids sec/classe de taille (pélites : préciser par lavage ou ...)
Espèce	Poids sec sédiment analyse m.o. (avant crémation)
Abondance	Poids sec sédiment analyse m.o. (après crémation)
Observations	Observations (fractions calcaires, débris biogènes, odeur, ...)

Tous les échantillons biologiques récoltés seront impérativement conservés (récoltés = formol, alcool ; photos = archivées), sans limites de temps, avec un code permettant un lien direct avec la base de données Ceci dans le but de constituer une collection de référence et pour permettre une éventuelle intercalibration ultérieure.

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 métadonnées. L'ensemble des valeurs acquises, pouvant faire l'objet de plusieurs fichiers, seront intégrées à la base de donnée informatique Quadrig2.

3. SUIVI ET RESTITUTION

Les coordonnées précises des stations (et les fiches-stations) prélevées devront être transmises dès que possible à la station Ifremer de Saint-Malo (Laurent.Guerin@ifremer.fr, Nicolas.Desroy@ifremer.fr, Patrick.LeMao@ifremer.fr) et à l'Agence de l'Eau Seine Normandie (BRUCHON.Franck@AESN.fr), ainsi qu'en copie à la DIREN de façade (pascal.talec@basse-normandie.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.

A l'issue des échantillonnages (une à deux semaines après les prélèvements), les fiches-stations (informatisées ou copies 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 dès que possible, et pour le 15 décembre 2006 au plus tard.

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

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, cf. FT 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 Seine - Normandie

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.

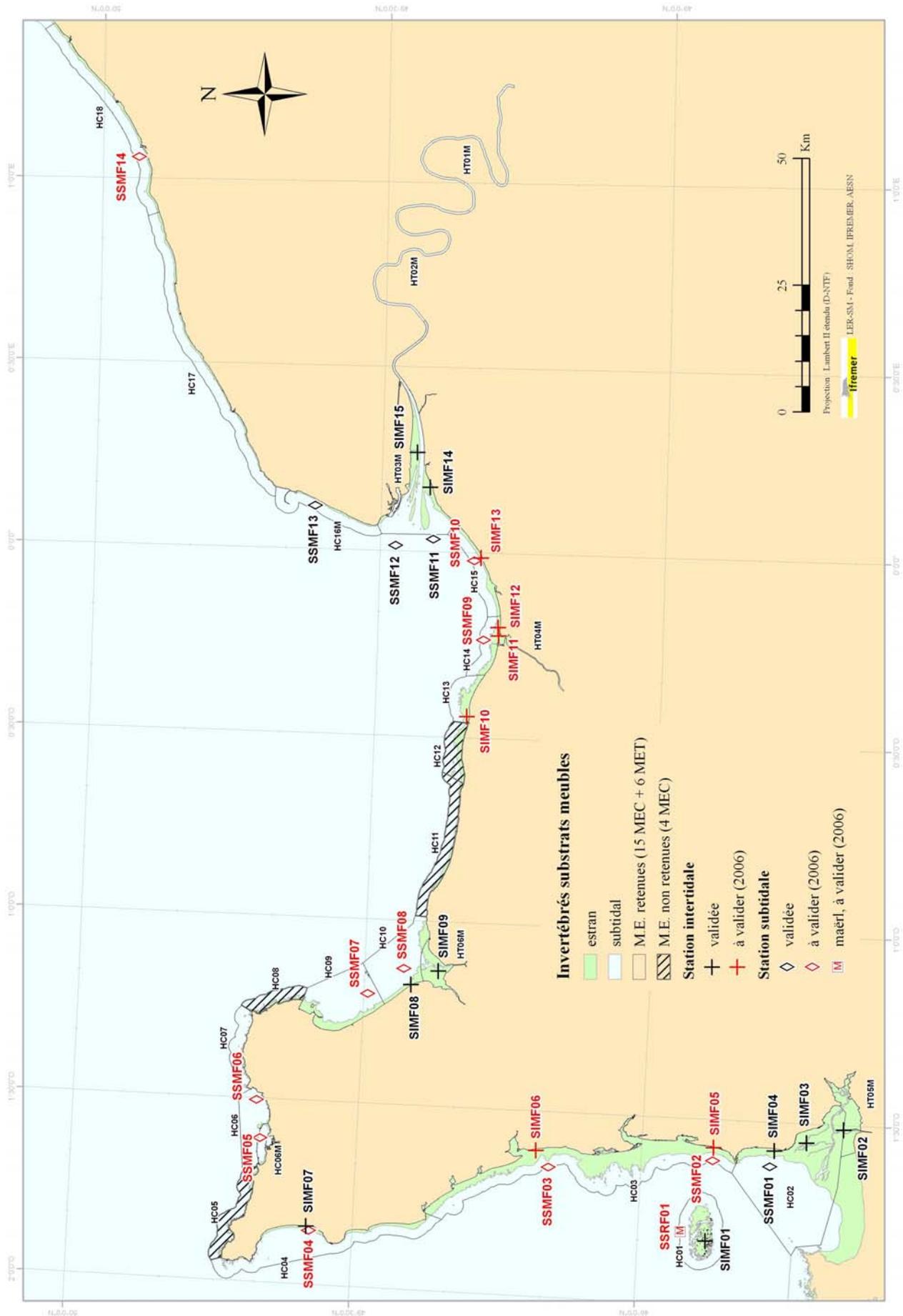
Les campagnes d'échantillonnage du contrôle de surveillance benthique dans les masses d'eau littorales ont donc pour objet en 2007 l'acquisition de données biologiques sur les peuplements invertébrés de sédiments meubles et des données sédimentologiques connexes (définie selon ce cahier des charges).

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, ainsi qu'une station dans le maërl. La fiche technique détaillant le protocole d'échantillonnage est fournie en annexe 1.

Compte-tenu de la vaste étendue de la façade considérée (de la Baie du Mont-Saint-Michel au Tréport), le secteur a été subdivisé en 3 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	Maërl subtidal	
Action 1	HC01	Archipel de Chausey	Chausey (50)	1	1	
	HC02	Baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)	St-Jean-le-Thomas (50) et Jullouville (50)	2	1	
	HT05M	Baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)	Mont St-Michel (50)	1		
	HC03	Ouest Cotentin	Bréville (50) et Armanville (50)	2	2	
	HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Heauville (50)	1	1	
	HC06	Rade de Cherbourg			1	
	HC06M	Cherbourg (intérieur grande rade)			1	
Action 2	HC07	Cap Levy - Gatteville				
	HC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue		1		
	HC10	Baie des Veys	Madeleine (50)	1	1	
	HT06M	Baie des Veys (fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny)	Brevands (50)	1		
	HC13	Côte de Nacre (est)	Courseulles (14)	1		
Action 3	HC14	Baie de Caen	Merville (14)	1	1	
	HT04M	Estuaire de l'Orne	Franceville (14)	1		
	HC15	Côte fleurie	Villers (14)	1	1	
	HT03M	Estuaire de Seine aval	Pennedepie (14) et Pont de Normandie (76)	2	2	
	HC16M	Le Havre - Antifer			1	
	HC17	Pays de Caux (sud)				
	HC18	Pays de Caux (nord)			1	

= Site de Référence

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

Station Subtidale Maërl

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et
SSRF01	HCO1	001°.48,27' W	48°.55,55' N	296512	2444405

Stations Intertidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Localité
SIMF01	HC01	001°.49,69' W	48°.52,87' N	294515	2439531	Chausey
SIMF02	HT05M	001°.30,80' W	48°.38,93' N	316325	2412537	Mt StMichel
SIMF03	HC02	001°.33,13' W	48°.42,75' N	313811	2419742	St-Jean
SIMF04	HC02	001°.34,64' W	48°.46,10' N	312267	2426042	Jullouville
SIMF05	HC03	001°.34,66' W	48°.52,50' N	312843	2437890	Breville
SIMF06	HC03	001°.36,49' W	49°.11,22' N	312362	2472548	Armanville
SIMF07	HC04	001°.50,65' W	49°.34,91' N	297488	2517466	Heauville
SIMF08	HC10	001°.10,52' W	49°.25,11' N	345037	2496931	Madeleine
SIMF09	HT06M	001°.08,10' W	49°.22,29' N	347732	2491574	Brevands
SIMF10	HC13	000°.26,64' W	49°.20,37' N	397800	2486013	Courseulles
SIMF11	HT04M	000°.13,49' W	49°.17,30' N	413547	2479780	Merville
SIMF12	HC14	000°.12,11' W	49°.17,40' N	415226	2479921	Franceville
SIMF13	HC15	000°.00,92' W	49°.19,41' N	428907	2483218	Villers
SIMF14	HT03M	000°.10,34' E	49°.24,97' N	442837	2493144	Pennedepie
SIMF15	HT03M	000°.15,98' E	49°.26,40' N	449738	2495605	Pont de Normandie

Stations Subtidales Meuble Faune

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et
SSMF01	HC02	001°.37,13' W	48°.46,50' N	309256	2426930
SSMF02	HC03	001°.36,64' W	48°.52,52' N	310422	2438061
SSMF03	HC03	001°.39,00' W	49°.09,76' N	309161	2470137
SSMF04	HC04	001°.51,24' W	49°.34,61' N	296750	2516939
SSMF05	HC06M	001°.36,56' W	49°.40,20' N	314960	2526395
SSMF06	HC06	001°.30,30' W	49°.40,74' N	322533	2527020
SSMF07	HC09	001°.12,19' W	49°.29,60' N	343398	2505353
SSMF08	HC10	001°.07,87' W	49°.25,91' N	348306	2498273
SSMF09	HC14	000°.14,14' W	49°.18,88' N	412849	2482735
SSMF10	HC15	000°.01,36' W	49°.20,10' N	428415	2484516
SSMF11	HT03M	000°.02,60' E	49°.25,17' N	433485	2493770
SSMF12	HT03M	000°.00,82' E	49°.28,44' N	431512	2499911
SSMF13	HC16M	000°.07,00' E	49°.37,00' N	439428	2515562
SSMF14	HC18	001°.03,46' E	49°.56,31' N	508066	2549889

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 Seine Normandie (BRUCHON.Franck@AESN.fr), ainsi qu'en copie à la DIREN de façade (sandrine.robbe@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).

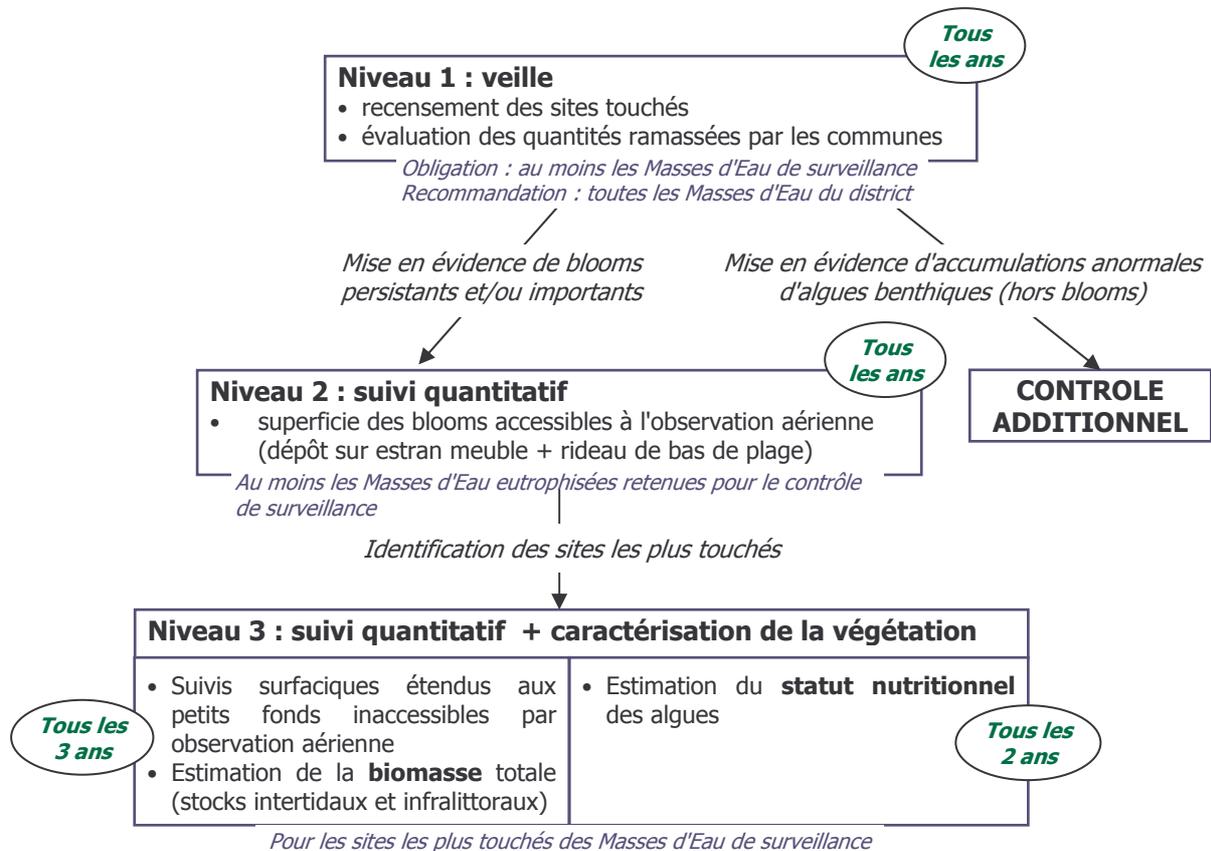
Les procédures ci-après pourront s'appliquer aux Masses d'Eau dans le cadre du contrôle opérationnel.

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 macroalgues, 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 densités 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 COTIERES

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 Côtiers 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 **nourrissage** (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).

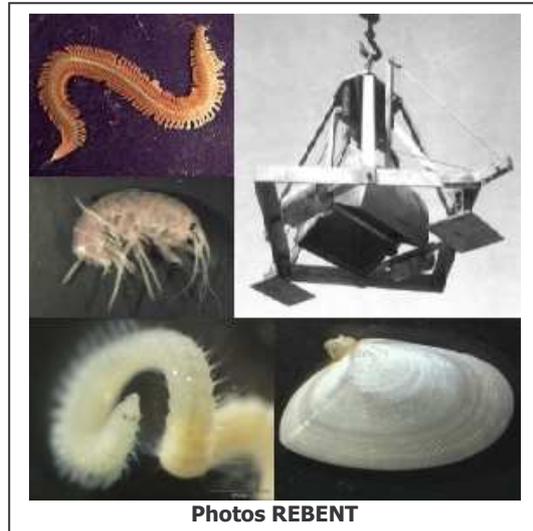
Leur suivi s'impose du fait de leur représentativité, mais également pour d'autres raisons [1] :

- 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.

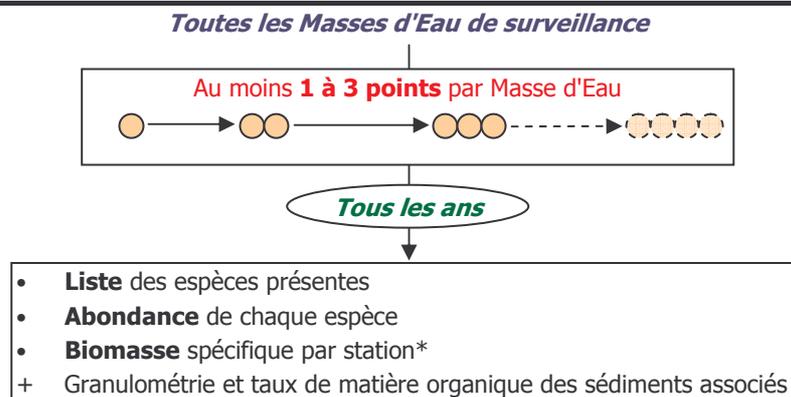
Compte tenu de l'avancement des connaissances (bilan des groupes d'intercalibration [8]) et en l'absence de contraintes techniques ou environnementales majeures, **le suivi des invertébrés de substrats meubles doit être systématiquement mis en œuvre pour le contrôle de surveillance.**



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 **pois sec libre de cendres** : pesée après 4h à 450°C (après séchage préalable 24 à 48h à 60°C). Il est recommandé de mesurer la biomasse au moins 1 fois au cours des 3 premières années pour établir un état de référence.

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

Sédiments associés

Paramètres mesurés

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

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

Protocole d'échantillonnage

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

Analyse / Traitement des échantillons

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

- **Analyse granulométrique** : les méthodes de détermination de la répartition granulométrique des sédiments marins couramment utilisées sont décrites dans le "Review of standards and protocols" établi dans le cadre du programme MESH [20]. Les classes de taille 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/heybe/qualm/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**

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

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
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	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

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 Basse-Normandie

Synthèse bibliographique issue de la première phase de mise en place du Rebent-DCE-Manche. Anne-Sophie Barnay, avril 2005. Avant-Projet Sommaire du futur réseau de surveillance DCE (domaine benthique) – District côtier Seine-Normandie. Ifremer, RST.LER.N-05.05. Disponible sur <http://www.rebent.org/documents/>

L'ensemble des références bibliographiques disponibles relatives aux différents paramètres biologiques et environnementaux est listé par secteur géographique. La base de données bibliographiques du GEMEL a été consultée dans le cadre de ce recensement.

Iles Chausey (masse d'eau FRHC01)

Etudes relatives aux paramètres sédimentaires

- Fournier J., Bonnot-Courtois C., Le Vot M. 2005. Répartition des sédiments superficiels de l'archipel des Chausey (Manche) – Distribution des calcaires. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral EPHE/CNRS, Dinard. (en prép.)
- Fournier J., Bonnot-Courtois C., Le Vot M., Guérin C. 2005. Répartition des sédiments superficiels de l'archipel des Chausey (Manche) – Faciès sédimentaires. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral EPHE/CNRS, Dinard. (en prép.)
- Fournier J., Bonnot-Courtois C., Le Vot M. 2005. Carte morpho-sédimentologique de l'archipel des Chausey (Manche) – Nature des fonds. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral EPHE/CNRS, Dinard. (en prép.)

Etudes relatives aux macroalgues et macrozoobenthos

- Anonyme, 2001. Chausey 2001, Association des Plongeurs Naturalistes de Tatihou, Tatihou.
- Belsher T. 1985. Télédétection des végétaux marins du phytobenthos du littoral français : l'archipel des îles Chausey. Photo-Interprétation, 5, 1, 1-7.
- Belsher T. 1990. Apport du satellite SPOT à la cartographie des végétaux. Bulletin de l'Institut Océanographique, spécial, 6, 61-69.
- Bonnot-Courtois C., Lévasseur J.E. 2002. Reconnaissance de la limite terrestre du domaine maritime. Intérêt et potentialités de critères morpho-sédimentaires et botaniques. Rapport Ministère de l'Équipement des Transport et du Logement, CETMEF, Dinard.
- Dreau A. 2003. Contribution de la télédétection aéroportée à la cartographie de l'estran. Application à l'archipel des Chausey. DEA, Rennes.
- Fournier, J., 2002. Cartographie des herbiers de phanérogames marines de l'archipel des îles Chausey (Manche), DIREN Basse-Normandie - C.N.R.S. - Laboratoire de Géomorphologie et Environnement Littoral - Association RIVAGES, Hérouville-saint-clair.
- Fournier J. 2003. Cartographie des herbiers de phanérogames marines de l'archipel des îles Chausey. Rapport DIREN Basse-Normandie, Dinard.
- Fournier J., Guérin C. 2004. Carte des figures sédimentaires de l'archipel des Chausey (Manche). Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral EPHE/CNRS, Dinard.
- Fournier J., Le Vot M. 2004. Carte des habitats benthiques médiolittoraux de l'archipel des Chausey (Manche). Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral EPHE/CNRS, Dinard.

Golfe Normano-Breton (masses d'eau FRHC02, FRHT05M)

Données relatives aux paramètres du milieu :

- Creach, V., 1995. Origines et transferts de la matière organique dans un marais littoral: utilisation des compositions isotopiques naturelles du carbone et de l'azote. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, Rennes, 134 pp.
- Creach, V., Schricke, M.-T., Bertru, G. and Mariotti, A., 1997. Stable isotopes and gut analyses to determine feeding relationships in saltmarsh macroconsumers. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44(5): 599-611.
- Le Hir, P. et al., 1986. Etude régionale intégrée du golfe normano-breton I – Présentation de l'étude, hydrodynamique et sédimentologie, Ifremer - Direction Environnement et Recherches Océaniques - Département Environnement Littoral, Brest.

Etudes relatives au macrozoobenthos

- Blanchard, M. and Ehrhold, A., 1999. Cartographie et évaluation du stock de crépidules (*Crepidula fornicata* L.) en Baie du Mont Saint-Michel. *Haliotis*, 28: 11 - 20.
- Costil, K., Dussart, G.-B. -J. and Daguzan J., 2001. Biodiversity of aquatic gastropods in the Mont St-Michel basin (France) in relation to salinity and drying of habitats. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1-18
- Guillaumont, B. et al., 1987. Etude régionale intégrée du golfe normano-breton - Carte biomorphosédimentaire de la zone intertidale au 1 / 25 000 - Côte Ouest du Cotentin et Baie du Mont-Saint-Michel, Ifremer - Direction Environnement et Recherches Océaniques - Département Environnement Littoral, Brest.
- Le Hir, P. et al., 1986. Etude régionale intégrée du golfe normano-breton III – Benthos subtidal - Direction Environnement et Recherches Océaniques - Département Environnement Littoral, Brest.
- Lubet, P., Sylvand, B. and Le Gall, P., 1974. Etudes biocoenotiques sur la côte ouest du Cotentin, Laboratoire de Zoologie - Laboratoire Maritime de Luc-sur-mer - U. E. R. des Sciences de la Vie et du Comportement - Université de Caen, Caen.
- Meziane, T., 1997. Le réseau trophique benthique en baie du Mont-saint-Michel: intégration de la matière organique d'origine halophile à la communauté à *Macoma balthica*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, Rennes, 542 pp.
- Meziane, T. and Retière, C., 2001. Role of biotic interactions on seasonal migrations of the macrozoobenthos living in the upper tidal-flat of the Mont-Saint-Michel bay, France. *Oceanologica Acta*, 24(6): 569 - 575.
- Retière, C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du golfe normanno-breton. Thèse de Doctorat, Université de Rennes, Rennes, 369 pp.
- Thorin, S., Radureau, A., Feunteun, E. and Lefeuvre, J.-C., 2001. Preliminary results on a high east-west gradient in the macrozoobenthic community structure of the macrotidal Mont Saint-Michel bay. *Continental Shelf Research*.

Etudes relatives aux macroalgues et schorres

- Bouchard, V., Digaïre, F., Lefeuvre, J.-C. and Guillon, L.M., 1995. Progressions des prés salés à l'ouest du Mont Saint-Michel entre 1984 et 1994. *Mappemonde*, 4: 28-34.
- Bouchard, V., 1996. Production et devenir de la matière organique des halophytes dans un marais salé européen en système macrotidal (baie du Mont Saint-Michel). Thèse de Doctorat, Université de Rennes I, Rennes, 202 pp.

- Bouchard, V. and Lefeuvre, J.-C., 1996. Hétérogénéité de la productivité d'*Atriplex portulacoides* (L.) Aellen dans un marais salé macrotidal. *Compte-Rendu de l'Académie des Sciences - Sciences de la vie / Life sciences*, 319: 1027-1034.
- Géhu, J.-M. and Géhu-Franck, J., 1982. Etude phytocœnotique analytique et globale de l'ensemble des vases et prés salés et saumâtres de la façade atlantique française. *Bulletin d'écologie*, 13(4): 357-386.
- Guillon, L.M., 1984. Carte de végétation et notice explicative des schorres de la baie du Mont Saint-Michel, CEE Environnement - Ministère de l'Environnement - Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés - Université de Rennes, Rennes.
- Langlois, E., 2000. Mise en place et structuration des communautés végétales pionnières de marais salés (Baie du Mont Saint-Michel). Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, Rennes, 291 pp.
- Le Hir, P. et al., 1986. Etude régionale intégrée du golfe normano-breton IV- Estrans et zones humides, Ifremer - Direction Environnement et Recherches Océaniques - Département Environnement Littoral, Brest.

Ouest Cotentin (masse d'eau FRHC03)

Etudes relatives à la végétation des havres et aux macroalgues

- Amoura, L., 1999. Gestion et protection d'un espace littoral au nom de la rareté: l'association végétale *Frankenio-Limonietum lychnidifolii* sur la pointe d'Agon, Syndicat Mixte pour l'Equipement Touristique.
- Franchet, F. and Costil, K., 2000. Première étude de la flore et de la faune intertidales sur la commune de Créances; impact potentiel de l'ouvrage de lutte contre la mer, GRESARC, Luc-sur-mer.
- Frédéric, A., 1999. Evaluation des gisements naturels de coquillages - Mise en place d'une méthode d'échantillonnage - Territoire de Granville / Saint-Pair-sur-mer, Université de Bretagne Occidentale - Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Manche (Service Santé - Environnement), Brest.
- Givernaud ; T., 1984. Recherches sur l'algue brune *Sargassum muticum* (yendo) fensholt en Basse-Normandie. Université de Caen, 72 pp.
- Givernaud, T., Cosson, J. and Givernaud-Mouradi, A., 1989. Etude des populations de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes de Basse-Normandie (France). In: M. Elliott and J.-P. Ducrottoy (Editors), *Estuaries and Coasts : Spatial and Temporal Intercomparisons*. International Symposium Series. Olsen & Olsen, Caen, pp. 129-132.
- Guillaumont, B. et al., 1987. Etude régionale intégrée du golfe normano-breton - Carte biomorphosédimentaire de la zone intertidale au 1 / 25 000 - Côte Ouest du Cotentin et Baie du Mont-Saint-Michel, Ifremer - Direction Environnement et Recherches Océaniques - Département Environnement Littoral, Brest.
- Livory, A., 1989. Le havre de Regnéville et la pointe d'Agon - Faune et Flore - Etude préliminaire, Regnéville-sur-mer.
- Lubet, P., Sylvand, B. and Le Gall, P., 1974. Etudes biocœnotiques sur la côte ouest du Cotentin, Laboratoire de Zoologie - Laboratoire Maritime de Luc-sur-mer - U. E. R. des Sciences de la Vie et du Comportement - Université de Caen, Caen.
- Rauss, I., 2001. Extraction de tange dans le havre de Saint-Germain-sur-Ay - La végétation du havre de Saint-Germain, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Luc-sur-mer.

- Rauss, I., Geslin, T., Hacquebart, P. and Sylvand, B., 2004. Havre de Regnéville-sur-mer - Travaux de re-chenalisation de la rivière la Sienne et de transport de sable sur les plages voisines - Complément d'étude d'impact au titre des directives européennes "oiseaux" du 2 avril 1979 et "habitats" du 21 mai 1992 - Rapport intermédiaire, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Syndicat Intercommunal de Défense du Littoral et d'Aménagement Touristique de la baie de Sienne, Hauteville-sur-mer.
- Rauss, I., Leflem, G. and Prigent, V., 1996. Les habitats des havres de la côte ouest du Cotentin - La flore, Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres - Normandie, Caen.
- Thouin ; F., 1983. Cartographie et Etude des populations de Laminaires de Base-Normandie, Université de Caen, 59 pp.
- Zambettakis, C., 1985. Le havre de Lessay - Etude de la végétation préliminaire à l'évaluation de la santé biologique du havre.
- Zambettakis, C., 1986. Etude du fonctionnement et du degré d'altération du havre de Géfosses (Manche), Association Culturelle de l'Avranchin et du Mortainais - Université de Caen, Caen.
- Zambettakis, C., 1987. Evaluation des conséquences d'une perturbation sur la végétation et le fonctionnement d'un écosystème: impact de la fermeture partielle du havre de Géfosses (Manche). Thèse de Doctorat, Université de Caen - Institut de Biochimie et Biologie Appliquée, Caen, 152 pp.

Etudes relatives au macrobenthos

- Franchet, F. and Costil, K., 2000. Première étude de la flore et de la faune intertidales sur la commune de Créances; impact potentiel de l'ouvrage de lutte contre la mer, GRESARC, Luc-sur-mer.
- Frédéric, A., 1999. Evaluation des gisements naturels de coquillages - Mise en place d'une méthode d'échantillonnage - Territoire de Granville / Saint-Pair-sur-mer, Université de Bretagne Occidentale - Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Manche (Service Santé - Environnement), Brest.
- Guillaumont, B. et al., 1987. Etude régionale intégrée du golfe normano-breton - Carte biomorphosédimentaire de la zone intertidale au 1 / 25 000 - Côte Ouest du Cotentin et Baie du Mont-Saint-Michel, Ifremer - Direction Environnement et Recherches Océaniques - Département Environnement Littoral, Brest.

Nord-ouest Cotentin (masse d'eau FRHC04)

Etudes portant sur les macroalgues et la végétation des schorres

- Givernaud ; T., 1984. Recherches sur l'algue brune Sargassum muticum (yendo) fensholt en Basse-Normandie. Université de Caen, 72 pp.
- Lubet, P., Sylvand, B. and Le Gall, P., 1974. Etudes biocoenotiques sur la côte ouest du Cotentin, Laboratoire de Zoologie - Laboratoire Maritime de Luc-sur-mer - U. E. R. des Sciences de la Vie et du Comportement - Université de Caen, Caen.
- Rauss, I., Leflem, G. and Prigent, V., 1996. Les habitats des havres de la côte ouest du Cotentin - La flore, Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres - Normandie, Caen.
- Thouin ; F., 1983. Cartographie et Etude des populations de Laminaires de Base-Normandie, Université de Caen, 59 pp.

Etudes relatives au macrozoobenthos

- Belsher, T., Hamon, D., Jouan, G., Cabioch, L. and Retière, C., 1976. Etude écologique d'avant-projet sur le site de Flamanville, Centre National pour l'Exploitation des Océans - Unité Littoral - Electricité de France, Roscoff.
- Guillaumont, B. and Belsher, T., 1977. Rapport général, 1er cycle. Etude écologique de projet. CNEXO – Unité Littoral.
- Guillaumont, B., Hamon, D. and Belsher, T., 1978. Etude écologique de projet – 2e cycle – le domaine benthique (vol 2). IFREMER-DERO- 86.22.

Nord Cotentin (masses d'eau FRHC05, FRHC06, FRHC06M, FRHC07)

Etudes relatives au macroalgues

- Givernaud ; T., 1984. Recherches sur l'algue brune Sargassum muticum (yendo) fensholt en Basse-Normandie. Université de Caen, 72 pp.
- Thouin ; F., 1983. Cartographie et Etude des populations de Laminaires de Base-Normandie, Université de Caen, 59 pp.

Etudes relatives au macrozoobenthos

- Anonyme, 1999. Inventaire de la faune et de la flore marines de La Hague, Association des Plongeurs Naturalistes de Tatihou, Tatihou.
- Anonyme, 2000. Inventaire de la faune et de la flore marines de La Hague, Association des Plongeurs Naturalistes de Tatihou, Tatihou.
- Bonhomme, L., 2003. Evolution faunistique d'un estran rocheux sur les années 1999, 2000, 2001 et 2003 à Collignon, Université de Caen - Maison du Littoral et de l'Environnement, Caen.
- Gentil, F. et Cabioch, L., 1997. Peuplements macrobenthiques de la Baie de Seine et Manche centrale. Carte au 1/117 000 (49°38'N). Observatoire Océanologique de Roscoff.

Est Cotentin-Baie des Veys (masses d'eau FRHC09, FRHC10, FRHT06M)

Etudes relatives aux paramètres sédimentaires

- Dubrulle, L. and Larssonneur, C., 1984. La baie des Veys - Etude hydrosédimentaire, Université de Caen (Laboratoire de Géologie Marine) - Comité Régional des Pêches, Université de Caen, 115 pp.
- Larssonneur, C., 1971. Manche centrale et baie de Seine: géologie du substratum et des dépôts meubles. Thèse de Doctorat, Université de Caen, Caen, 394 pp.
- Le Gall, J., 1970. La baie des Veys: caractères principaux de la sédimentation et faciès de dépôt. Thèse de Doctorat, Université de Caen, Caen, 151 pp.

Etudes relatives aux macroalgues, macrozoobenthos

- Anonyme, 1996. Inventaire de la faune et de la flore marines de Tatihou, Association des Plongeurs Naturalistes de Tatihou, Tatihou.
- Anonyme, 1997. Inventaire de la faune et de la flore marines de Tatihou, Association des Plongeurs Naturalistes de Tatihou, Tatihou.
- Anonyme, 1998. Inventaire de la faune et de la flore marines de Tatihou, Association des Plongeurs Naturalistes de Tatihou, Tatihou.

- Chevalier, E., 1999. Validation du modèle d'évolution biocénotique et morphosédimentaire de la baie des Veys (flanc est) - Etude préliminaire, Université de Caen - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Caen.
- Cosson, J. and Duglet, A., 1974. Baie des Veys - Etude algologique des roches de Grandcamp, Université de Caen -Laboratoire de Zoologie, Caen.
- Dauvin, J.-C. et al., 2004. Spatial structure of a subtidal macrobenthic community in the Bay of Veys (western Bay of Seine, English Channel). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*: 19.
- Desprez, M., Ducrotoy, J.-P. and Sylvand, B., 1986. Fluctuations naturelles et évolution artificielle des biocénoses macrozoobenthiques intertidales des trois estuaires des côtes françaises de la Manche. *Hydrobiologia*, 142: 249 - 270.
- Ducrotoy, J.-P. and Sylvand, B., 1991. Baie des Veys and Baie de Somme (English Channel): comparison of two macrotidal ecosystems. In: M. Elliot and J.-P. Ducrotoy (Editors), *Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal intercomparisons - ECSA 19 Symposium*. Olsen & Olsen, pp. 207 - 210.
- Fagot, C., Triplet, P., Elder, J.-F., Caillot, E. and Edlaar, P., 2000. Contribution à l'étude de la macrofaune benthique de la réserve naturelle de Beauguillot, Syndicat Mixte pour l'Aménagement de la Côte Picarde - Réserve Naturelle de Beauguillot - Netherland Institute for Sea Research.
- Fécamp, D., 1999. Le schorre de la baie des Veys - Une évolution perturbée - Etude de la végétation et du sédiment associé, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Luc-sur-mer.
- Fremy, P., Jacquet, J. and Meslin, R., 1943. Sur la présence d'*Asterionella japonica* Cleve dans les eaux saumâtres de la baie des Veys. *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 3: 111 - 129.
- Gentil, F. et Cabioch, L., 1997. Peuplements macrobenthiques de la Baie de Seine et Manche centrale. Carte au 1/117 000 (49°38'N). Observatoire Océanologique de Roscoff.
- Givernaud ; T., 1984. Recherches sur l'algue brune *Sargassum muticum* (yendo) fensholt en Basse-Normandie. Université de Caen, 72 pp.
- Givernaud, T., Cosson, J. and Givernaud-Mouradi, A., 1989. Etude des populations de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes de Basse-Normandie (France). In: M. Elliott and J.-P. Ducrotoy (Editors), *Estuaries and Coasts : Spatial and Temporal Intercomparisons*. International Symposium Series. Olsen & Olsen, Caen, pp. 129-132.
- Lecoustey, R., 1999. Méthodologie de recensement benthique et étude granulométrique de la baie de Jonville et du Cul-de-Loup, Université du Littoral Côte d'Opale - Musée maritime de Tatihou - Conseil Général de la Manche, Tatihou.
- Lecoustey, R. and Plasman, S., 1999. Méthodologie de recensement benthique et algale du platier rocheux de l'île de Tatihou, Musée maritime de l'île de Tatihou - Conseil Général de la Manche, Tatihou.
- Lecouturier, A., 2003. Programme IREMER MOREST: Etude de l'environnement conchylicole de la baie des Veys. Techniques appliquées à la connaissance du milieu intertidal, Université du Littoral Côte d'Opale - Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux - Ifremer - C.N.R.S. U.M.R. 6143 Morphodynamique Continentale et Côtière, Calais.
- Lubet, P., Le Gall, P. and Sylvand, B., 1974. Etude des biocoénoses benthiques littorales de la Baie de Seine, Laboratoire de zoologie - Laboratoire Maritime de Luc-sur-mer - U.E.R. des Sciences de la Vie et du Comportement - Université de Caen, Caen.

- Marion, C., 2001. Baie des Veys - Contrôle local du modèle prédictif d'évolution morphosédimentaire et biocénotique - la zone estuarienne sud-ouest, Université de Rennes - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - C.N.R.S. UPRESA 6143 Morphodynamique Continentale et Côtière, Rennes.
- Marzec, L., 2000. Baie des Veys: contrôle local du modèle prédictif de l'évolution du flanc est, Université de Caen - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - C.N.R.S. UPRESA 6143 Morphodynamique Continentale et Côtière, Caen.
- Mavoka-Isana, E., 2000. Marais côtier de la baie des Veys: corrélations entre la topographie, la sédimentation, et la végétation, Université d'Angers - G.E.M.E.L. Basse-Normandie, Angers.
- Meunier, A., Ropert, M. and Sylvand, B., 1993. Cartographie des vers tubicoles en baie des Veys (littoral occidental de la baie de Seine), Conseil Régional de Basse-Normandie, Caen.
- Rauss, I., 1998. Marais salés de la baie des Veys, première partie: description des groupements végétaux, biomasse et production primaire des espèces végétales, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - DIREN - Basse-Normandie - Fondation Beauguillot, Luc-sur-mer.
- Rauss, I., 2003. *Spartina anglica* C. E. Hubbard (Poaceae), une espèce structurelle et fonctionnelle de l'écosystème marais salé (Baie des Veys, Baie de Seine Occidentale, Manche Orientale). Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, Rennes, 182 pp.
- Ropert, M., 1996. Développement et prolifération d'une population d'annélides tubicoles *Lanice conchilega* associée à la conchyliculture en Baie des Veys (Baie de Seine Occidentale) - Ecophysiologie, Dynamique de population, cartographie, Ifremer - Section Régionale de la Conchyliculture - Conseil Régional de Basse-Normandie, Port-en-Bessin.
- Ropert, M., 1997. Suivi de masse d'eau: Recherche d'un indicateur de qualité du milieu sur le secteur conchylicole de Grandcamp-Maisy - Rapport préliminaire - Présentation des protocoles, Agence de l'Eau Seine Normandie - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Luc-sur-mer.
- Ropert, M., 1999. Caractérisation et déterminisme du développement d'une population de l'annélide tubicole *Lanice conchilega* (Palas, 1976) (Polychète Terebellidae) associé à la conchyliculture en Baie des Veys (Baie de Seine Occidentale). Thèse de Doctorat, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 172 pp.
- Ropert, M. and Dauvin, J.-C., 2000. Renewal and accumulation of a *Lanice conchilega* (Pallas) population in the baie des Veys, western Bay of Seine. *Oceanologica Acta*, 23(4): 529 - 546.
- Ropert, M. and Sylvand, B., 1997. Suivi biosédimentaire de la population de *Lanice conchilega* en baie des Veys (baie de Seine occidentale), Ifremer - Ressources Aquacoles, Port-en-Bessin.
- Sylvand, B., 1974. Baie des Veys - Sédimentologie et faunistique, Laboratoire Maritime de Luc-sur-mer - Laboratoire de Zoologie - Université de Caen, Caen.
- Sylvand, B., 1974. La baie des Veys - Document récapitulatif des études entreprises dans cette zone durant la période 1965-1974, Laboratoire de Zoologie - Université de Caen, Caen.
- Sylvand, B., 1995. La baie des Veys (Littoral occidental de la baie de Seine, Manche) 1972 - 1993 - Structure et évolution à long terme d'un écosystème benthique intertidal de substrat meuble sous influence estuarienne. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Caen, Caen, 409 pp.
- Sylvand, B., 1996. Transformations intertidales à long terme en baie des Veys (littoral de la baie de Seine occidentale, Manche orientale): passé évolutif et tendances générales. *Journal de la Recherche Océanographique*, 21(3/4): 89 - 94.
- Sylvand, B., 2001. Etude d'impact des rejets de dragage du port de Grandcamp: macrofaune benthique, GRESARC - Université de Caen, Caen.

- Sylvand, B., Lecouturier, A., Marion, C. and Ropert, M., 2004. Evolution récente du macrozoobenthos de la zone conchylicole de Grand-camp-Maisy en baie des Veys (baie de Seine occidentale, Manche orientale), Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Ifremer - Laboratoire Conchylicole de Normandie, Luc-sur-mer.
- Sylvand, B., Marion, C., Lecouturier, A. and Ropert, M., 2003. Nouvelle cartographie sédimentaire de la zone conchylicole de Grandcamp-Maisy en baie des Veys (baie de Seine occidentale, manche orientale), Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Ifremer - Laboratoire Conchylicole de Normandie, Luc-sur-mer.
- Sylvand, B. and Ropert, M., 1999. Impact biosédimentaire de l'extension de la population d'annélide tubicole *Lanice conchilega* en baie des Veys - Rapport final, Ifremer - Laboratoire Conchylicole de Normandie - Groupe d'Etudes des milieux estuariens et Littoraux.
- Sylvand, B., Ropert, M., Chevalier, E. and Rauss, I., 1999. Evolution sédimentaire de la zone conchylicole de Grandcamp-Maisy - Tendances à moyen terme (1996 - 1999) - Rapport intermédiaire, Ifremer - Laboratoire Conchylicole de Normandie - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Port-en-Bessin.
- Sylvand, B. and Savini, J.-R., 1991. Evolution à long terme des sédiments intertidaux et des biocénoses macrozoobenthiques en baie des Veys (baie de la Seine Occidentale) depuis 1969. In: M. Elliot and J.-P. Ducrottoy (Editors), Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons - ECSA 19 Symposium. Olsen & Olsen, pp. 145 - 152.
- Thouin ; F., 1983. Cartographie et Etude des populations de Laminaires de Basse-Normandie, Université de Caen, 59 pp.
- Timsit, O., Sylvand, B. and Lefeuvre, J.-C., 2003. Evolution du macrozoobenthos intertidal de la baie des Veys de 1985 à 2000. Compte-rendu de l'Académie des Sciences: 14.

Bessin, Calvados (masses d'eau FRHC11, FRHC12, FRHC13, FRHT04M, FRHC14, FRHC15)

Etudes portant sur les macroalgues et le macrozoobenthos

- Anonyme, 1974. Inventaire 1974 - Faune et flore du littoral bas-normand - Inventaire floristique des dunes et vases de la baie d'Orne, Comité Régional Etudes, Protection et Aménagement de la Nature.
- Aulert, C. and Sylvand, B., 1997. Les macreuses noires (*Melanitta nigra*) et brunes (*Melanitta fusca*) hivernant au large des côtes du Calvados: relation entre le régime alimentaire et les peuplements macrozoobenthiques marins littoraux. *Ecologie*, 28(2): 107 6 117.
- Chouan, O., 2001. Etude d'un environnement littoral: plage de Luc-sur-mer (littoral baie de Seine, département du Calvados, Manche) - Tome 1: Etude du macrozoobenthos endogé, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - C.N.R.S. UPRESA 6143 Morphodynamique Continentale et Côtière, Luc-sur-mer.
- Costil, K., Lagadeuc, Y. and Rusig, A.-M., 2003. Etude d'impact, sur la flore et la faune, de la Station de Traitement des Eaux de la Côte de Nacre (située sur la commune de Bernières-sur-mer), Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Côte de Nacre, Caen.
- Gentil, F., 1980. Etude écologique d'Englesqueville - Complément d'avant-projet, Electricité de France - Centre National pour l'Exploitation des Océans.
- Givernaud ; T., 1984. Recherches sur l'algue brune *Sargassum muticum* (yendo) fensholt en Basse-Normandie. Université de Caen, 72 pp.
- Le Gall, P., 1991. Etude de l'impact potentiel des rejets d'une station d'épuration collective aux communes de la côte de Nacre. Rapport du CREC, commandité par le Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la côte de Nacre.

- Lubet, P., Le Gall, P. and Sylvand, B., 1974. Etude des biocénoses benthiques littorales de la Baie de Seine, Laboratoire de zoologie - Laboratoire Maritime de Luc-sur-mer - U.E.R. des Sciences de la Vie et du Comportement - Université de Caen, Caen.
- Marchand, J., 1975. Observations sur la faune du canal de Caen à la mer: étude de la population d'*Heterotanais oerstedii* Kroyer (Crustacé, Péricaride, Tanaidacé). Bulletin de la Société Limnologique de Normandie, 105: 123 - 140.
- Sylvand, B. and Gentil, F., 1976. Etude écologique d'avant-projet sur le site E.D.F. de Englesqueville, Laboratoire maritime de Luc-sur-mer - Laboratoire de Zoologie, Université de Caen - Laboratoire Marin de Roscoff, Luc-sur-mer.
- Sylvand, B., Ropert, M., Le Bourhis, S., Jourdain, N. and Villedieu, S., 1994. Etat des biocénoses macrozoobenthiques intertidales du site conchylicole de Meuvaines (littoral de la baie de Seine, Département du Calvados) - Rapport final, Ifremer - G.E.M.E.L.
- Sylvand, B., Lebourhis, S. and Ropert, M., 1994. Etat des biocénoses macrozoobenthiques et des sédiments intertidaux sur le site de rejet du dragage du port de Courseulles (littoral de la baie de Seine, Manche), Ville de Courseulles-sur-mer, Courseulles-sur-mer.
- Sylvand, B., 2000. Etude d'impact des rejets de dragage du port de plaisance de Deauville: macrofaune benthique, GRESARC - Université de Caen.
- Sylvand, B., 2002. Etude d'impact de l'aménagement du canal de Caen à la mer: macrofaune benthique, GRESARC - Université de Caen.
- Thouin ; F., 1983. Cartographie et Etude des populations de Laminaires de Base-Normandie, Université de Caen, 59 pp.
- Turcant, A., 1998. Cartes de la végétation de l'estuaire de l'Orne - La pointe du siège - Les dunes de Merville - Le gros banc - Le terrain François - Les vases salées, Université de Caen, Caen.

Estuaire de la Seine – Antifer (masses d'eau FRHT03M, FRHC16M)

Etudes des paramètres sédimentaires

- Augris, C., Clabaut, P., Costa, S., Gourmelon, F. and Latteux, B., 2004. Evolution morphosédimentaire du domaine littoral et marin de la Seine-Maritime. Bilans & Perspectives. Ifremer - Conseil général de la Seine-Maritime - E.D.F., Brest, 159 pp.
- Avoine, J., L'estuaire de la Seine : sédiments et dynamique sédimentaire. Thèse de doctorat, Université de Caen, 236 pp.
- Garnaud S., Lesueur P., Lesourd S., Poupinet N. & Brun-Cottan J. C., 2002. Caractérisation des variations lithologiques saisonnières des sédiments de la baie de Seine orientale; impact des crues de la Seine (France). C. R. Geoscience, 334 : 323-330.
- Janson, A.-L., 2002. Variabilité de la dynamique sédimentaire et des mécanismes de minéralisation en relation avec le macrozoobenthos dans les vasières subtidales de l'estuaire salé de la Seine, Université des Sciences et Technologies de Lille 1, Lille.
- Larsonneur, C., 1971. Manche centrale et baie de Seine: géologie du substratum et des dépôts meubles. Thèse de Doctorat, Université de Caen, Caen, 394 pp.
- Le Hir, P. et al., 2001. Fine sediment transport and accumulations at the mouth of the Seine Estuary (France). Estuaries, 24 (6B): 950-963.
- Lesourd, S., 2000. Processus d'envasement d'un estuaire macrotidal: zoom temporel du siècle à l'heure. Application à l'estuaire de la Seine. Thèse de doctorat, Université de Caen.

Etudes relatives aux macroalgues et au macrozoobenthos

- Anonyme, 1986. La baie de Seine - Actes de colloques n°4, Université de Caen - Ifremer - C.N.R.S. - Groupe de recherches coordonnées "Manche" (GRECO MANCHE), Caen.
- Anonyme, 1987. Etude d'impact du Pont de Normandie, aspects floristiques, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Mission Pont de Normandie, Le Havre.
- Anonyme, 1990. La végétation phanérogamique du marais du Hode, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Mission du Pont de Normandie, Le Havre.
- Anonyme, 1991. La faune benthique estuarienne envisagée comme indice de qualité - Les recherches européennes du COST 647 appliquées à l'aménagement du littoral, O.C.D.E. -Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Luc-sur-mer.
- Anonyme, 1998. Morphologie des vasières de l'estuaire, zoobenthos associé et exploitation par les juvéniles de poissons, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand, Le Havre.
- Barnay, A.-S., 2003. Structure des peuplements de sables fins plus ou moins envasés en Manche : échelles spatiales et biodiversité. Thèse de Doctorat, Université Paris VI, 143 pp.
- Bessineton, C., Morin, J. and Duval, P., 1995. Synthèse des connaissances sur l'estuaire de la Seine, Ifremer.
- Cabioch L., 1968. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. Cahier de Biologie Marine. 9 : 493-720.
- Cabioch, L. and Gentil, F., 1975. Distribution des peuplements benthiques dans la parite orientale de la baie de Seine. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 280: 491 - 494.
- Cabioch L. & Glaçon R., 1977. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, du cap d'Antifer à la Baie de Somme. C. R. Acad. Sci. Paris, 285 : 209-212.
- Charrier, G., 2001. Etude des peuplements mesozooplanctoniques et macrobenthiques de la fosse nord de l'estuaire de la Seine en conditions hivernale et printanière, Université des Sciences et Technologies de Lille 1, Lille.
- Cosson, J., 1989. Variations de la végétation benthique algale dans l'estuaire de la Seine pendant la période 1978 - 1988. In: M. Elliot and J.-P. Ducrottoy (Editors), Estuaries and Coasts : Spatial and Temporal Intercomparisons. International Symposium Series. Olsen & Olsen, Caen.
- Costil, K., 1998. Etude du macrozoobenthos de la Seine fluviale dans la région rouennaise, Programme Scientifique Seine-Aval 1997, Rouen.
- Costil, K., 1999. Etude du macrozoobenthos du chenal de la Seine, de Tancarville à Rouen., Programme Scientifique Seine-Aval, Rouen.
- Dauvin J. C. & Gillet P., 1991. Spatio-temporal variability in population structure of *Owenia fusiformis* Delle Chiaje (Annelida : Polychaeta) from the Bay of Seine (eastern English Channel). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 152 : 105-122.
- Dauvin, J.-C., 1997. Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantiques, Manches et Mer du Nord. Patrimoine Ecologique, 28. Museum National d'Histoire Naturelle - Collection du Patrimoine Naturel, Paris, 359 pp.
- Desprez, M., Duval, P., Potrel, M.-C. and Simon, S., 1980. Les peuplements macrobenthiques intertidaux de l'estuaire de la Seine - Campagne 1978 -1979, Laboratoire de Biologie Animale - Ecophysiologie - Rouen - Laboratoire de Zoologie - Caen, Rouen
- Desprez, M., 1981. Etude du macrozoobenthos intertidal de l'estuaire de la Seine. Thèse de Doctorat, Université de Rouen, Rouen, 186 pp.
- Desprez, M. et al., 1983. Etude des biofaciès intertidaux de l'estuaire de la Seine. Compte-rendu de l'Académie des Sciences, 296: 521 - 526.

- Desprez, M., Dupont, J.-P. and Lafite, R., 1984. Suivi biosédimentaire de la fosse nord de l'estuaire la Seine III - Etude de terrain, Service des Etudes du Chenal du Port Autonome de Rouen.
- Desprez, M., Brulard, J.-F., Dupont, J.-P., Simon, S. and Sylvand, B., 1985. Etude du macrozoobenthos intertidal de l'estuaire de la Seine, Museum de Rouen, Rouen.
- Desprez, M., Ducrotoy, J.-P. and Sylvand, B., 1986. Fluctuations naturelles et évolution artificielle des biocénoses macrozoobenthiques intertidales des trois estuaires des côtes françaises de la Manche. *Hydrobiologia*, 142: 249 - 270.
- Desprez, M. and Lafite, R., 1989. Suivi de la recolonisation par la faune benthique de la vasière artificielle créée en estuaire de Seine - Première tranche de l'étude: point zéro, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Le Havre.
- Desprez, M., Lafite, R. and Bessineton, C., 1989. Suivi biosédimentaire de la fosse de flot nord de l'estuaire de la Seine, Port Autonome de Rouen - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Rouen.
- Desprez, M., Lafite, R. and Duhamel, S., 1991. Suivi biosédimentaire de la grande vasière nord de l'estuaire de Seine au cours des travaux de construction du pont de Normandie - Deuxième tranche de l'étude: Novembre 1990, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Mont-Saint-Aignan.
- Desprez, M., Lafite, R. and Duhamel, S., 1991. Suivi de la recolonisation par la faune benthique de la vasière artificielle créée en estuaire de Seine - Deuxième tranche de l'étude: 1 an après l'aménagement, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Le Havre.
- Desroy, N., Janson, A.-L. and Dauvin, J.-C., 2003. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine, Port du Havre, Le Havre.
- Desroy, N. and Denis, L., 2004. Influence of spring phytodetritus sedimentation on intertidal macrozoobenthos in the eastern English Channel. *Marine Ecology Progress Series*, 270: 41-53.
- Desroy, N., Janson, A.-L., Denis, L., Charrier, G., Lesourd, S and Dauvin, J.-C. The intra-annual variability of soft-bottom macrobenthos abundance patterns in the North Channel of the Seine estuary. (Submitted)
- Ducrotoy, J.-P. and Desprez, M., 1986. Evolution spatio-temporelle de populations estuariennes de bivalves, liée à des perturbations naturelles ou artificielles. *Haliotis*, 15: 283 - 299.
- Duhamel, S., 1994. Synthèse des connaissances sur l'estuaire de la Seine - Partie Benthos, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Ifremer - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Duhamel, S., 2001. Le macrozoobenthos de l'estuaire de la Seine: actualisation cartographique en relation avec la couverture sédimentaire - Rapport intermédiaire au 31/03/01, Cellule de Suivi du Littoral de Haute-Normandie - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Duhamel, S., 2001. Site de dépôt de dragages d'Octeville-sur-mer - Suivi de la ressource halieutique - Etat préalable avant les travaux de Port 2000: Rapport final année 2001, Cellule de Suivi du Littoral de Haute-Normandie - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Duhamel, S. and Desprez, M., 1993. Suivi biosédimentaire de la grande vasière nord de l'estuaire de la Seine au cours des travaux de construction du pont de Normandie, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre, Le Havre.
- Elkaim, B. and Ibanez, F., 1982. Le benthos subtidal de l'estuaire de la Seine: analyse statistique des peuplements. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 64: 231 - 252.
- Elkaim, B. and Rybarczyk, H., 1998. Analyse comparative des bilans énergétiques et de la composition biochimique des principales espèces des peuplements benthiques de la Baie de Seine, Programme Scientifique Seine Aval.

- Ellien C., 2001. Modélisation du transport larvaire en Manche et conséquences sur le recrutement d'invertébrés à cycle benthopélagique. Importance relative des processus biologiques et hydrodynamiques. Thèse, Université Paris VI, 193 pp.
- Ficht, A., 1991. Etude de la faune benthique entre Poses et la mer, Agence de l'Eau - Ministère de l'Environnement.
- Gentil, F., 1976. Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, Paris, 70 pp.
- Gentil F., Irlinger J. P., Elkaïm B. & Proniewski F., 1986. Premières données sur la dynamique du peuplement macrobenthique des sables fins envasés à Abra alba de la Baie de Seine orientale. Actes de colloques, Ifremer, 4 : 409-420.
- Gentil, F. et Cabioch, L., 1997. Peuplements macrobenthiques de la Baie de Seine et Manche centrale. Carte au 1/117 000 (49°38'N). Observatoire Océanologique de Roscoff.
- Heude, V., 2000. La spartine et son environnement sur la Vasière Nord de l'estuaire de la Seine, Cellule de Suivi du Littoral Haut Normand - Université du Havre, Le Havre.
- Jourde, J., Perrot, Y. and Simon, S., 2003. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine - Rapport de la campagne de septembre 2003, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Jourde, J., Duhamel, S., Roton, G. and Simon, S. 2003. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine - Rapport de synthèse, année 2003, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Jourde, J., Duhamel, S., De Roton, G. and Simon, S., 2004. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand, Le Havre.
- Desprez, M. and Lafite, R., 1989. Suivi de la recolonisation par la faune benthique de la vasière artificielle créée en estuaire de Seine - Première tranche de l'étude: point zéro, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Le Havre.
- Desprez, M., Lafite, R. and Bessineton, C., 1989. Suivi biosédimentaire de la fosse de flot nord de l'estuaire de la Seine, Port Autonome de Rouen - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Rouen.
- Desprez, M., Lafite, R. and Duhamel, S., 1991. Suivi biosédimentaire de la grande vasière nord de l'estuaire de Seine au cours des travaux de construction du pont de Normandie - Deuxième tranche de l'étude: Novembre 1990, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Mont-Saint-Aignan.
- Desprez, M., Lafite, R. and Duhamel, S., 1991. Suivi de la recolonisation par la faune benthique de la vasière artificielle créée en estuaire de Seine - Deuxième tranche de l'étude: 1 an après l'aménagement, Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre - Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, Le Havre.
- Desroy, N., Janson, A.-L. and Dauvin, J.-C., 2003. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine, Port du Havre, Le Havre.
- Desroy, N. and Denis, L., 2004. Influence of spring phytodetritus sedimentation on intertidal macrozoobenthos in the eastern English Channel. Marine Ecology Progress Series, 270: 41-53.
- Desroy, N., Janson, A.-L., Denis, L., Charrier, G., Lesourd, S. and Dauvin, J.-C. The intra-annual variability of soft-bottom macrobenthos abundance patterns in the North Channel of the Seine estuary. (Submitted)
- Ducrottoy, J.-P. and Desprez, M., 1986. Evolution spatio-temporelle de populations estuariennes de bivalves, liée à des perturbations naturelles ou artificielles. Haliotis, 15: 283 - 299.

- Duhamel, S., 1994. Synthèse des connaissances sur l'estuaire de la Seine - Partie Benthos, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Ifremer - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Duhamel, S., 2001. Le macrozoobenthos de l'estuaire de la Seine: actualisation cartographique en relation avec la couverture sédimentaire - Rapport intermédiaire au 31/03/01, Cellule de Suivi du Littoral de Haute-Normandie - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Duhamel, S., 2001. Site de dépôt de dragages d'Octeville-sur-mer - Suivi de la ressource halieutique - Etat préalable avant les travaux de Port 2000: Rapport final année 2001, Cellule de Suivi du Littoral de Haute-Normandie - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Duhamel, S. and Desprez, M., 1993. Suivi biosédimentaire de la grande vasière nord de l'estuaire de la Seine au cours des travaux de construction du pont de Normandie, Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre, Le Havre.
- Elkaim, B. and Ibanez, F., 1982. Le benthos subtidal de l'estuaire de la Seine: analyse statistique des peuplements. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 64: 231 - 252.
- Elkaim, B. and Rybarczyk, H., 1998. Analyse comparative des bilans énergétiques et de la composition biochimique des principales espèces des peuplements benthiques de la Baie de Seine, Programme Scientifique Seine Aval.
- Ellien C., 2001. Modélisation du transport larvaire en Manche et conséquences sur le recrutement d'invertébrés à cycle benthopélagique. Importance relative des processus biologiques et hydrodynamiques. Thèse, Université Paris VI, 193 pp.
- Ficht, A., 1991. Etude de la faune benthique entre Poses et la mer, Agence de l'Eau - Ministère de l'Environnement.
- Gentil, F., 1976. Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, Paris, 70 pp.
- Gentil F., Irlinger J. P., Elkaim B. & Proniewski F., 1986. Premières données sur la dynamique du peuplement macrobenthique des sables fins envasés à Abra alba de la Baie de Seine orientale. *Actes de colloques, Ifremer*, 4 : 409-420.
- Gentil, F. et Cabioch, L., 1997. Peuplements macrobenthiques de la Baie de Seine et Manche centrale. Carte au 1/117 000 (49°38'N). Observatoire Océanologique de Roscoff.
- Heude, V., 2000. La spartine et son environnement sur la Vasière Nord de l'estuaire de la Seine, Cellule de Suivi du Littoral Haut Normand - Université du Havre, Le Havre.
- Jourde, J., Perrot, Y. and Simon, S., 2003. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine - Rapport de la campagne de septembre 2003, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Jourde, J., Duhamel, S., Roton, G. and Simon, S 2003. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine - Rapport de synthèse, année 2003, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Jourde, J., Duhamel, S., De Roton, G. and Simon, S., 2004. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand, Le Havre.
- Lafite, R., Desprez, M., Leboulanger, T., Dupont, J.-P. and Sylvand, B., 1987. Réactualisation de la cartographie biosédimentaire de la grande vasière nord de l'estuaire de la Seine, D.D.E. Arrondissement du Havre - G.E.M.E.L., Le Havre.
- Mayot, S. and Duhamel, S., 2003. Suivi du macrozoobenthos de la Réserve Naturelle de l'estuaire de la Seine - Campagne annuelle: octobre 2002, Cellule de Suivi du littoral Haut-Normand, Le Havre.
- Mayot, S. and Duhamel, S., 2003. Suivi du macrozoobenthos de la grande vasière Nord de l'estuaire de la Seine - Campagne annuelle: septembre 2001, Cellule de Suivi du littoral Haut-Normand, Le Havre.

- Mayot, S. and Duhamel, S., 2004. Suivi du macrozoobenthos de la Réserve Naturelle de l'estuaire de la Seine - Campagne annuelle: octobre 2002, Cellule de Suivi du littoral Haut-Normand, Le Havre.
- Mouny, P., 1998. Structure spatio-temporelle du zooplancton et du supra-benthos de l'estuaire de la Seine. Dynamique et rôle des principales espèces dans la chaîne trophique pélagique. Thèse de Doctorat, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 239 pp.
- Mouny, P., Dauvin, J.-C. and Zouhiri, S., 1997. Les communautés mésozooplanctoniques et suprabenthiques de l'estuaire de la Seine, Programme Seine Aval - Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Mouny, P., Wang, Z. and Dauvin, J.-C., 1996. Premières données sur la structure spatio-temporelle du mesozooplancton et du suprabenthos de l'estuaire de la Seine. *Journal de la Recherche Océanographique*, 21(3): 109 - 117.
- Simon, S., Duhamel, S., Potel, B. and Jourde, J., 2003. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques dans l'estuaire de la Seine - Rapport de la campagne de mars 2003, Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Simon, S ; and Perrot, Y., 2004. Suivi des sédiments et des peuplements benthiques sur le site d'immersion d'Octeville. Rapport de campagne d'octobre 2003. Cellule de Suivi du Littoral Haut-Normand - Port Autonome du Havre, Le Havre.
- Thiébaud E., 1994. Dynamique du recrutement et dispersion larvaire de deux Annélides Polychètes *Owenia fusiformis* et *Pectinaria koreni* en régime mégatidal (Baie de Seine orientale, Manche). Thèse, Université Paris VI, 152 p.
- Timsit, O., Duhamel, S. and Simon, S., 2000. Mise en place d'un suivi du macrozoobenthos de la vasière nord de l'estuaire de la Seine, Cellule du Suivi du Littoral Haut-Normand - Maison de l'Estuaire de la Seine, Le Havre.
- Wang, Z., 2000. Variations à court terme de la faune planctonique et suprabenthique en Baie de Seine dans la zone sous influence d'apports d'eau douce en conditions printanières. Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille 1, Lille, 193 pp.
- Wang, Z. and Dauvin, J.-C., 1994. The suprabenthic crustacean fauna of the infralittoral fine sand community from the bay of Seine (Eastern English Channel): composition, swimming activity and diurnal variation. *Cahier de la Biologie Marine*, 35: 135 - 155.

Pays de Caux (masses d'eau FRHC17, FRHC18)

Etudes relatives aux macroalgues et macrozoobenthos

- Cabioch, L. and Gentil, F., 1975. Distribution des peuplements benthiques dans la partie orientale de la baie de Seine. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 280: 491 - 494.
- Cabioch, L. and Glaçon, R., 1977. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale du Cap d'Antifer à la baie de Somme. *Comptes Rendus De L' Academie Des Sciences de Paris*: 209 - 211.
- Dewarumez, J. -M. and Menu, D., 1976. Etude écologique de projet - Site de Paluel – 1er cycle - Rapport général, Electricité De France - Centre National pour l'Exploitation des Océans - Unité Littoral - Institut de Biologie Marine et Régionale de Wimereux - Université de Lille, Wimereux.
- Dewarumez, J. -M. and Menu, D., 1985. Etude de surveillance écologique du site de Paluel - Rapport de synthèse - Années 1978, 1979, 1980, 1981. Station marine de Wimereux – Laboratoire municipal d'hygiène de Rouen – DERO / Environnement Littoral / IFREMER
- Guillaumont, B. and Hamon, D., 1983. - Le zoobenthos sublittoral. pp 9.1-9.47. In : CNEXO. - Etude écologique de Projet - Site de Penly – 2e cycle - rapport général.

- Peltier, J.-C., Dupont, W. and Dupont, J.-P., 1976. Conséquences bio-écologiques d'un déversement accidentel d'hydrocarbures sur le platier du littoral haut-normand - Bilan un an après la marée noire du 26 novembre 1974. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie*, 170(2): 442.
- Richard, A. and Richard, I., 1995. Domaine benthique intertidal - Surveillance écologique et halieutique du site de Paluel, année 1994, Ifremer - Electricité De France.
- Simon, S., 1999. Etude de la faune et de la flore de la zone de balancement des marées du littoral cauchois. Cellule de Suivi du Littoral de Haute-Normandie - Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel, Le Havre.
- Simon, S., 2003. Le littoral cauchois: ZNIEFF mer, Cellule de Suivi du Littoral de Haute-Normandie - Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel, Le Havre.
- Simon, S., Otel, B., Jourde, J. and Delamarche, F., 2003. Inventaire et suivi de la faune et de la flore de la zone intertidale du littoral cauchois. Cellule de Suivi du Littoral de Haute-Normandie - Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel, Le Havre.

Bibliographie relative aux suivis des 3 sites électronucléaires

Site de Flamanville

Rapports de surveillance du domaine marin côtier produits par l'Ifremer depuis 1983

- LEAUTE J.P. et C. LE BEC, 1984. - Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Zooplanctonologie, ANNEE 1983. Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes, mai 1984, 182 p.
- VERON G., D. MIOSSEC et P. NOEL, 1985. - Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Surveillance de la pêche côtière. des crustacés, ANNEE 1983. Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes, janvier 1985, 151p.
- ARNAL O, T. BELSHER, C. CHEVALIER, L. DREVES, E. ERARD, P. GENTIAN, F. GRESSELIN, B. GUILLAUMONT, D. HAMON, R. LOARER, M. OBATON, J.Y. PIRIOU, J.Y. QUINTIN et P. WALKER, 1985.- Etude de Surveillance écologique sur le site de Flamanville, ANNEE 1983. Rapp. CNEXO/COB/DELGMM, mars 1985, 124 p.
- GENTIAN P., L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, B. GUILLAUMONT, R. LOARER, A. MENESGUEN, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1986.- Surveillance écologique sur le site de Flamanville, ANNEE 1984. Rapp. IFREMER DERO-86.12 EL, 131 p.
- MARTIN J. et D. HALGAND, 1986.- Etude de surveillance des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Zooplanctonologie, avril-octobre 1984. Rapp. interne IFREMER DRV-86.008-RH, décembre 1986, 286 p.
- GUILLAUMONT B., J.P. AUFFRET, S. BERNE, F. GRESSELIN et P. WALKER, 1987.- Surveillance écologique, Site de Flamanville, Le domaine benthique, Etude par sonar latéral et prises de vue sous-marines, 1983-1984. Rapp. IFREMER DERO-87.05-EL, 35 p. + 14 cartes.
- VERON G. et D. MIOSSEC, 1987.- Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Surveillance de la pêche côtière des crustacés, ANNEE 1984. Rapp. interne IFREMER DRV-86.008-RH, mai 1987.
- MARTIN J. (coordinateur), L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, P. GENTIAN, J.Y. PIRIOU, J.Y. QUINTIN et G. VERON, 1988. - Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1985. Rapp. IFREMER DRV-87.19-RH, DERO-87.28-EL, décembre 1988, 311p.
- MARTIN J. (coordinateur), G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, J.Y. QUINTIN et G. VERON, 1990. - Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1986. - Rapp. IFREMER DRV-88.06-RH, DERO-88.14-EL, novembre 1990, 136 p.

- MARTIN J. (coordinateur), G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1990. -Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1987. [Edition définitive] Rapp. IFREMER DRV-89.017-RH, DERO-89.12-EL, novembre 1990, 182 p.
- MARTIN J. (coordinateur), G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1991. -Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1988. Rapp. IFREMER RIDRV-90.46-RH, RIDRO-90.14-EL, mai 1991, 134 p.
- MARTIN J. (coordinateur), G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1991. -Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1989. Rapp. IFREMER RIDRV-90.47-RH, RIDRO-90.15-EL, septembre 1991, 148 p.
- DREVES L. (coordinateur), G. ARZUL, E. ERARD-LE DENN, J. MARTIN, D. MIOSSEC et J.Y. QUINTIN, 1991. -Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1990. Rapp. IFREMER DRO.EL-91.15, juillet 1991, 122 p.
- DREVES L. (coordinateur), G. ARZUL, E. ERARD-LE DENN, J. MARTIN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1992. -Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1991. Rapp. IFREMER DEL/Brest-92.23, juin 1992, 161 p.
- DREVES L. (coordinateur), G. ARZUL, E. ERARD-LE DENN, J. MARTIN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1993. -Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1992. Rapp. IFREMER DEL/Brest-93.14, juillet 1993, 146 p.
- DREVES L. (coordinateur), E. ERARD-LE DENN, M. LUNVEN, J. MARTIN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1994. -Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1993. Rapp. IFREMER DEL/Brest-94.09, juin 1994, 105 p.
- DREVES L. (coordinateur), J.Y. QUINTIN, E. ERARD-LE DENN, M. LUNVEN, J. MARTIN et D. MIOSSEC, 1995. -Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1994. Rapp. IFREMER DEL/Brest-95.09, juin 1995, 112 p. + annexes.
- DREVES L. (coordinateur), J. MARTIN, E. ERARD-LE DENN, M. LUNVEN, D. MIOSSEC et J.Y. QUINTIN, 1996. -Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1995. Rapp. IFREMER DEL/Brest-96.07, juin 1996, 114 p. + annexes.
- DREVES L. (coordinateur), ERARD-LE-DENN E., LUNVEN M., MARTIN J., MIOSSEC D., QUINTIN J.Y. (1997) - Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1996. Rapp. IFREMER DEL/CR/RST/97/09, mai 1997, 108 p. + annexes.
- DREVES L. (coordinateur), ERARD-LE-DENN E., LUNVEN M., MARTIN J., MIOSSEC D., QUINTIN J.Y. (1998) - Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1997. Rapp. IFREMER DEL/CR/98/04, mars 1998, 112 p. + annexes.
- DREVES L. (coordinateur), ERARD-LE-DENN E., GAFFET J.D., LUNVEN M., MARTIN J., MIOSSEC D., QUINTIN J.Y. (1999) - Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1998. Rapp. IFREMER DEL/99.09/Brest, juin 1999, 126 p.
- DREVES L. (coordinateur), ERARD-LE-DENN E., LUNVEN M., MARTIN J., MIOSSEC D., QUINTIN J.Y.. (2000) - Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1999. Rapp. IFREMER DEL/00.04/Brest, juin 2000, 122 p.
- DREVES L. (coordinateur), ERARD-LE-DENN E., GAFFET J.D., de KERGARIOU G., LUNVEN M., MARTIN J., MIOSSEC D., RUMEBE M., (2001) - Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 2000. Rapp. IFREMER RST.DEL/01.04, mars 2001, 128 p.
- DREVES L. (coordinateur), MARTIN J., MONBET P., RUMEBE M., SCHLAICH I., du BOULLAY H., (2002) - Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 2001. Rapp. IFREMER RST.DEL/02.04, mars 2002, 154 p.

- DREVES L. (coordinateur), LAMPERT L., MARTIN J., RUMEBE M., SCHLAICH I. (2003) - Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville, ANNEE 2002 – Rapport scientifique annuel. Rapp. Ifremer RST-DEL/SR/03.04, mars 2003, 166 p.
- DREVES L. (coordinateur), LAMPERT L., MARTIN J., ABERNOT-LE GAC C., GAFFET J., RUMEBE M., SCHLAICH I. (2004) - Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville, ANNEE 2003 – Rapport scientifique annuel. Rapp. Ifremer RST-DEL/SR/04.04, mars 2004, 176 p.

Rapports d'avant-projet et de projet produits par le CNEXO avant 1983

- BELSHER T., HAMON D., JOUAN G., CABIOCH L., RETIERE C (1976).- Etude écologique d'avant-projet sur le site de Flamanville. Rapp. CNEXO/COB/DELGMM, avril 1976, 94 p. + annexes.
- ROMAÑA A., SERET B. (coordinateurs), BELSHER T., CHARDY P., de LA SALLE P., ERARD E., HAMON D., JOUAN G., LAUREC A., RYCKAERT M. (1977). - Etude écologique de Projet – Site de Flamanville – 1er Cycle. Rapp. CNEXO-UL, octobre 1977 :
Vol. 1 : Rapport général, 260 p.
Vol. 2 : Traitements mathématiques, 39 p.
Vol. 3 : Annexes, 213 p.
- CHARDY P., ROMAÑA A. (coordinateurs), ARNAL O., ARZUL G., BELSHER T., de LA SALLE P., ERARD E., GUILLAUMONT B., HAMON D., LE FEVRE-LEHOERFF G., LOARER R., RYCKAERT M., TOULARASTEL F. (1986). Etude écologique de Projet – Site de Flamanville – 2è Cycle de Juin 1977 à Juin 1978. (Edition provisoire : rapp. CNEXO-ELGMM, juin 1979)
Rapp. Ifremer DERO-86.22-EL
Vol. 1 : Le domaine pélagique. Fasc. 1 : Rapport, 269 p. ; Fasc. 2 : Annexes, 168 p.
Vol. 2 : Le domaine benthique. 221 p.

Site de Penly

- AUGRIS C., CLABAUT P., BOURILLET J.F., et DREVES L. - 1993 - Carte morpho-sédimentaire du domaine marin côtier entre Dieppe et Le Tréport (Seine - Maritime).- Notice explicative - 48 p + Carte 5 couleurs. EDF, IFREMER et ESTRAN éditeurs.
- AUGRIS C., CLABAUT P., COSTA S., GOURMELON F., LATTEUX B. - 2004 – Evolution morphosédimentaire du domaine littoral et marin de la Seine-Maritime. Ifremer, Conseil Général de la Seine-Maritime, EDF. Ed. Ifremer, Bilans & Prospectives, 159 p.
- CABIOCH L., GLACON R., 1975. – Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, de la Baie de Somme au Pas-de-Calais. Comptes rendus Académie des Sciences Paris, 280, série D, p. 491-494.
- CABIOCH L., GLACON R., 1977. – Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, du Cap d'Antifer à la Baie de Somme. Comptes rendus Académie des Sciences Paris, 285, série D, p. 290-212.
- DREVES L., CLABAUT P., 1989. - Le domaine benthique pp. 45-133 + 2 cartes. In : ARZUL G. et al. - Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la centrale de Penly (Manche est), année 1988. Rapp. IFREMER DERO-EL / 89-22, 182 p.
- DREVES L., CLABAUT P., CHEVALIER C., 1995. - Etude biomorphosédimentaire du domaine marin côtier de Penly, mission SONPEN - mai 1992. Rapp. IFREMER DEL/Brest-95.01, janvier 1995, 92 p. + 3 cartes hors texte.

- DREVES L., CLABAUT P., TETARD A., AUGRIS C., CHEVALIER C., 1995. – PYLAR 1993, reconnaissance biomorphosédimentaire des fonds marins au large de DIEPPE - LE TREPORT (Seine-Maritime ; France). Rapp. IFREMER DEL/BREST-95.20, décembre 1995, 132 p. + annexes + 4 cartes hors texte.
- DREVES L., CLABAUT P., COÏC D. - 1997 – PYCAUX, juillet 1996 - Étude biomorphosédimentaire du domaine marin côtier entre la pointe d'Ailly et Criel-sur-mer (Seine-Maritime ; France). Rapport IFREMER DEL/Brest/97-17, décembre 1997, 46 p. + annexes, 2 cartes 1/10 000 hors texte.
- DREVES L., CLABAUT Ph., CHEVALIER C., (2002). - PYCASO, avril 2000 - Étude biomorphosédimentaire du domaine marin côtier entre Dieppe et Criel-sur-Mer (Seine-Maritime ; France). Rapp. IFREMER DEL/SR/02.10, novembre 2002, 62 p. + annexes + 2 cartes 1/10 000 hors texte.
- DREVES L., CLABAUT Ph., CHEVALIER C., LE GAC-ABERNOT C (2005). - CAUXSOM, juin-juillet 2004 - Étude biomorphosédimentaire du domaine marin côtier entre Dieppe et Criel-sur-Mer (Seine-Maritime ; France). Rapp. IFREMER en cours

Rapport de projet du domaine marin côtier

- GUILLAUMONT B., HAMON D., 1983. - Le zoobenthos sublittoral. pp 9.1-9.47. In : CNEXO. - Etude écologique de Projet - Site de Penly – 2e cycle - rapport général.

Site de Paluel

- ARZUL, G., ERARD-LE DENN, E., QUINIOU, F., HALGAND, D., TETARD, A. 1990. Surveillance écologique et halieutique, site de Penly : rapport définitif /.Nantes:IFREMER,1990.-96 p. : fig., tabl. ; 30 cm..-
- AUGRIS, C., CLABAUT, P., DEWEZ, S. & J.P. AUFFRET. 1987. Carte des sédiments superficiels au large de Boulogne-sur-Mer. Ifremer-U.S.T.Lille-Région Nord/Pas de Calais (Eds), 32p. + 2 cartes couleur.
- BOURGAIN, J.L., DAVOULT, D. & J.M. DEWARUMEZ. 1988. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel, année 1988. Rapport Ifremer: 57-87.
- DAVOULT, D., 1990. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieuthique, site de Paluel, année 1990. Rapport Ifremer: 59-81.
- DAVOULT, D., 1992. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel, année 1992. Rapport Ifremer.
- DAVOULT, D., 1993. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel, année 1993. Rapport Ifremer.
- DAVOULT, D., DEWARUMEZ J.M. & A. MIGNE, 1998. Long-term changes (1979-1994) in two coastal benthic communities (English Channel): analysis of structural developments. *Oceanol. Acta*, 21 (4): 609-617.
- DAVOULT, D. & A. MIGNE. 1994 à 2002. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel. Rapport Ifremer.
- DEWARUMEZ, J.M. & D. MENU, 1985. Étude de surveillance écologique du site de Paluel, rapport de synthèse, 1978 à 1981. Rapport Ifremer.
- DEWARUMEZ J.M. & I. SAUDEMONT. 1985. Le domaine benthique intertidal, In : Etude de Surveillance Ecologique du Site de Paluel (Année 1983), CNEXO – SMW, contrat 85/2951-F, 21 pp.

- DEWARUMEZ, J.M. & D. MENU. 1986. Le domaine benthique intertidal, In Surveillance Ecologique du Site de Paluel (Novembre 1981 - Octobre 1982), IFREMER – SMW, DERO – 86.39-EL, 123-150.
- DEWARUMEZ, J.M. & D. MENU. 1986. Le domaine benthique intertidal, In Surveillance Ecologique du Site de Paluel (Novembre 1984 - Octobre 1985), IFREMER – SMW, DERO – 86.39-EL, 17 pp.
- DUPONT, J-P., LAFITE, R., HUAULT, M-F., DUPEUBLE, P-A., BRYLINSKI, J-M., GUEGUENIAT, P., LAMBOY, M., CABIOCH, L. 1991. La dynamique des masses d'eau et des matières en suspension en Manche orientale Oceanologica Acta, Vol. sp. N°11, 177-186.
- EDF, 2003. Rapport annuel de surveillance de l'environnement du CNPE de Paluel - année 2003
- GROSSEL, H., DEWARUMEZ, N., LE FEVRE-LEHOERFF, G., ARNAL, O., DEWARUMEZ, J.M. 1981. Etude de surveillance écologique du site de Paluel. (Seine- Maritime). 1979 1981.- Rapport Contrat, CNEXO/EDF 78/1911 [2 Vols.]:85P., Fig.
- GROSSEL, H., DEWARUMEZ, N., LE FEVRE-LEHOERFF, G., QUINTIN, J-Y., ARNAL, O., DEWARUMEZ, J.M., MENU, D. 1983. Étude de surveillance écologique [sur le] site de Paluel. Années 1980- 1981 1983. Rapport Contrat, Stat.Mar.Wimereux/Lab.Microbiol.Rouen/CNEXO-COB/EDF 78/1911/BF:[185p.]
- LAMPERT, L. 2001. Dynamique saisonnière et variabilité pigmentaire des populations phytoplanctoniques dans l'Atlantique Nord (Golfe de Gascogne). Thèse de troisième cycle, Université de Bretagne Occidentale. 328 pp.
- LOQUET, N., J.D. TALLEUX, M. DESPREZ & B. FERTE. 2003. Le domaine benthique intertidal, In Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 2003), IFREMER – GEMEL, contrat 2003-6-6582409, DEL/Port en Bessin.
- MALHERBE, J.F. & MANOHA, B. 1977. Centrale de Flamanville-Avis C ; Influence courantologique et thermique. Électricité De France, Direction des études et recherches, HE041/77.013
- RICHARD-SAUDEMONT, I. 1987. Le domaine benthique intertidal, In Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1986), IFREMER – SMW, DERO-87.26-EL., 104-120.
- RICHARD, I. 1988. Le domaine benthique intertidal, In Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Novembre 1986 - Octobre 1987), IFREMER – SMW, DERO-88.28, 55-89.
- RICHARD, I. 1990. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1989), IFREMER – SMW, DRO.EL-90.28, 63-83.
- RICHARD, I. 1991. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1990), IFREMER – SMW.
- RICHARD, I. 1992. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1991), IFREMER – SMW.
- RICHARD, I. 1993. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1992), IFREMER – SMW.
- RICHARD, I. 1994. Le domaine benthique intertidal, In : Rapport Annuel de Surveillance de l'Environnement du CNPE de Paluel (Année 1993), IFREMER-SMW, 77-105.
- RICHARD, I. 1995. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1994), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin, 79-105.
- RICHARD, I. 1996. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1995), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin, 75-99.
- RICHARD, I. 1997. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1996), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin-97.02, 75-95.

- RICHARD, I. 1998. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1997), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin, 79-101.
- RICHARD, I. 1999. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1998), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin, 107-125.
- RICHARD, I. 2000. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 1999), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin, 111-139.
- RICHARD, I. 2001. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 2000), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin, 119-149.
- RICHARD, I. 2002. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 2001), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin.
- RICHARD, I. 2003. Le domaine benthique intertidal, In : Surveillance Ecologique et Halieutique du Site de Paluel (Année 2002), IFREMER – SMW, DEL/Port en Bessin, 143-168.

Rapports de projet du domaine marin côtier

- DEWARUMEZ, J.M., ARNAL, O., DEWARUMEZ, N., LE FEVRE-LEHOERFF, G., RYCKAERT, M., TOULARASTEL, F., SOUPLET, A. 1973. Étude écologique de projet, (première année), site de Paluel. Rapport Final : Juillet 1973 – juillet 1974-1976. Rapport Contrat, CNEXO/EDF [3 Vols]:395 +191 +50p.,Glossaire [23p].-
- DEWARUMEZ, J.M. 1979. Le domaine benthique, In Étude écologique du site de Paluel – Suivi 1ère année – C.N.E.X.O. – I.B.M.R.W.
- DEWARUMEZ, J.M., N. DEWARUMEZ, H. GROSSEL & D. MENU. 1980. Le domaine benthique, In : Étude écologique du site de Paluel – Suivi 2ème année – CNEXO – IBMRW, contrat 78/1970 B.