

Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE

> Recommandations concernant le benthos marin

Edition Novembre 2005



Direction Régionale de l'Environnement
Bretagne



Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE

Recommandations concernant le benthos marin

Coordination : Brigitte GUILLAUMONT

Secrétariat Scientifique : Emilie GAUTHIER

Contribution des experts benthologues

Groupe « Végétation »

AUBY Isabelle	IFREMER – Station d’Arcachon
BARILLE Anne-Laure	Bio Littoral – Université de Nantes
BARNAY Anne-Sophie	IFREMER – Station de Port en Bessin
BELSHER Thomas	IFREMER – Station de Sète
BERNARD Guillaume	GIS Posidonie
CADIOU Gwenaël	GIS Posidonie
CONNAN Solène	LEBHAM – IUEM (UBO Brest)
DERRIEN René	MNHN – Station de Biologie Marine de Concarneau
DERRIEN Sandrine	MNHN – Station de Biologie Marine de Concarneau
DION Patrick	CEVA
DUTRIEUX Eric	CREOCEAN
GENTIL Franck	UPMC Paris 6 – Station Biologique de Roscoff
GEVAERT François	USTL – Station Marine de Wimereux
GOBERT Sylvie	ULG – Université de Liège
GRALL Jacques	LEMAR – IUEM (UBO Brest)
GUILLAUMONT Brigitte	IFREMER Brest – DYNECO/VIGIES
HAMON Dominique	IFREMER Brest – DYNECO/Benthos
HILY Christian	LEMAR – IUEM (UBO Brest)
PERGENT Gérard	Université de Corse
PERGENT-MARTINI Christine	Université de Corse
STIGER-POUVREAU Valérie	LEBHAM – IUEM (UBO Brest)
VERLAQUE Marc	DIMAR – Centre d’Océanologie de Marseille

Groupe « Invertébrés »

AMOUROUX Jean-Michel	Laboratoire ARAGO – Station Marine de Banyuls-sur-Mer
AUBY Isabelle	IFREMER – Station d’Arcachon
BARILLE Anne-Laure	Bio Littoral – Université de Nantes
BARNAY Anne-Sophie	IFREMER – Station de Port en Bessin
BELLAN Denise	DIMAR – Centre d’Océanologie de Marseille
BELLAN Gérard	DIMAR – Centre d’Océanologie de Marseille
DE MONTAUDOUIN Xavier	Université Bordeaux I – Station Marine Arcachon
DERRIEN Sandrine	MNHN – Station de Biologie Marine de Concarneau
DESROY Nicolas	USTL – Station marine de Wimereux
DEWARUMEZ Jean-Marie	ELICO – Station marine de Wimereux
DION Patrick	CEVA

DUTRIEUX Eric	CREOCEAN
GENTIL Franck	UPMC Paris 6 – Station Biologique de Roscoff
GRALL Jacques	LEMAR – IUEM (UBO Brest)
GUILLAUMONT Brigitte	IFREMER Brest – DYNECO/VIGIES
HAMON Dominique	IFREMER Brest – DYNECO/Benthos
HILY Christian	LEMAR – IUEM (UBO Brest)
PELAPRAT Corinne	STARESO – Corse
PEREZ Thierry	DIMAR – Centre d’Océanologie de Marseille
SAURIAU Pierre-Guy	CREMA – L’Houmeau
SYLVAND Bernard	M2C – Université de Caen
THIEBAUT Eric	BOME –MNHN – UPMC Paris 6
THORIN Sébastien	CREOCEAN

Autres contributions

AR GALL Erwan	LEBHAM – IUEM (UBO Brest)
ANDRAL Bruno	IFREMER Toulon – LERPAC
BACHELET Guy	Station Marine d’Arcachon – Université Bordeaux I
BOUDOURESQUE Charles-François	DIMAR – Centre d’Océanologie de Marseille
DEROLEZ Valérie	IFREMER – Station de Sète
EHRHOLD Axel	IFREMER Brest – DYNECO/Benthos
FRANCOUR Patrice	Université de Nice-Sophia-Antipolis
GREMARE Antoine	Laboratoire ARAGO – Station Marine de Banyuls-sur-Mer
HARDEGEN Marion	Conservatoire Botanique de Brest
KANTIN Roger	IFREMER Toulon – LERPAC
LAUGIER Thierry	IFREMER – Station de Sète
LAURET Michel	Université de Montpellier II
LE DUFF Michel	LEBHAM – IUEM (UBO Brest)
MAGNANON Sylvie	Conservatoire Botanique de Brest
PERROT Thierry	CEVA
SAUZADE Didier	IFREMER Toulon – LERPAC
STORA Georges	LMGEM – Centre d’Océanologie de Marseille



SOMMAIRE

1. RAPPEL DES ATTENDUS RELATIFS AUX ELEMENTS DE QUALITE BIOLOGIQUE DU BENTHOS MARIN POUR LA DCE.....	7
2. OBJECTIFS DE L'ETUDE ET CONDUITE DES TRAVAUX.....	10
2.1. RAPPEL DES OBJECTIFS.....	10
2.2. ORGANISATION DE L'ETUDE.....	10
2.3. MISE EN FORME DES RESULTATS.....	12
2.4. TRAVAUX A ENVISAGER POUR LA SUITE.....	14
3. PARAMETRES BIOLOGIQUES « VEGETATION BENTHIQUE ».....	16
3.1. RAPPEL DES OBLIGATIONS / RECOMMANDATIONS DE LA DCE POUR LA VEGETATION BENTHIQUE ...	16
3.2. STRATEGIE GENERALE.....	16
3.3. CHOIX DES PARAMETRES BIOLOGIQUES PAR TYPE DE VEGETATION.....	17
3.3.1. <i>Blooms de macroalgues opportunistes</i>	17
3.3.2. <i>Macroalgues intertidales (Manche-Atlantique)</i>	18
3.3.3. <i>Macroalgues subtidales (Manche-Atlantique)</i>	19
3.3.4. <i>Biocénoses macroalgales méditerranéennes</i>	19
3.3.5. <i>Schorres</i>	20
3.3.6. <i>Herbiers de zostères</i>	20
3.3.7. <i>Herbier de posidonies</i>	21
3.4. FICHES TECHNIQUES PARAMETRES BIOLOGIQUES « VEGETATION ».....	22
4. PARAMETRES BIOLOGIQUES « INVERTEBRES BENTHIQUES ».....	23
4.1. RAPPEL DES OBLIGATIONS/RECOMMANDATION DE LA DCE POUR LES INVERTEBRES BENTHIQUES.	23
4.2. STRATEGIE GENERALE.....	23
4.3. CHOIX DES PARAMETRES BIOLOGIQUES POUR LES SUBSTRATS MEUBLES.....	24
4.4. FICHE TECHNIQUE PARAMETRES BIOLOGIQUES « INVERTEBRES ».....	25
5. CAS DES LAGUNES MEDITERRANEENNES.....	25
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	26
GLOSSAIRE.....	28

FICHES TECHNIQUES

- Fiche n°1 : Macroalgues intertidales de substrats meubles – Blooms d'opportunistes
- Fiche n°2 : Macroalgues subtidales de substrats meubles – Algues calcifiées libres
- Fiche n°3 : Macroalgues intertidales de substrats durs – Manche/Atlantique
- Fiche n°4 : Biocénoses macroalgales médiolittorales méditerranéennes
- Fiche n°5 : Macroalgues infralittorales de substrats durs – Manche/Atlantique
- Fiche n°6 : Phanérogames – Herbiers à *Zostera marina*
- Fiche n°7 : Phanérogames – Herbiers à *Zostera noltii*
- Fiche n°8 : Phanérogames – Herbiers à *Posidonia oceanica*
- Fiche n°9 : Lagunes méditerranéennes – Indicateur « Végétation »
- Fiche n°10 : Invertébrés de substrats meubles
- Fiche n°11 : Lagunes méditerranéennes – Indicateur « Invertébrés »

ANNEXES

ANNEXE 1 : Typologie des Masses d'Eau Côtières et de Transition métropolitaines

ANNEXE 2 : Carte des Masses d'Eau retenues pour le contrôle de surveillance

ANNEXE 3 : Feuille de présence des experts aux réunions de décembre 2004 et février 2005

ANNEXE 4 : Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national des 7 et 8 décembre 2004.

ANNEXE 5 : Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national des 7 et 8 février 2005.

ANNEXE 6 : Documents échangés avec le groupe national d'experts benthologues

ANNEXE 7 : Plan général des fiches techniques

ANNEXE 8 : Synthèse des indicateurs proposés pour les substrats durs : faune et flore

ANNEXE 9 : Participation des experts benthologues à l'élaboration/relecture des fiches

1. Rappel des attendus relatifs aux éléments de qualité biologique du benthos marin pour la DCE

L'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) [1] 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 (annexe 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 une typologie préétablie. La sélection de ces Masses d'Eau effectuée sur le territoire métropolitain est représentée dans l'annexe 2. 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 » [2] et « Habitats » [3]), 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, une première réflexion a été élaborée dans le cadre du groupe COAST au niveau européen, aboutissant notamment à des recommandations générales consignées dans le rapport « Guidance on monitoring » [4] destiné à guider les stratégies à mettre en œuvre dans chaque pays. Chaque pays reste 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 [1]).

Les échanges entre pays résultent principalement des groupes informels d'intercalibration NEA GIG¹ et MED GIG², de contacts personnels entre experts, plus rarement d'initiatives au sein de réseaux d'échanges ou de projets européens (notamment en Méditerranée sur les posidonies) et de communications scientifiques (notamment pour les macroinvertébrés). S'il apparaît progressivement une certaine convergence dans les grands principes de surveillance retenus, tant dans le choix des habitats sélectionnés pour les suivis, des paramètres à mesurer au sein de chaque habitat que des principes de classification, les disparités de situation font qu'il n'est pas forcément possible, ni parfois même souhaitable, que les protocoles de recueil d'information ou les procédures de classement soient strictement identiques entre tous les pays, voire au sein d'un même pays selon les différentes façades. Si certains habitats, comme les sédiments meubles non végétalisés, se prêtent par nature à une certaine harmonisation des méthodes, la situation est de manière générale plus complexe pour les substrats durs et pour les couverts végétaux, ce qui peut justifier des approches différentes. Dans ce cas, les intercalibrations pourront se limiter à quelques paramètres (sous réserve que les méthodes soient similaires), ou s'effectuer sur le classement final.

Concernant le benthos, l'effort conduit dans les différents pays s'est accompli de manière très disparate résultant de la diversité des côtes (sur les plans physique, biologique et des pressions exercées), des acquis (notamment en terme de connaissances sur les différents habitats, des méthodes d'études maîtrisées et de la préexistence ou non de réseaux d'observation), de leur capacité d'expertise et d'intervention sur l'ensemble de leur territoire, et enfin de la mobilisation effective des acteurs dans le cadre de la DCE.

¹ NorthEast Atlantic Geographical Intercalibration Group

² Mediterranean Geographical Intercalibration Group

La situation française se caractérise par un grand nombre de Masses d'Eau réparties sur un large gradient biogéographique avec notamment :

- des Masses d'Eau Nord-Est atlantiques en régime macrotidal et mésotidal, et des Masses d'Eau méditerranéennes,
- une grande variété de types de fonds avec une hétérogénéité qui peut être importante au sein d'une même Masse d'Eau,
- une représentation importante de milieux remarquables (herbiers de phanérogames marines, maërl, forêts de laminaires...).

Les principaux réseaux de surveillance du benthos développés de manière opérationnelle concernent la Méditerranée, avec notamment le Réseau de Surveillance des Posidonies [5] et le Réseau de Suivi Lagunaire [6], ainsi que la Bretagne avec le pilote breton du réseau REBENT [7] déployé récemment (suivi des sables fins intertidaux et subtidaux, macroalgues intertidales et subtidales, herbiers de zostères et maërl). Des suivis sont effectués plus ponctuellement sur les autres façades.

Parallèlement à cette étude, est effectué dans chaque district un inventaire des éléments de qualité biologique à suivre dans chaque Masse d'Eau sélectionnée au titre du contrôle de surveillance ou du contrôle opérationnel. Une stratégie de répartition des points complémentaires à générer est proposée sur la base du bilan des suivis existants et de la distribution générale des habitats susceptibles de faire l'objet d'un suivi. Une stratégie est également mise en place pour la définition des états de référence.

2. Objectifs de l'étude et conduite des travaux

2.1. Rappel des objectifs

De manière à rechercher, lorsque c'est possible, une cohérence d'ensemble entre les stratégies des différents districts métropolitains et une optimisation des méthodes, il a été décidé la réunion de groupes d'experts au niveau national. Leur mandat concernait la définition des stratégies générales relatives aux paramètres et fréquences en vue de la mise en place du contrôle de surveillance des Eaux côtières (et des Eaux de transition lorsque les stratégies sont identiques) :

« Afin d'assurer une cohérence au niveau national, le MEDD/Direction de l'eau a accepté, sur proposition de l'Ifremer, que soient constitués des groupes d'experts (...). Nous proposons :

- *de constituer 2 groupes distincts :*
 - *Benthos « végétation » (macroalgues, phanérogames marines, schorres)*
 - *Benthos « Invertébrés »*

Les aspects hydromorphologiques seront abordés dans chacun de ces groupes uniquement lorsqu'ils sont susceptibles d'interférer avec les thématiques concernées.

- *dans la mesure où il existe par ailleurs un groupe « Eaux de transitions », ces groupes se consacreront aux « **Eaux côtières** ».*
- *de concentrer les réflexions aux approches qui sont communes à l'ensemble des bassins en ciblant en priorité les **principes généraux de définition du contrôle de surveillance**. La démarche comprend également la définition éventuelle de stations de référence. Le cas échéant, des recommandations complémentaires pourront concerner le contrôle opérationnel.*
- *les groupes devront avoir une **démarche pragmatique** tenant compte de l'équilibre entre la recherche d'une certaine représentativité spatiale, la fiabilité des mesures et indicateurs, les contraintes opérationnelles et le rapport coût/avantage. »*

2.2. Organisation de l'étude

Deux groupes ont été constitués sous la coordination de B. Guillaumont : « Végétation » et « Invertébrés benthiques ». 47 experts appartenant à 27 structures différentes ont été contactés, 34 ont participé aux réunions soit 19 dans le groupe Végétation et 23 dans le groupe Invertébrés (certains experts participant aux deux groupes) (annexe 3). A l'exception des schorres, les différentes spécialités requises étaient représentées. Des contrats d'expertise, limités à la participation à 2 réunions et à la lecture des documents transmis ont été pris en charge. P. Dion du CEVA (Pleubian, Côtes d'Armor) était chargé de l'animation du groupe « Végétation », et plus particulièrement de la synthèse des travaux réalisés à l'étranger sur la façade NEAGIG, travail complété notamment par le bilan du groupe européen consacré aux posidonies présenté par Mme Pergent-Martini. J. Grall du LEMAR (IUEM/UBO Brest) était chargé de l'animation du groupe

« Invertébrés », et plus particulièrement de la synthèse sur l'avancement de la démarche à l'étranger et des travaux du groupe d'intercalibration NEA GIG.

Deux réunions ont été organisées à Paris pour chaque groupe. Le 7/12/04 et le 07/02/05 pour le groupe « Invertébrés » et le 8/12/04 et le 08/02/05 pour le groupe « Végétation ». La première réunion de chaque groupe était consacrée à l'explicitation de la démarche de la Directive Cadre Eau et de ses attendus concernant le benthos, à la présentation des éléments disponibles susceptibles d'éclairer la démarche (notamment le « Guidance on monitoring » [4]), et aux éléments résultants des expériences étrangères et des groupes d'intercalibration. Des contributions résultant de l'expérience des différents participants souhaitant contribuer à la démarche ont été faites. Un site FTP permettant la mise à disposition de l'ensemble des documents aux experts a été créé à l'adresse ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/. Trois mises à jour, totalisant 48 documents ont été faites avant et entre les deux réunions. Les débats, entamés lors de la première réunion et enrichis par la lecture des documents échangés, se sont poursuivis lors de la deuxième réunion de chaque groupe. Les comptes rendus de ces deux réunions figurent en annexes 4 et 5.

Compte tenu de l'avancement de la démarche relative aux invertébrés benthiques de substrats meubles dans les Eaux côtières, tant en Atlantique qu'en Méditerranée, un premier relevé de décision a pu être effectué en séance lors de la 2^{ème} réunion. Le cas des Eaux de transition n'a pas été traité au sein du groupe.

Pour les végétaux, les principes généraux des éléments de surveillance ont été débattus et des adaptations proposées pour chaque type d'habitat sur la base du croisement des expériences. Compte tenu des acquis, la surveillance des posidonies est apparue comme étant la plus aboutie. L'attention s'est portée vers les Eaux côtières mais une partie des éléments proposés sont applicables aux Eaux de transition.

A noter que compte tenu des nombreuses dépendances entre flore et faune benthiques, de nombreux experts ont regretté la séparation de la démarche en deux groupes distincts. Ceci a été tout particulièrement sensible pour les habitats liés aux substrats durs.

Par ailleurs, les experts ont également souligné la nécessité de mettre en place une assurance qualité pour la chaîne de traitement des données. Ceci concerne notamment les analyses taxonomiques, point particulièrement délicat compte tenu de la faiblesse des effectifs de taxonomistes au niveau français.

Les principales conclusions issues de ces réunions ont été retransmises en juin au niveau du groupe de coordination « Littoral » du MEDD/DE sous forme d'un tableau de synthèse.

Il est apparu souhaitable de préciser, pour les paramètres biologiques relevant du benthos, les stratégies spatio-temporelles d'acquisition ainsi que les méthodes de mesure et d'analyse, au sein de fiches techniques harmonisées. Ce travail, coordonné par l'Ifremer, a pu être mené à bien grâce à la contribution d'un CDD (E. Gauthier) qui a assuré la mise en forme des fiches et le suivi des multiples échanges entre les différents experts qui ont bien voulu assurer les diverses relectures. Sans que cela soit toujours possible dans le détail, un consensus a été recherché avec une volonté d'aboutir partagée par tous les acteurs, malgré un contexte de réalisation très difficile compte tenu du manque de disponibilité des experts et de la cellule de coordination, tous étant déjà très fortement sollicités par ailleurs. A noter que de nombreux pays étrangers ont mis en

place des groupes de travail conséquents par type d'habitat. Ceci de manière très active parfois sur plusieurs mois ou années et qu'ils pouvaient généralement s'appuyer sur des bases d'observation déjà constituées.

La mise au point des fiches tient compte de la veille documentaire mise en place sur ce sujet, notamment de l'apport des documents échangés au sein des groupes d'intercalibration, les derniers chargés étant ceux du NEA GIG de Faro, 27-28/10/05. Les fichiers indiqués « envoi 4 » (30 documents) dans le document joint (annexe 6) correspondent aux documents réceptionnés postérieurement aux réunions des groupes d'experts, étant entendu qu'une veille particulière était faite pour les invertébrés de substrats meubles [8].

Le cas des lagunes méditerranéennes, traité au sein d'un groupe d'experts particulier sous la coordination de Valérie Derolez (Ifremer, Sète) a également permis d'élaborer des fiches techniques jointes à ce document. A noter que sur ce milieu, l'expérience du Réseau de Suivi Lagunaire permet également de proposer des indices et des grilles de classification.

La connaissance de la distribution des habitats est essentielle. Le succès de la classification est dépendant du fait que les outils sont bien appliqués à un habitat donné.

2.3. Mise en forme des résultats

Pour chacun des éléments de qualité biologique « Végétation » et « Invertébrés » différents documents sont établis :

- Une fiche générale rappelant :
 - le rappel des obligations et/ou recommandations DCE concernant l'élément de qualité biologique (paramètres biologiques à prendre en compte, principes d'évaluation et fréquences),
 - les éléments de sélection des éventuels sous-ensembles d'habitat retenus en priorité pour les contrôles DCE,
 - les principaux paramètres biologiques de suivi par habitat retenu.

Ceci en replaçant les choix vis à vis des propositions étrangères, des suivis en cours dans les réseaux de mesure existants, et de l'avancement des travaux relatifs aux indices et seuils de classification.

- Des fiches techniques, établies par grand type d'habitat, précisant le domaine géographique concerné, le principe de la surveillance, la stratégie spatio-temporelle, les protocoles d'échantillonnage, d'analyse et de traitement des échantillons ainsi que les sites de référence envisagés. Les paramètres en support sont également précisés (voir le plan général des fiches en annexe 7).

La liste des habitats retenus est indiquée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Habitats benthiques 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 (pas de fiche) 	Macroinvertébrés benthiques de substrats meubles (10)
	Subtidal	Algues calcifiées libres (2)	Herbiers de posidonies (8)	
Substrats durs	Intertidal	<ul style="list-style-type: none"> Macroalgues intertidales Manche/Atlantique (3) Biocénoses macroalgales médiolittorales méditerranéennes (4) 	Non concerné	Pas de fiche, mais des éléments dans l'annexe 8
	Subtidal	<ul style="list-style-type: none"> Macroalgues infralittorales Manche/Atlantique (5) Biocénoses infralittorales méditerranéennes (non traité) 	Non concerné	Pas de fiche, mais des éléments dans l'annexe 8
Cas des lagunes méditerranéennes		Indicateur « végétation » (9)		Indicateur « invertébrés » (11)

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, les biocénoses infralittorales méditerranéennes de substrats durs, et les schorres. Des pistes de travail ont toutefois été identifiées.

Les fiches techniques ont été élaborées sur la base :

- des éléments validés par les groupes nationaux d'experts lors des deux sessions de décembre 2004 et février 2005,
- de la littérature (notamment les normes lorsqu'elles existent) et des méthodologies existantes (réseaux de surveillance, comme le RSP [5] ou le REBENT [7]). En effet, tous les éléments du contrôle de surveillance (paramètres, protocoles de mesure et de traitement des données) n'ont pu être débattus et validés en deux jours pour chaque thématique (invertébrés et végétation), et ce, au regret de l'ensemble des experts. Les éléments manquants ont donc fait l'objet de propositions, établies sur la base des connaissances acquises au niveau national et/ou européen.
- Dans le cas des lagunes, les fiches ont été rédigées principalement à partir de l'expérience issue du Réseau de Suivi Lagunaire [6].

Après une première synthèse des éléments de ces différentes sources, les fiches ont fait l'objet d'un premier envoi, par habitat, aux spécialistes concernés. Chaque fiche a alors été modifiée en fonction des retours des experts, puis envoyée à l'ensemble du groupe « végétation » et/ou « invertébrés » selon le thème de la fiche (Tableau de participation

des experts aux relectures en annexe 9). Ces deux étapes ont nécessité de multiples échanges avec les experts sollicités, mais aussi avec d'autres partenaires ayant accepté de participer à l'élaboration et à la relecture des fiches.

Les efforts fournis par les collaborateurs scientifiques ont permis de valider l'ensemble du contenu de la plupart des fiches. Certaines thématiques doivent cependant faire l'objet d'un travail supplémentaire, afin de définir, d'une part les indicateurs les plus pertinents pour répondre aux objectifs de la DCE et, d'autre part, des méthodologies applicables sur l'ensemble des Masses d'Eau Côtières.

Les référentiels utilisés dans les fiches sont :

- La typologie EUNIS version 2004 [9] pour la classification des Habitats,
- L'ERMS (European Register of Marine Species), en attendant le référentiel QUADRIGE 2, pour la taxinomie,
- Le référentiel QUADRIGE 2 pour les métadonnées. En effet, il est essentiel de conserver toutes les métadonnées (méthodes et conditions d'échantillonnage, observations relatives aux prélèvements ou aux mesures...) pour l'analyse et l'interprétation des données ([2], [3]). Ces métadonnées ont vocation à intégrer la base de données QUADRIGE 2, et devront par conséquent s'y conformer.

2.4. Travaux à envisager pour la suite

Ce travail devra être poursuivi par la mise au point de procédures de classification utilisant ces paramètres biologiques.

- Concernant les invertébrés benthiques de substrats meubles en Eaux Côtières, une synthèse sur les indices biotiques a été réalisée par J. Grall dans le cadre du projet REBENT [8]. La combinaison des indices et les principes de classement devront faire l'objet de tests, à partir de données préexistantes qui devront au préalable être rassemblées et organisées au sein d'une base de données. Ces travaux bénéficieront des avancées des travaux des groupes d'intercalibration sur ce sujet.
- Pour les herbiers de posidonies, le niveau de connaissance est important et les valeurs de référence des différents paramètres sont relativement bien connues. La mise en place d'une organisation cohérente au niveau international devrait permettre d'aboutir à des propositions de classification.
- Pour les herbiers de zostères et les macroalgues en Manche-Atlantique, les principales mesures correspondant aux stratégies proposées, résultent principalement de la mise en place opérationnelle du Pilote breton REBENT en 2003-2004. Les données actuellement disponibles permettent dorénavant de comparer des Masses d'Eau différentes. Pour être en mesure d'avoir une vision spatio-temporelle plus complète, le recueil de données cohérentes devra être étendu aux autres façades. Dans certains cas, la définition de l'état de référence peut être appréhendée 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. Ces travaux devront être complétés et approfondis sur l'ensemble des façades. 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 estimés. La mise en place de sites de référence en très bon état permettra de compléter le dispositif de référence pour d'autres paramètres biologiques et la définition des seuils. L'expression synthétique des résultats devra faire l'objet d'études renforcées.

- Certaines procédures devront être adaptées aux particularités locales notamment pour ce qui concerne les macroalgues du district Adour-Garonne.
- Une fiche technique de surveillance des schorres devra être élaborée en concertation avec le Conservatoire Botanique National.
- 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.

- Cas particuliers des espèces invasives : une attention particulière doit être portée sur ces espèces, notamment lorsqu'elles sont susceptibles de modifier de manière importante l'habitat ou la structure trophique (exemples de la crépidule en Manche ou de la caulerpe en Méditerranée).

Les groupes d'experts nationaux ont souligné la nécessité de mise en place d'une procédure d'assurance qualité. Ce suppose :

- la mise en place de formations universitaires, de formations continues, et de procédures de validation des compétences (taxonomie, échantillonnage),
- la mise en place de procédures de contrôle automatisées (liste d'espèces...),
- le développement de procédures de soutien et d'assistance pour la taxonomie opérationnelle (collections, assistance d'experts par groupes, demande à formuler auprès du MNHN),
- la participation à des intercalibrations taxonomiques (ring test),
- la mise en place d'un Conseil Scientifique pour l'évaluation des résultats et l'évolution des réseaux de surveillance et d'une coordination opérationnelle.

3. Paramètres biologiques « Végétation benthique »

3.1. Rappel des obligations / recommandations de la DCE pour la végétation benthique

La surveillance des algues macroscopiques et des phanérogames est rendue obligatoire par l'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE, qui inscrit ce paramètre à la liste des éléments de qualité biologique permettant l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau côtières. Ce suivi doit être systématiquement mis en oeuvre dans le cadre du contrôle de surveillance (Annexe V – art. 1.3.1).

Pour cela, il faut suivre la composition et l'abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) (Annexe V – art.1.1.4). 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).

Les macroalgues et les angiospermes sont d'excellents intégrateurs et indicateurs des conditions générales du milieu et des phénomènes de perturbation [4].

3.2. 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. Des différences notables de répartition sont observées entre les façades Manche/Atlantique et Méditerranée.

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 1 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 concernés, 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.

3.3. Choix des paramètres biologiques par type de végétation

3.3.1. 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 2 : 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

3.3.2. 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 amène 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 amener une évolution d'une zone dominée par les algues à une zone dominée par la faune (augmentation des filtreurs) et une modification complète du milieu.

Tableau 3 : 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 peu concernés Norvège, Irlande et surtout le Royaume-Uni sont fortement impliqués, évolution vers une liste fermée	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 TRES CIBLE SUR LE TYPE D'HABITAT, LISTE FERMEE, 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) [10]
Couverture algale	Mentionné par le Royaume Uni mais pas documenté, Pays basque espagnol	REBENT Bretagne	OUI (TELEDETECTION)	

Les principaux pays concernés par cet habitat sont la France et le Royaume Uni. Des divergences d'approche apparaissent, notamment pour l'évaluation de la couverture algale qui, bien que mentionnée par le Royaume-Uni dans les grilles d'évaluation conformément à la Directive, ne fait pas l'objet d'une documentation technique de leur

part, contrairement à l'approche taxonomiste qui apparaît très développée. 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 mais plus ciblés.

3.3.3. Macroalgues subtidales (Manche-Atlantique)

Les pressions sont identiques aux 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 4 : 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	

3.3.4. Biocénoses macroalgales méditerranéennes

Les pressions sont identiques à la façade Manche/Atlantique. La sensibilité de certaines communautés à la qualité de l'eau est bien connue.

Tableau 5 : Paramètres biologiques pour le suivi des macroalgues en Méditerranée, 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
Abondance des différents taxa	Grèce : EEI (Ecological Evaluation Index) [11]		Non	Des propositions de la part de la Grèce
Proportion des communautés algales le long du linéaire côtier	Espagne (Catalogne) [12]	Oui	Oui	Oui (Espagne)

Des critiques argumentées ont été formulées au sein du groupe d'experts sur la proposition grecque. La facilité de mise en œuvre, qui permet une approche exhaustive, et la robustesse de la méthode catalane, déjà expérimentée en France, l'ont fait retenir.

3.3.5. Schorres

Les principales pressions sont relatives aux modifications morphologiques (aménagement du trait de cote, extractions), au broutage (élevage) et aux dépôts liés aux blooms.

Les modifications hydromorphologiques se traduisent par une perte d'habitat à la périphérie, le broutage affecte certains taxa et la diversité.

Tableau 6 : 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)

3.3.6. 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 dépendantes des herbiers.

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

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 du fait du morcellement	Oui (Suède, Danemark)
Composition taxonomique	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	

3.3.7. Herbiers de posidonies

Les principales pressions proviennent de la contamination du littoral, des aménagements, de la pêche aux arts traînants, des ancragés, de l'eutrophisation et de l'aquaculture. En vue de mettre en place une approche standardisée des descripteurs pertinents et des grilles de lectures, une étude comparative a été conduite sur l'ensemble de la Méditerranée. Les principaux éléments [13] sont retranscrits ci-dessous.

Tableau 8 : Paramètres biologiques pour le suivi des herbiers de posidonies, comparaison des stratégies par pays.

Paramètres biologiques utilisés dans les différents pays et fréquences d'utilisation (France, Italie, Malte, Algérie, Turquie, Egypte, Grèce, Espagne)		Expérience Française	Recommandations française pour DCE	Existence de grilles de classification
Limite inférieure	88%	RSP et études complémentaires	Oui	Disponibilité de seuils par paramètre à adapter pour la DCE
Densité	88%		Oui	
Limite supérieure	80%		Non	
Couverture épiphytique	76%		Oui	
Biométrie foliaire	72 %		Oui	
Structure de la matte	72%		Oui	
Mesures de datation	60%		Oui	

Paramètres biologiques utilisés dans les différents pays et fréquences d'utilisation (France, Italie, Malte, Algérie, Turquie, Egypte, Grèce, Espagne)		Expérience Française	Recommandations française pour DCE	Existence de grilles de classification
Populations associée à l'herbier	60%		Non (contraintes techniques)	
Recouvrement	50%		Oui	
Composition chimique et biochimique	28%		Oui (teneur en azote des feuilles)	
Contamination	24%		Non	

3.4. Fiches techniques paramètres biologiques « Végétation »

Les fiches techniques élaborées pour les paramètres biologiques « Végétation » sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Fiches techniques de surveillance de la végétation par habitat.

N°Fiche	« Habitat »
1	Blooms de macroalgues opportunistes
2	Algues calcifiées libres (dont maërl)
3	Macroalgues intertidales de substrats durs (Manche/Atlantique)
4	Biocénoses macroalgales médiolittorales méditerranéennes
5	Macroalgues infralittorales de substrats durs (Manche/Atlantique)
6	Herbiers à <i>Zostera marina</i>
7	Herbiers à <i>Zostera noltii</i>
8	Herbiers à <i>Posidonia oceanica</i>

4. Paramètres biologiques « Invertébrés benthiques »

4.1. Rappel des obligations/recommandation de la DCE pour les Invertébrés benthiques

Les macroinvertébrés benthiques constituent un excellent indicateur de l'état général du milieu et peuvent permettre, grâce à certains organismes sensibles, d'identifier et de quantifier les pressions d'origine anthropogénique qui s'exercent sur ces Masses d'Eau [4].

Le suivi des invertébrés benthiques concerne (DCE [1], Annexe V, art.1.2.3) :

- « le niveau de diversité et d'abondance des taxa (...) »
- *tous les taxa sensibles aux perturbations (...)* ».

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. Dans le «Guidance on monitoring» [4], les fréquences indiquées sont plus élevées (1 à 4 fois par an), la recommandation générale concerne le suivi des substrats meubles et des substrats durs.

Les stratégies de surveillance et les protocoles à mettre en place dépendent du type de fond (meuble ou rocheux, intertidal ou subtidal). Le choix de positionnement des points de suivi dans les Masses d'Eau s'appuie à la fois sur les intérêts que présente chaque habitat, et sur les contraintes techniques liées à leur suivi.

4.2. 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 (annexe 8). Les espèces de substitution des couvertures végétales devront faire l'objet d'un suivi (fiche n°3, 4, et 5).

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 (limitations 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 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.

Le suivi des macroinvertébrés benthiques dans les herbiers de posidonie pose des problèmes techniques qui rendent la surveillance lourde et coûteuse. La diversité de la faune associée à ces herbiers pourrait être plus facilement abordée par le suivi de l'ichthyofaune.

4.3. 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 de manière générale annuelle, conformément aux recommandations du « Guidance on monitoring » et d'OSPAR. Malgré l'intérêt de la mégafaune, les protocoles s'avérant insuffisamment développés, 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, dont la synthèse a été réalisée par J. Grall [8]. Des combinaisons d'indices ou de métriques sont proposées par les différents pays (tableau 10) pour aboutir aux grilles de classification. Des procédures d'intercalibration sont en cours.

Tableau 10 : Combinaisons d'indices et/ou de métriques proposés par les différents pays

Pays	Combinaisons d'indices et/ou de métriques proposés
Méditerranée	AMBI et Bentix en test
Portugal	4 indices retenus (indices de Shannon-Weaver et de Margalef, méthode ABC et AMBI). Des seuils sont proposés pour les 4 métriques, la combinaison des 4 notes donnant l'état écologique.
Suède	BQI = combinaison de métriques (abondance, richesse spécifique, ES50)
Grande-Bretagne	Combinaison de métriques prenant en compte : l'abondance, la richesse spécifique, AMBI, l'indice de Simpson
Norvège	Combinaison de métriques prenant en compte : l'indice de Shannon, l'indice de Sanders (ES50), la richesse spécifique, l'Indicator Species Index (ISI)
Grèce	Bentix
Danemark	Modèles SAB, estimateurs de la richesse spécifique
Pays basque	Abondance, richesse spécifique, AMBI, indices normalisés

4.4. Fiche technique paramètres biologiques « Invertébrés »

La fiche technique élaborée pour les paramètres biologiques « Invertébrés » est présentée dans le tableau 11.

Tableau 11 : Fiches techniques de surveillance des invertébrés par habitat.

N°Fiche	« Habitat »
10	Macroinvertébrés de substrats meubles

5. Cas des lagunes méditerranéennes

Les Eaux de transition n'étaient pas prévues au programme des réunions d'experts benthologues. Cependant, l'état des connaissances a permis au groupe de travail coordonné par Valérie Dérolez, d'établir deux fiches présentant les indicateurs pour le contrôle de surveillance de la végétation et des invertébrés (tableau 12).

Tableau 12 : Fiches techniques de surveillance relatives aux lagunes méditerranéennes.

N°Fiche	« Habitat »
9	Lagunes méditerranéennes : indicateur « Végétation »
11	Lagunes méditerranéennes : indicateur « Invertébrés »

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] 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.
- [2] Directive 79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages.
- [3] 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».
- [4] 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.
- [5] Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruczek R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Le Direac'h L., 2000. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Alpes Provence Côte d'Azur, première partie : présentation et guide méthodologique, Région PACA/Agence de l'Eau RMC/GIS-Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil général 06, GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-76.
- [6] RSL (Réseau de Suivi Lagunaire) : <http://rsl.cepralmar.com/>
- [7] REBENT (REseau BENThique) : <http://www.ifremer.fr/rebent>
- [8] Grall J., Coic N. 2005. Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du macrobenthos en milieu côtier. *A paraître*.
- [9] EUNIS (EUropean Nature Information System), Version 2004 : <http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>
- [10] Bettencourt A. M., Bricker S. B., Ferreira J. G., Franco A., Marques J. C., Melo J. J., Nobre A., Ramos L., Reis C. S., Salas F., Silva M. C., Simas T., Wolff W. J., 2003. Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters. Development of Guidelines for the Application of the European Union Water Framework Directive. Instituto da Água (INAG), Institute of Marine Research (IMAR), Portugal. 98 pp.
- [11] Panayotidis P., Montesanto B. & Orfanidis P., 2004. Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology* 16: 49–59.
- [12] Torras X., Pinedo S., Garcia M., Mangialajo L. & Ballesteros E., 2002. Assessment of coastal environmental quality based on littoral community cartography: methodological approach. *Comm. Pers.*

- [13] Pergent-Martini C., Leoni V., Pasqualini V., Ardizzone G.D., Balestri E., Bedini R., Belluscio A., Belsher T., Borg J., Boudouresque C.F., Boumaza S., Bouquegneau J.M., Buia M.C., Calvo S., Cebrian J., Charbonne E., Cinelli F., Cossu A., Di Maida G., Dural B., Francour P., Gobert S., Lepoint G., Meinesz A., Molenaar H., Mansour H.M., Panayotidis P., Peirano A., Pergent G., Piazzzi L., Pirrotta M., Relini G., Romero J., Sanchez-Lizaso J.L., Semroud R., Shembri P., Shili A., Tomasello A., Velimirov B., 2005. Descriptors of *Posidonia oceanica* Meadows : Use and application. *Ecological Indicators*, **5** : 213-230.

GLOSSAIRE

AMBI	AZTI Marine Biotic Index (http://www.azti.es/ingles/index.asp)
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
IFORE	Institut de Formation de l'Environnement
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IUEM	Institut Universitaire Européen de la Mer
NEA GIG	NorthEast Atlantic Geographical Intercalibration Group
MED GIG	Mediterranean Geographical Intercalibration Group
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
MEDD	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
MEDD/DE	MEDD / Direction de l'Eau
OSPAR	Convention OSlo/PARis

CONTROLE DE SURVEILLANCE DU BENTHOS MARIN
FICHES TECHNIQUES

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).

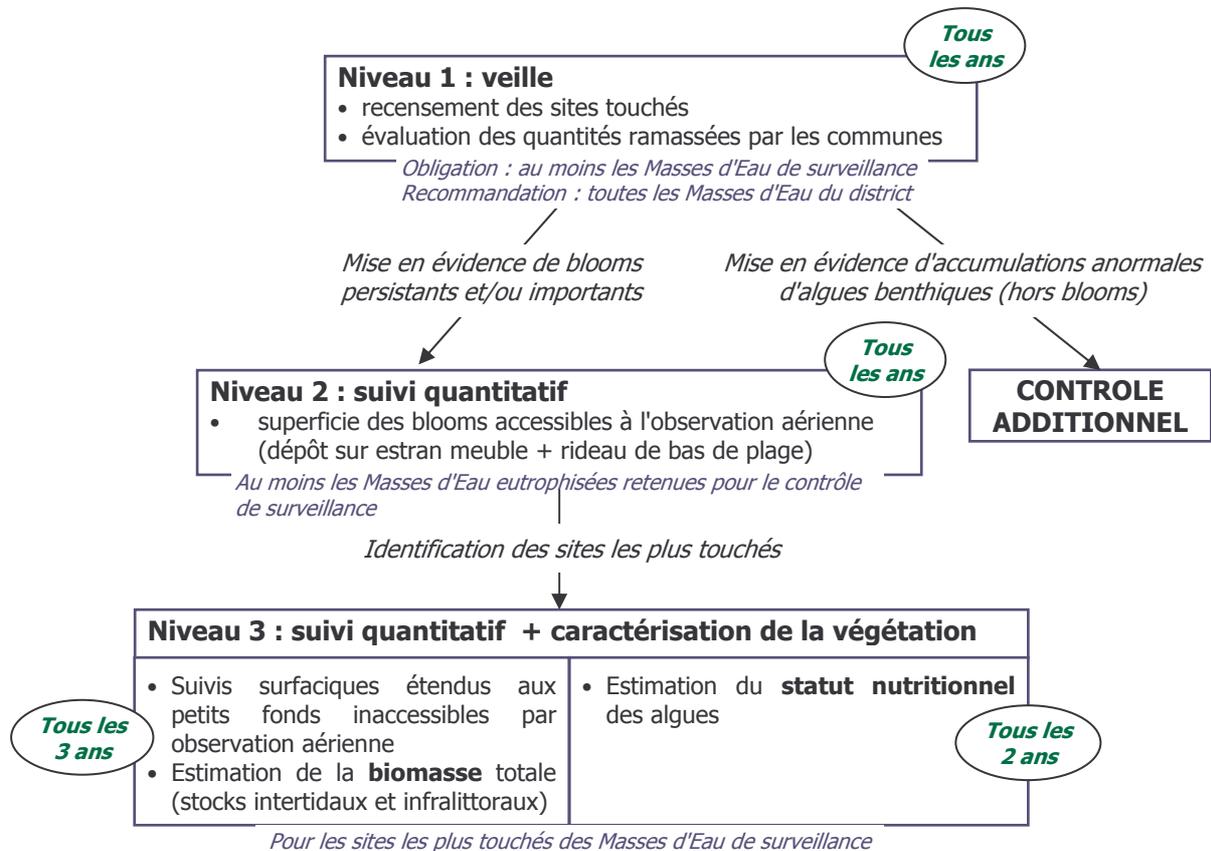
Les procédures ci-après pourront s'appliquer aux Masses d'Eau dans le cadre du contrôle opérationnel.

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 "Maërl 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</p> <p><i>Masses d'Eau de surveillance présentant des bancs de maërl</i></p>	Non concernées
Etat des algues calcifiées		<p>Tous les 6 ans</p> <p><i>Masses d'Eau de surveillance présentant des algues calcifiées libres</i></p> <p>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 [10].

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.

V1 – 22/08

BIOCENOSES MACROALGALES Médiolittorales Méditerranéennes

Objectifs

Sur les côtes de Méditerranée, les macroalgues colonisent l'essentiel des zones médio- et infralittorales rocheuses. Elles se répartissent essentiellement en fonction [1]:

- du taux d'humectation (fonction du vent, des houles, de l'évaporation) qui participe à leur structuration verticale,
- des **conditions hydrodynamiques** qui contrôlent leur fixation (elles peuvent occuper des roches abritées, semi-abritées ou exposées),
- de la quantité de lumière qu'elles reçoivent, et donc de la **turbidité** du milieu (structuration verticale).
- de la disponibilité du substrat (habitats EUNIS "Littoral rock and other hard substrata" – Code A1 [2]), de sa qualité et de son orientation, qui génèrent une distribution en pièces de puzzle des phytocénoses [1].



Outre leur contribution à la production primaire des eaux côtières, elles présentent une structure complexe (algues dressées/encroûtantes) avec une épibiose riche et une importante macrofaune interstitielle plus ou moins vagile, jouant ainsi un rôle important pour le **contrôle de la biodiversité** [1].

Plusieurs études (citées dans la référence [3]) montrent l'impact des activités anthropiques sur les macroalgues médio- et infralittorales méditerranéennes. Les Fucophycées, principalement représentées par le genre *Cystoseira*, sont sensibles aux rejets d'eaux urbaines ou industrielles. Certaines algues rouges comme les Gelidiales et Rhodymeniales peuvent disparaître sous les effets de certaines pollutions, d'autres régressent. Il est ainsi possible d'identifier des macroalgues, ou des communautés macroalgales, caractéristiques d'un bon ou d'un mauvais état des eaux littorales.

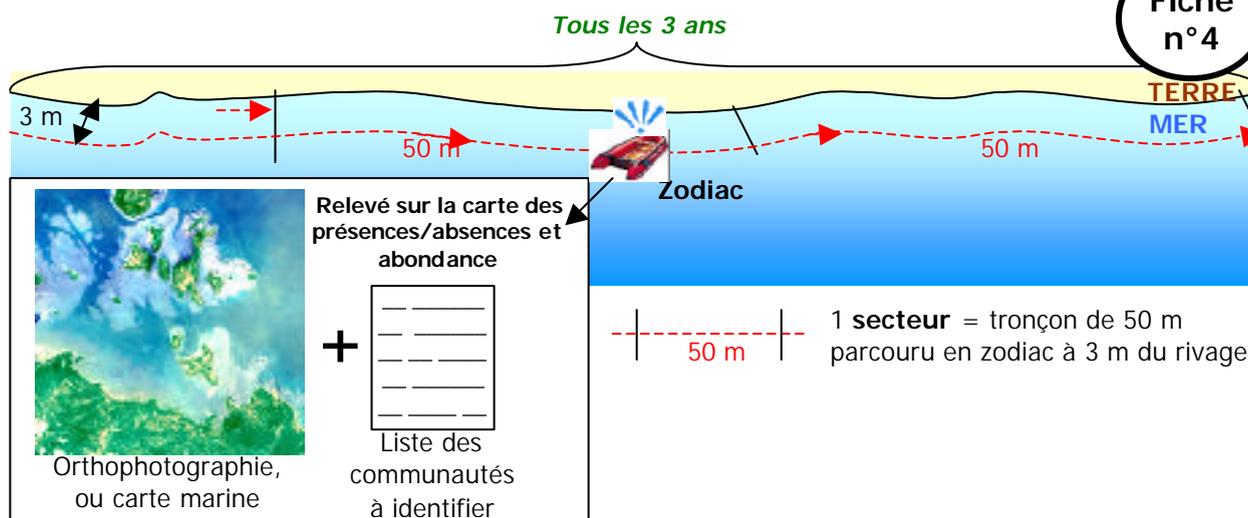
Toutes ces caractéristiques font des macroalgues médio- et infralittorales un élément de qualité biologique évident pour l'évaluation de la qualité écologique des Eaux Côtières dans le contexte DCE [4]. Un protocole de suivi semi-quantitatif, a été expérimenté sur la côte catalane [3]. Fondé sur la longueur de côte occupée par chaque communauté, l'estimation (jugement d'expert) de la valeur de qualité écologique de chaque communauté et la prise en considération de correctifs, autres que la qualité de l'eau (paramètres géomorphologiques), liés au potentiel du milieu, cette méthodologie a permis de proposer un indice de qualité écologique et des seuils correspondant aux attentes de la DCE. Sa transposition sur les côtes des Bouches du Rhône étant apparue satisfaisante, c'est ce protocole qui est proposé.

Domaine géographique

Ce suivi concerne **toutes les Masses d'Eau Côtières de surveillance** des districts Rhône et côtiers méditerranéens et Corse présentant des côtes rocheuses.

Principe de la surveillance

Il consiste en un relevé *in situ* de la présence/absence et de l'abondance de communautés littorales prédéfinies (médiolittoral et haut de l'infralittoral), en notant les informations directement sur une carte ou une photographie aérienne. Les suivis s'effectuent sur l'ensemble du linéaire rocheux de chaque Masse d'Eau, découpé en unités de 50m de long (secteurs). Les mesures sont effectuées tous les 3 ans.



Stratégie générale

Stratégie spatiale

Toutes les Masses d'Eau Côtières de surveillance doivent être suivies. La **totalité des zones rocheuses** de ces Masses d'Eau font l'objet de mesures [5]. Chaque portion de linéaire occupé par de la roche est découpé en **secteurs** : un secteur est une portion de littoral mesurant **50m de long** en la parcourant avec un zodiac à 3m du rivage [3].

Stratégie temporelle

Le suivi doit avoir lieu au moins **tous les 3 ans** [5]. La majorité des suivis doivent être effectués dans un intervalle de temps réduit (1 à 2 mois) pour éviter la grande variabilité saisonnière qui caractérise les communautés macroalgales littorales. Sur le littoral Méditerranéen français, la période la plus propice pour les observations retenues se situe **entre mai et juin** [3].

Paramètres mesurés

Paramètre principal

Longueur de côte occupée par différentes communautés définies selon une typologie préétablie.

Pour le littoral catalan [3] la typologie définie discrimine différents types de ceintures de *Cystoseira* (selon le type d'espèce et la densité), le trottoir à lithophyllum, les bourrelets de *Corallines*, la communauté à *Halipiton virgatum*, les algues vertes, les *Corallines* encroûtantes, les algues bleues... la présence de différentes espèces de phanérogames marines (*Posidonie*, *Cymodocée*, *Zostère*) et de moulières sont également prises en compte. Le cas échéant, cette typologie devra être adaptée aux côtes françaises.

Paramètre en support

Situation géomorphologique de chaque secteur déterminée sur la base des paramètres suivants :

- morphologie de la côte : roche continue, blocs...
- type de substrat : calcaire, basalte, granit...
- pente
- orientation
- naturel ou artificiel
- degré d'exposition aux vagues
- hauteur des tombants rocheux

Protocole [3]

Les secteurs sont parcourus en **zodiac** à 3m du rivage, et la présence des différents types de communautés macroalgales est notée directement sur une **orthophotographie** ou une carte marine (pour distinguer des entités de 50m, il est nécessaire de disposer de cartes au minimum au 1:10 000, de préférence au **1:5000**).

Traitement des données

Les données relevées sur les cartes sont **géoréférencées** et la longueur de côte occupée par chaque communauté est estimée au sein de chaque secteur [3].

Des valeurs de qualité sont attribuées, à chaque communauté en fonction de sa tolérance aux perturbations du milieu (plus une communauté est caractéristique des milieux non impactés, plus sa valeur est grande) le résultat est corrigé pour tenir compte de la valeur de référence attendue en fonction du type géomorphologique.

Etat de référence

Les catalans ont identifié la façade maritime du **Parc Naturel Régional Corse** comme site de référence. D'autres sites devront être proposés 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] EUropean Nature Information System (EUNIS), Version 2004 : <http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>
- [3] Torras X., Pinedo S., Garcia M., Mangialajo L. & Ballesteros E., 2002. Assessment of coastal environmental quality based on littoral community cartography: methodological approach. *Comm. Pers.*
- [4] 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.
- [5] 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.

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 **nourissage** (notamment pour des espèces d'intérêt économique) [1]. Les rhizomes et racines des plants stabilisent le substrat et **piègent les particules sédimentaires**, participant ainsi à la protection du littoral contre l'érosion [4]. C'est pourquoi ils sont identifiés dans le livre rouge des espèces menacées et protégés au niveau méditerranéen (convention européenne de Berne) [1] et national (Loi "littoral"), et font partie des habitats prioritaires OSPAR [5].

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

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

Domaine géographique

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

Principe de la surveillance

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

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

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

Suivi surfaciqueParamètres mesurés et protocole

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

Période / fréquence

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

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

Traitement des données

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

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

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

Stratégie temporelle

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

Paramètres suivis et protocoles :

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

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

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

Traitement des données

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

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

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

Etat de référence

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

Références bibliographiques

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

V6 – 04/10

PHANEROGAMES Herbiers à *Zostera noltii*

Objectifs

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



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

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

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

Domaine géographique

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

Principe de la surveillance

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

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

Suivi surfacique

Paramètres mesurés et protocole

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

Période / fréquence

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

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

Traitement des données

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

Caractérisation de la végétation (ou vitalité de la plante)

Stratégie spatiale

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

Paramètres suivis et protocoles :

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

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

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

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

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

Traitement des données

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

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

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

Macrofaune associée

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

Etat de référence

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

Références bibliographiques

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

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

V4 – 07/10

PHANEROGAMES Herbiers à *Posidonia oceanica*

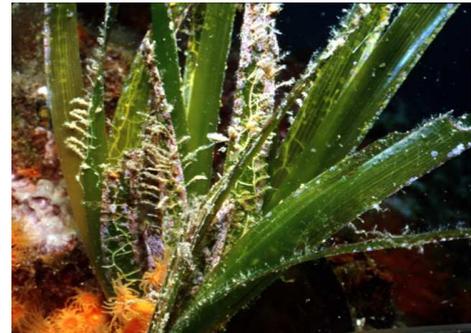
Objectifs

Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile est une espèce **endémique de la Méditerranée** [1]. Comme les autres phanérogames marines, elle forme des prairies sous-marines (**herbiers**). Ses racines, en se développant dans le sédiment, forment, avec les rhizomes, la **matte**. Les herbiers de posidonies se développent à la fois verticalement (rhizomes orthotropes), et latéralement (**rhizomes plagiotropes**), de la surface à 30-40 m de profondeur [1]. Les feuilles sont groupées en **faisceaux**, dont la densité peut être importante (plusieurs milliers de feuilles par m² [1]).

Posidonia oceanica, avec entre 2,5 et 5 millions d'hectares colonisés sur l'ensemble de la Méditerranée, joue un rôle écologique, sédimentaire et économique majeur [2] : ses feuilles fournissent une part importante de la **production primaire** du littoral [1]. Elles abritent **une faune et une flore extrêmement riches** et diversifiées, qui y trouvent un abri pour se nourrir, se reproduire, s'y cacher ou s'y fixer. Les rhizomes stabilisent le substrat et **piègent les particules sédimentaires**, protégeant ainsi le littoral contre l'érosion ([3], [1]). Cela justifie leur protection aussi bien au niveau national (livre rouge des espèces menacées, loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, loi "littoral"), qu'au niveau européen (Conventions de Berne et de Barcelone, Directive Habitat) [3]. Il sont identifiés sous le code A5.535 ("[Posidonia] beds") dans la version 2004 d'EUNIS [4].

Posidonia oceanica ne supporte pas la dessalure. Les changements des conditions hydrosédimentaires peuvent entraîner **l'ensevelissement des herbiers** ou au contraire leur **déchaussement** [1]. **L'eutrophisation** et l'augmentation de la **turbidité**, en diminuant la transparence de l'eau, font remonter la limite inférieure des herbiers. L'eutrophisation provoque également une colonisation des feuilles par les **épiphytes**, qui empêchent la photosynthèse et provoquent la chute des feuilles. Les pollutions chimiques, aménagements littoraux, mouillages et la pêche aux arts traïnants font également régresser les herbiers [1].

Les herbiers de posidonies, par leur position sur le littoral qui les expose aux activités humaines, et par leur sensibilité aux perturbations qui en découlent, sont un **indicateur biologique global de la qualité du milieu marin** [1], d'où son intérêt pour le contrôle de surveillance. Une méthodologie d'étude des herbiers de posidonies a été développée depuis les années 80 dans le cadre du Réseau de Surveillance des posidonies [5]. Le protocole retenu pour la surveillance DCE se base sur l'expérience acquise dans le cadre de ce programme.



*Un herbier à **Posidonia oceanica** abrite une faune et une flore très diversifiée : une faune vagile, comme par exemple les poissons (à gauche), mais aussi des organismes fixés sur les faisceaux de feuilles (épiphytes : ci-dessus).*

Domaine géographique

Toutes les Masses d'Eau retenues pour le contrôle de surveillance et présentant des herbiers de posidonies doivent être suivies. Les herbiers de posidonies sont présents sur le littoral de la **région Provence-Alpes-Côte-d'Azur**, de la **Corse**, sur la **côte des Albères** (Pyrénées Occidentales), et ponctuellement en Languedoc-Roussillon (herbiers des Aresquiers [6]).

Principe de la surveillance

Les paramètres descriptifs des herbiers de posidonies sont nombreux, et certains font déjà l'objet de suivis standardisés [7], notamment dans le cadre du Réseau de Surveillance des posidonies [5]. Ils peuvent être regroupés en deux catégories :

- les paramètres **relatifs aux populations** de posidonies (densité de l'herbier, limite inférieure, structure, relation avec le sédiment)
- les paramètres **relatifs aux individus** (vitalité de la plante, stress, enrichissement du milieu).

Paramètres principaux		Profondeur de mesure		Fréquence
		-15m	Limite inférieure	
POPULATIONS	Type de structure	Observation sur l'ensemble de l'herbier		6 ans
	Profondeur de la limite inférieure		X	
	Type de limite inférieure		X	
	Densité	X	X	
	Taux de recouvrement	X	X	
	% de rhizomes plagiotropes	X	X	
	Déchaussement	X	X	
Compacité de la matte	X	X		
INDIVIDUS	Biométrie foliaire	X	X	3ans
	Teneur en azote des feuilles	X	X	
	Biomasse des épiphytes	X	X	
	Lépidochronologie	X	X	
Paramètre en support				
	Mouvements sédimentaires		X	6 ans

Stratégie spatiale

Toute **Masse d'Eau, retenue pour le contrôle de surveillance**, dans laquelle l'herbier de *Posidonia oceanica* est présent, doit être suivie. Les observations sont effectuées en plongée le long d'**au moins 1 transect fixe par Masse d'Eau** [7]. Le nombre de transects tiendra compte de l'hétérogénéité au sein de la Masse d'Eau (types d'herbiers en présence, pressions identifiées...). Deux niveaux font l'objet de mesures et de prélèvements : **15 m de profondeur et la limite inférieure de l'herbier** [8]. Les paramètres quantitatifs sont généralement mesurés dans des quadrats.

Suivi des populations

Paramètres mesurés et protocoles :

Paramètres	Protocoles (plongée le long de transects)
Type de structure	Le type de structure de l'herbier (herbier de plaine, de colline, tigré... [7], [9]), et les autres éléments morphostructuraux (intermatte, chenaux, tombants, matte morte) sont notés pour l'ensemble de l'herbier.
Profondeur de la limite inférieure	Balisage de la limite inférieure de l'herbier, puis suivi de la limite par rapport aux balises ([5], [7]).
Type de limite inférieure	Le type de limite inférieure de l'herbier (progressive, franche, érosive ou régressive (classification selon Meinesz & Laurent, 1978 [10])) est noté lors du suivi de chaque balisage [3].
Densité	Mesure du nombre de faisceaux vivants par m ² , dans un quadrat de 40x40cm à -15 m de profondeur, et de 40x40 cm ou 20 x 20 cm en limite inférieure (intercalibration indispensable pour le quadrat de 20 cm de côté), avec au moins 10 réplicats (l'objectif est d'arriver à une stabilisation de la moyenne / variable en fonction de la microstructure de l'herbier).

Paramètres	Protocoles (plongée le long de transects)
Taux de recouvrement	Mesure du pourcentage de couverture du substrat par les feuilles de posidonies, par rapport aux zones non couvertes. Le recouvrement peut être mesuré à la verticale, à 3 m du fond, avec une plaque transparente de 30 x 30 cm, divisée en 9 carreaux de 10 cm de côté [5], selon la méthode de Gravez <i>et al.</i> (1995) [11]. Le nombre de carreaux occupés par l'herbier est compté. Le nombre de mesures effectuées est d'au moins 15 mesures par niveau (15 à -15m et 15 à la limite inférieure). Cette méthode est discutable (subjectivité du plongeur et manque de reproductibilité) et devra être complétée par des photographies ou des vidéos (voir annexe).
% de rhizomes plagiotropes	La position majoritaire des rhizomes de posidonies est notée et la proportion (en %) est estimée à -15m de profondeur et à la limite inférieure de l'herbier [3], [7]. <i>Ci-contre : le faisceau d'un rhizome plagiotrope.</i>
Déchaussement de l'herbier	Distance qui sépare le sédiment des rhizomes (mesure selon le protocole de Boudouresque <i>et al.</i> 1980 [12]). Les mesures sont effectuées dans au moins 5 des quadrats utilisés pour l'estimation de la densité [3].
Compacité	Mesure de l'enfoncement d'une tige (2m de long, 8mm de diamètre) dans la matre, sous l'effet d'un poids de 5 kg lâché sur la barre, à 50cm d'une butée [13]. Le nombre de mesures effectuées est d'au moins 15 mesures par niveau (15 à -15m et 15 à la limite inférieure). Une autre méthodologie (meilleure reproductibilité) est en cours d'évaluation dans le cadre du programme INTERREG IIIB Posidonia. Le protocole employé devra tenir compte de l'évolution de ces travaux.



Fréquence / période

Le suivi doit être effectué **tous les 6 ans, entre mars et juillet** afin de disposer des conditions optimales de détection (croissance foliaire, luminosité, mer calme) [8]. Une période plus réduite (2 à 3 semaines) devra être fixée pour chaque site et conservée au cours du temps.

Traitement des données

Des grilles de lecture existent pour certains paramètres [3] :

Paramètre	Traitement des données
Densité	Deux grilles de lecture existent : l'échelle de Giraud (1977) [14] et celle de Pergent <i>et al.</i> (1995) [15]. La première est descriptive, la seconde fournit une indication sur la vitalité de l'herbier.
Taux de recouvrement	Une grille d'évaluation est proposée pour chacun de ces paramètres dans le guide méthodologique 2005 du RSP [3].
% de rhizomes plagiotropes	
Déchaussement de l'herbier	Echelle d'évaluation proposée [3] (<5 cm faible, 5-15 cm moyen, >15 cm fort, Charbonnel <i>et al.</i> , 2000 [5]).
Compacité de la matre	Une échelle a été proposée par Francour <i>et al.</i> (1999 [13]) (pénétration < 50cm = forte; 50cm < pénétration < 100 cm = moyenne ; pénétration > 100 cm = compacité faible).

Ces grilles de lecture sont en cours d'optimisation pour fournir les 5 classes de vitalité correspondant aux objectifs de la DCE. Il faudra tenir compte de l'avancée de ces travaux pour le traitement des données, et rester prudent quant à l'utilisation des anciennes grilles dont les objectifs sont différents.

Mesures sur les individus

Paramètres mesurés, protocole et traitement des échantillons :

Paramètres	Protocoles (plongée le long de transects)	Traitement des échantillons
Biométrie foliaire	Prélèvement d'au moins 15 faisceaux orthotropes par niveau [3], [14] (procédure détaillée dans le guide méthodologique 2000 du RSP [5])	Fixation et conservation dans de l'alcool dénaturé à 95° avant analyse [5]. Mesure pour chaque faisceau [7], [8] : du nombre et du type de feuille (adulte, intermédiaire, juvénile) de la largeur et de la longueur des feuilles du coefficient A (broutage)
Teneur en azote des posidonies	9 faisceaux orthotropes sont prélevés à chaque niveau [16]	Les faisceaux sont conservés au frais puis congelés au laboratoire en attendant l'analyse. Les feuilles sont décongelées, débarrassées de leurs épiphytes (grattage avec lame de rasoir), lyophilisées (72h) puis finement broyées. La concentration en azote (%) est mesurée sur des fractions d'au moins 4 ±1 mg p.s. à l'aide d'un analyseur CHN [16].
Biomasse des épiphytes	Les mesures sont effectuées sur les 15 faisceaux prélevés pour la biométrie foliaire [16].	Les feuilles des faisceaux sont grattées avec une lame de rasoir. Le poids sec des épiphytes ainsi récupérés est mesuré après lyophilisation pendant 72 heures [16].
Lépidochronologie	Les mesures peuvent être effectuées sur les rhizomes des 15 faisceaux prélevés pour la biométrie foliaire.	Méthodologie Pergent & Pergent-Martini, 1990 [17].

Les protocoles d'étude des réserves de la plante, ainsi que des biomarqueurs, seront définis dans le cadre du contrôle opérationnel.

Fréquence / période

Le suivi doit être effectué **tous les 3 ans, entre mars et juillet** [7] afin de disposer des conditions optimales de détection (croissance foliaire, luminosité, mer calme) [8]. Une période plus réduite (2 à 3 semaines) devra être fixée pour chaque site et conservée au cours du temps.

Traitement des données

Paramètres	Traitement des données
Biométrie foliaire	Mesure de plusieurs descripteurs [7] : <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de feuilles par faisceau • Longueur des feuilles adultes • Surface foliaire par faisceau • Leaf Area Index (LAI = indice foliaire) • Coefficient A (pourcentage de feuilles qui ont perdu leur apex)
Biomasse des épiphytes	Le poids sec des épiphytes est ramené à la surface foliaire, constituant l'indice d'épiphytisme [16].
Lépidochronologie	Une grille de lecture adaptée aux objectifs de la DCE est en cours d'élaboration.

L'Indice Global posidonies, tenant compte de tous les paramètres mesurés (populations et individus), devra être établi.

Etat de référence

- Herbiers de Revellata (Calvi, Corse) : à discuter pour le site (il doit se situer hors de la baie, l'herbier situé dans la baie étant trop impacté pour constituer un herbier de référence).
- Herbiers de l'Esterel (Provence-Alpes-Côte-d'Azur)
- Herbiers de la côte des Albères : herbier des îles du Soleil

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] Pergent-Martini C., Leoni V., Pasqualini V., Ardizzone G.D., Balestri E., Bedini R., Belluscio A., Belsher T., Borg J., Boudouresque C.F., Boumaza S., Bouquegneau J.M., Buia M.C., Calvo S., Cebrian J., Charbonne E., Cinelli F., Cossu A., Di Maida G., Dural B., Francour P., Gobert S., Lepoint G., Meinesz A., Molenaar H., Mansour H.M., Panayotidis P., Peirano A., Pergent G., Piazzi L., Pirrotta M., Relini G., Romero J., Sanchez-Lizaso J.L., Semroud R., Shembri P., Shili A., Tomasello A., Velimirov B., 2005. Descriptors of *Posidonia oceanica* Meadows : Use and application. *Ecological Indicators*, **5** : 213-230.
- [3] Cartographie des biocénoses marines. Volet n°1 : l'herbier à *Posidonia oceanica* – Guide méthodologique. Ifremer – Toulon – La Seyne sur Mer, Centre Océanologique de Marseilles, GIS Posidonie. Février 2003. 93pp.
- [4] European Nature Information System (EUNIS), Version 2004 : <http://eunis.finsiel.ro/eunis/index.jsp>
- [5] Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruczek R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Le Direac'h L., 2000. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Alpes Provence Côte d'Azur, première partie : présentation et guide méthodologique, Région PACA/Agence de l'Eau RMC/GIS-Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil général 06, GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-76.
- [6] AVRIL A., DUTRIEUX E., NICOLAS F., VAXELAIRE A., 1984. Etude des fonds marins des Aresquiers (Languedoc) : état des herbiers de Posidonies. International Workshop *Posidonia oceanica* Beds, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. et Olivier J. edit., GIS Posidonie publ., 1 : 173-177.
- [7] Boudouresque C.-F., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Tunesi L., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Le Diréac'h L., Locht C., Relini G., Rico-Raimondino V., Robert P., Ruitton S., Van Klaveren M.-C., et Platini F. La gestion des herbiers de Posidonies en Méditerranée Nord-Occidentale. Projet d'ouvrage RAMOGE – à paraître.
- [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] Boudouresque C.F., Jeudy De Grissac A., Meinesz A., 1985a. Un nouveau type d'herbier à *Posidonia oceanica* : l'herbier de colline. *Rapp. P.V. Réun. Commiss. internation. Explor. sci. Médit.*, Monaco, **29** (5) : 173-175.
- [10] Meinesz A., Laurent R., 1978. Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes (France) – Campagne Poséidon 1976. *Botanica marina*, **21** (8) : 513-526.
- [11] Gravez V., Gelin A., Charbonnel E., Francour P., Abellard O. et Remonnay L., 1995. Surveillance de l'herbier de Posidonie de la baie du Prado (Marseille) – Suivi 1995. Ville de Marseille et GIS Posidonies publ., Marseille, Fr. : 56pp.
- [12] Boudouresque C.-F., Giraud G. et Panayotidis P., 1980. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). XIX. Mise en place d'un transect permanent. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, **6** : 207-222.
- [13] Francour P., Ganteaume A. & Poulain M., 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquatic Conserv. : Mar. Freshw. Ecosyst.* **9** : 391-400.
- [14] Giraud G., 1977. Recensement des floraisons de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile en Méditerranée. *Rapp. P.V. Réun. Commiss. internation. Explor. sci. Médit.*, Monaco, **24** (4) : 126-130.
- [15] Pergent G., Pergent-Martini C. et Boudouresque C.-F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances. *Mésogée*, Fr., **54** : 3-27.
- [16] Leoni V., 2005. Utilisation de *Posidonia Oceanica* (L.) Delile dans le cadre de la surveillance du littoral : Bilan des descripteurs. Réponses face à un enrichissement en nutriments (Net P). *Thèse de doctorat, Université Pasquale Paoli, Corse*, 125pp.
- [17] Pergent G. & Pergent-Martini C., 1990. Somme applications of lepidochronological analysis in the seagrass *Posidonia oceanica*. *Bot. Mar.*, **33** : 299-310.

ANNEXE : Discussion sur la méthode d'évaluation du recouvrement de l'herbier

Le recouvrement correspond au pourcentage de couverture du substrat par les feuilles de *Posidonia oceanica*, par rapport aux zones non couvertes (sable, matre morte, roche). Le recouvrement varie en fonction de la profondeur et de la saison (du fait de la longueur des feuilles) mais également de l'hydrodynamisme, de l'état de santé de l'herbier ou suite à des phénomènes d'hyper-sédimentation. Le recouvrement est maximal en été, à faible profondeur et un herbier continu, présentant une vitalité élevée, peut atteindre un recouvrement de 100 %. Au niveau de la limite inférieure, le recouvrement est généralement compris entre 5 % et 40 %. Il n'existe pas de méthode standardisée pour mesurer ce paramètre, bien que plusieurs méthodes aient été proposées (Cristiani, 1980 ; Romero-Martinengo, 1985 ; Gravez et al., 1995, Francour et al., 1999). La méthode la plus employée repose sur une évaluation directe du recouvrement en plongée, en utilisant un pas de progression de 5 à 10 %, d'une surface donnée.

Toutefois la part de subjectivité du plongeur est très importante et la reproductibilité de la mesure aléatoire. Aussi cette étude d'évaluation directe en plongée doit être complétée par la prise en compte des prises de vues verticales. L'estimation du recouvrement est alors effectuée, sur une surface d'un mètre carré, en arrière de chaque balise, soit par tranche de 10% (0-10%, 10-20%, 20-30%,....) (Figure 1), soit à partir d'un quadrillage par comptage (Figure 2).

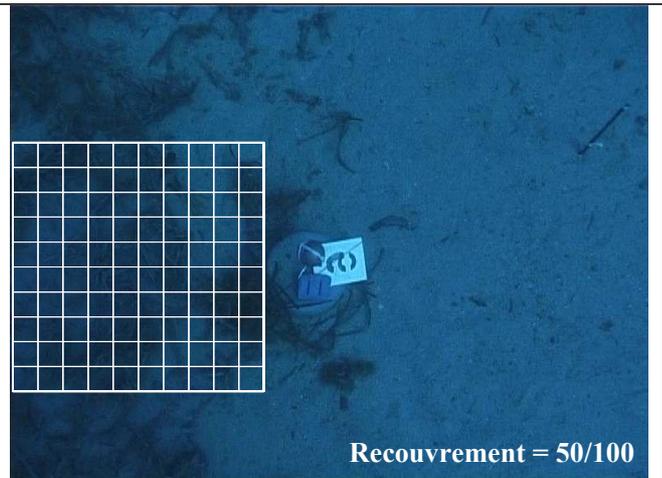
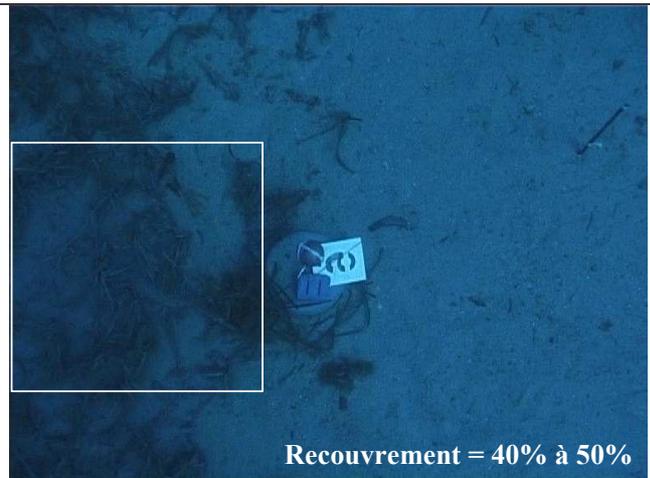
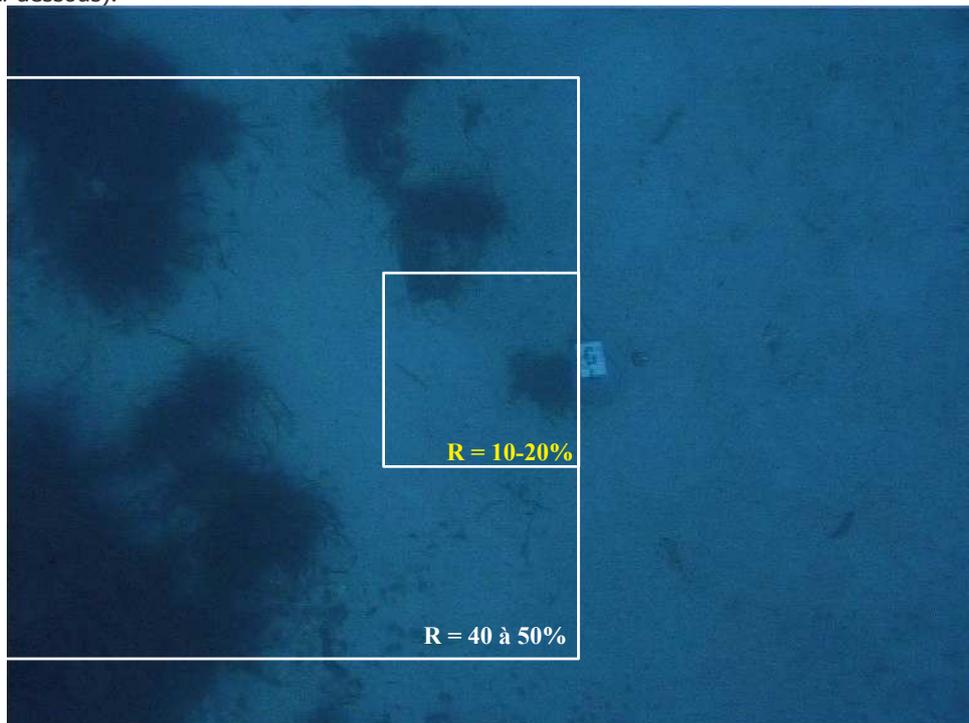


Figure 1 : Estimation du recouvrement en arrière de la balise 6 (Porto Polo) – Estimation par tranche.

Figure 2 : Estimation du recouvrement en arrière de la balise 6 (Porto Polo) – Estimation par quadrillage

Attention la surface sur laquelle le recouvrement est mesuré doit être fixée car elle influence fortement le résultat (CF figure ci-dessous).



LAGUNES MEDITERRANEENNES

Indicateur Végétation

Objectifs

Dans les lagunes côtières, les peuplements macrophytiques sont présents essentiellement sur substrat meuble, les espèces fixées sur substrat dur étant très rares. Le suivi de la végétation macrophytique ne portera donc que sur les espèces de substrat meuble, qui peuvent être séparées en deux groupes d'espèces, fondés sur leur forme de vie et sur la qualité du milieu associée :

- les espèces des **peuplements de référence**, présents dans un milieu dit "pristine" : phanérogames marines et algues polluo-sensibles, souvent sous forme de peuplement fixé,
- les algues opportunistes et/ou nitrophiles, sous forme de peuplement dérivant.

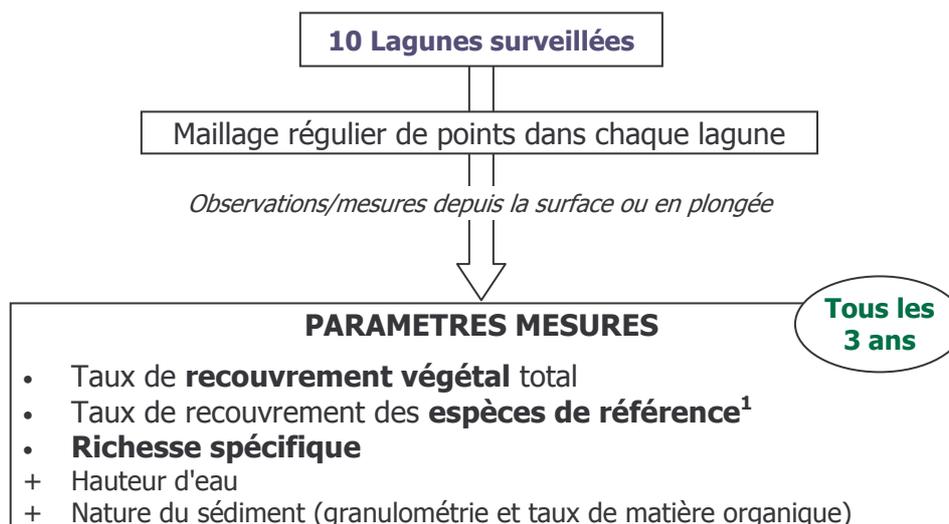
Le développement vers des états eutrophisés a été décrit au travers d'une succession des communautés de macrophytes, où les espèces de référence sont remplacées par des espèces opportunistes ou dérivantes, ayant des impacts significatifs sur la qualité de l'écosystème [1], [2]. La disparition des espèces de référence peut témoigner d'une eutrophisation des eaux, donc d'une pollution du milieu, et constitue donc un **indicateur d'un mauvais état de la Masse d'Eau**.

La disparition des espèces de référence, en particulier des herbiers de phanérogames, peut également indiquer d'autres **pressions anthropiques locales** (pêche à pied, plaisance,...) et des changements de conditions du milieu [3].

Domaine géographique

Le suivi des macroalgues et phanérogames doit être effectué sur les Masses d'Eau sélectionnées pour le contrôle de surveillance, soit dans **10 lagunes**.

Principe de la surveillance



Stratégie générale

Stratégie spatiale

Afin de tenir compte de l'hétérogénéité spatiale caractéristique des peuplements lagunaires, le **réseau de points** est établi sur le principe d'un **maillage régulier**. A partir de chaque point (aux coordonnées géographiques déterminées), une estimation des paramètres biologiques suscités est réalisée sur une aire prédéterminée (disque de rayon 10 m autour des points).

Un suivi le long de transects transversaux aux lagunes n'offrirait pas la même représentativité spatiale, ni la même facilité de mise en œuvre. En revanche, cette approche spatiale permettant d'assurer un suivi des bordures sur un linéaire continu, pourrait être développée dans le cadre des contrôles opérationnels ou sur certaines lagunes en complément du contrôle de surveillance.

Stratégie temporelle

Le suivi de la végétation macrophytique sera effectué une fois **tous les trois ans**, lors de la période de développement maximal des macrophytes et avant les mortalités estivales (mois de **mai-juin**).

Paramètres mesurés

Une liste d'espèces caractéristiques de l'état de référence est préalablement établie (annexe). L'état du compartiment macroalgues et phanérogames est défini à partir des critères suivants [4] :

Paramètres biologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de recouvrement végétal, toutes espèces confondues (classes de valeurs préétablies¹), • Taux de recouvrement des espèces dites de référence (classes de valeurs préétablies¹), en se limitant aux espèces caractérisant les grands groupements végétaux, • Richesse spécifique (ne seront retenues que les espèces dont le recouvrement relatif sera supérieur à 5%).
Paramètres en support	<ul style="list-style-type: none"> • Hauteur d'eau (mesure ponctuelle effectuée lors de l'observation de la végétation), • Nature du sédiment (analyse granulométrique et taux de matière organique)
Paramètres mesurés par ailleurs (suivi estival de la colonne d'eau)	<ul style="list-style-type: none"> • Salinité et teneur en sels nutritifs de l'eau

Protocole d'échantillonnage

Les mesures/observations sont effectuées en plongée (profondeur >1,5 m) ou depuis la surface.

Traitement des données

Les données minimum à fournir sont, pour chaque station :

- le taux de recouvrement végétal,
- le taux de recouvrement des espèces de référence,
- l'identité suivant le référentiel QUADRIGE 2 et le nombre d'individus des différents taxons dans chaque prélèvement.

Les analyses de données à effectuer sont :

- la liste des 10 **taxons dominants** en recouvrement pour chaque station,
- la présence/absence d'espèces invasives ou allochtones (critère de déclassement des Masses d'Eau),
- un **indice** intégrant les différents paramètres mesurés (pourcentage de recouvrement des espèces de référence, nombre d'espèces) permettra d'évaluer la qualité du peuplement de macrophytes.

Les résultats pourront être cartographiés.

Sites de référence

Végétation de la lagune de La Palme.

La notion de référence étant délicate à appliquer au cas de la végétation des lagunes, l'écart au peuplement de référence devra tenir compte de la topographie et de la salinité de chaque lagune.

¹ Evaluation du pourcentage de la surface du fond recouverte par la végétation, selon une échelle de recouvrement visuel adaptée de Braun-Blanquet (1936).

Références bibliographiques

- [1] Viaroli P., Bartoli M., Bondavalli C. *et al.*, 1996. Macrophytes communities and their impact on benthic fluxes of oxygen, sulphide and nutrients in shallow eutrophic environments. *Hydrobiologia*, 329 : 105-119.
- [2] de Wit R., Stal L.J., Lomstein B.A. *et al.*, 2001. ROBUST : the role of buffering capacities in stabilising coastal lagoon ecosystems. *Continental Shelf Research* 21 : 2021-2041.
- [3] 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.
- [4] Ifremer, Créocéan, UM2, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens, 410 p.

ANNEXE : Liste des espèces dites "de référence" (r = classement validé, R? = classement en discussion)

ATTENTION! Les noms d'espèce devront être confrontés au référentiel ERMS2, futur référentiel de QUADRIGE2.

Embranchement	Classe	Espèce	Espèce dite "de référence"
Angiospermophyta	Liliopsida	<i>Spirogira sp.</i>	
Chlorophyta	Charophyceae	<i>Lamprothamnium papulosum</i>	r
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Acetabularia acetabulum</i>	r
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Bryopsis plumosa</i>	r
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Codium fragile</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Valonia aegagropila</i>	r
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Valonia utricularis</i>	r
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Chaetomorpha aera</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Chaetomorpha linum</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Chaetomorpha sp.</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora battersii</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora glomerata</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora flexuosa</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora lehmanniana</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora liniformis</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora pellucida</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora prolifera</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora vagabunda</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora sp.</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Enteromorpha clathrata</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Enteromorpha linza</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Enteromorpha torta</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Enteromorpha sp.</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Monostroma grevillei</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Monostroma obscurum</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Rhizoclonium sp.</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Ulva rigida</i>	
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Ulva rotundata</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Chorda filum</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Cladostephus spongiosus</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Colpomenia peregrina</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Cutleria multifida</i>	R?
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Cystoseira barbata</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Cystoseira repens</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Desmarestia viridis</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Dictyota dichotoma</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Dictyota linearis</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Dictyota spp</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Ectocarpus sp.</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Sargassum muticum</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Scytosiphon simplicissimus</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Sphacelaria sp.</i>	r
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Sphaerotrichia divaricata</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Stictyosiphon adriaticus</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Agardhiella subulata</i>	

Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Alsidium corallinum</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Centroceras clavulatum</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Ceramium rubrum</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Ceramium tenerrimum</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chondracanthus acicularis</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chondria capillaris</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chondria dasyphylla</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chondria simplisiuscula</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chondrus giganteus</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chrysymenia wrightii</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chrysymenia uri</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Chylocladia verticillata</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Dasya sessilis</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gelidium crinale</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gracilaria dura</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gracilaria filicina</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gracilaria gracilis</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gracilaria sp.</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gracilaria longissima</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Grateloupia filicina</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Griffithsia corallinoides</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Halopitys incurvus</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Halymenia floresia</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Hypnea valientae</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Laurencia hybrida</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Laurencia microcladia</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Laurencia obtusa</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Laurencia pinnatifida</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Lomentaria clavellosa</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Lophosiphonia spp</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Lophosiphonia obscura</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Lophosiphonia subadunca</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Osmundea truncata</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Polysiphonia elongata</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Polysiphonia opaca</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Pterosiphonia parasitica</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Pterosiphonia pennata</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Pterothamnion plumula</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Radicilingua thyzanorisans</i>	r
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Rytiphlaea tinctoria</i>	R?
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Solieria filiformis</i>	
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Spyridia filamentosa</i>	r
Xanthophyta	Xanthophyceae	<i>Vaucheria sp.</i>	
Angiospermophyta	Liliopsida	<i>Potamogeton pectinatus</i>	
Angiospermophyta	Liliopsida	<i>Ruppia cirrhosa</i>	r
Angiospermophyta	Liliopsida	<i>Zostera marina</i>	r
Angiospermophyta	Liliopsida	<i>Zostera noltii</i>	r

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).

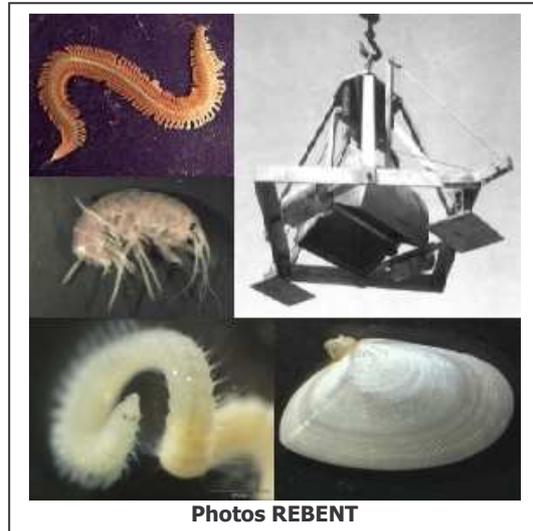
Leur suivi s'impose du fait de leur représentativité, mais également pour d'autres raisons [1] :

- 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.

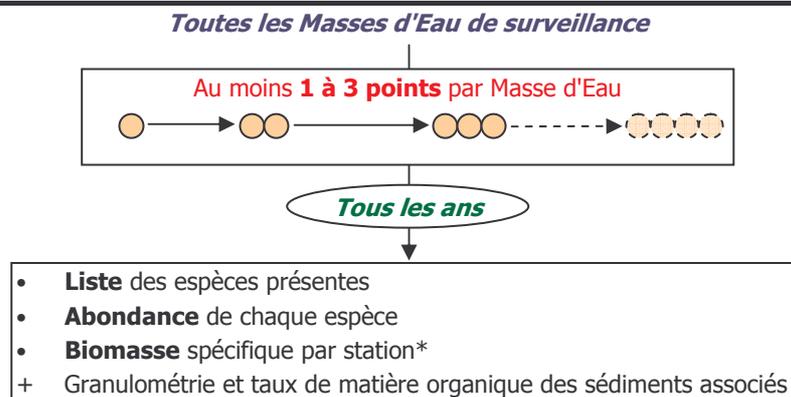
Compte tenu de l'avancement des connaissances (bilan des groupes d'intercalibration [8]) et en l'absence de contraintes techniques ou environnementales majeures, **le suivi des invertébrés de substrats meubles doit être systématiquement mis en œuvre pour le contrôle de surveillance.**



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/>)

V2 – 07/09

LAGUNES MEDITERRANEENNES

Indicateur Invertébrés

Objectifs

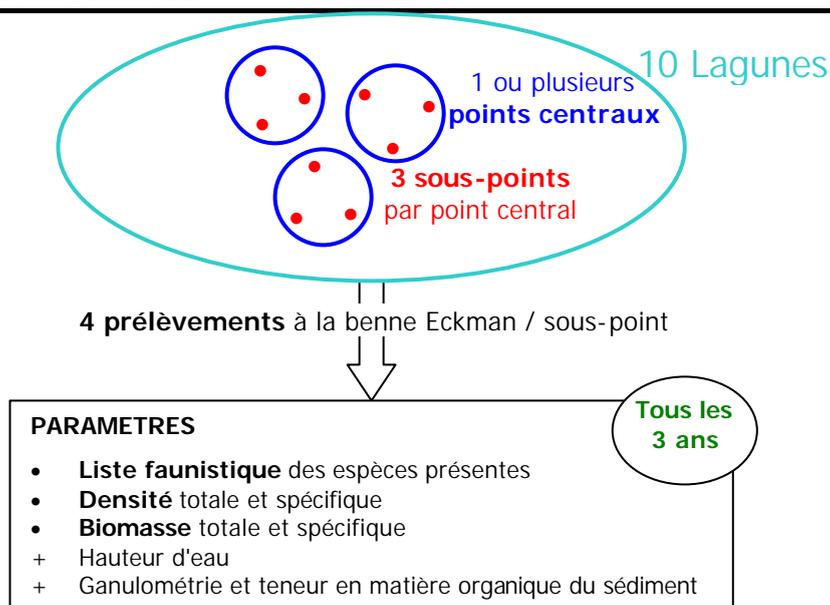
Du fait de leur sédentarité, de leur sensibilité aux pressions anthropiques et à l'enrichissement en matière organique, les invertébrés benthiques constituent de bons intégrateurs des conditions environnementales dans les eaux côtières et de transition [1], [2]. Le suivi de ces peuplements est pertinent dans le cadre de l'évaluation de la qualité globale des lagunes, dans la mesure où les contraintes liées à l'instabilité et à l'enrichissement naturels (sédiments vaseux, riches en nutriments,...) de ces milieux d'interface sont intégrées au diagnostic [3].

Compte tenu de l'avancement des connaissances et en l'absence de contraintes techniques ou environnementales majeures, le **suivi des invertébrés de substrats meubles sera systématiquement mis en œuvre pour le contrôle de surveillance.**

Domaine géographique

Le suivi des invertébrés benthiques doit être effectué sur les Masses d'Eau sélectionnées pour le contrôle de surveillance, soit dans **10 lagunes**.

Principe de la surveillance



Stratégie générale

Stratégie spatiale

Un ou des **points centraux** sont identifiées, en nombre suffisant pour obtenir une bonne représentativité de l'état général de la lagune (surface lagune, nombre de sous-bassins, caractéristiques physiques). A chaque point central, **trois sous-points** espacés de 100 à 300 mètres sont échantillonnés.

Stratégie temporelle

Le suivi de la macrofaune benthique sera effectué une fois **tous les trois ans**. Les populations d'invertébrés benthiques subissant des grosses variations saisonnières dans les lagunes, les prélèvements seront effectués de préférence avant les mortalités estivales (**mois de juin**).

Paramètres mesurés

Au niveau de chaque point de suivi, il est nécessaire de mesurer des paramètres principaux biologiques et des paramètres en support pour aider à l'interprétation des résultats :

Paramètres biologiques <i>Tous les 3 ans</i>	<ul style="list-style-type: none"> • liste faunistique allant jusqu'à l'espèce, • densité totale et densité spécifique, • biomasse totale et biomasse spécifique.
Paramètres en support <i>Tous les 3 ans</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hauteur d'eau (mesure ponctuelle effectuée lors du prélèvement), • Nature du sédiment (analyse granulométrique, taux de matière organique, et le cas échéant potentiel Redox).
Paramètres mesurés par ailleurs <i>(suivi estival de la colonne d'eau)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Salinité et teneur en sels nutritifs de l'eau

Protocole d'échantillonnage

Les prélèvements s'effectuent sur les premiers centimètres de sédiments, au moyen d'une **benne Eckmann-Birge de 0,0225 m²**. Le sédiment est tamisé sur un **tamis de maille 1 mm** [1], de préférence ronde. Les sous-points sont suivis sur la base de **4 prélèvements**, portant la surface échantillonnée à **0,09 m²** par sous-point, et à 0,27 m² par point central.

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 [1],
- 2) **triés** en laboratoire, afin de séparer la faune des débris et des particules sédimentaires [1].
- 3) **La faune doit être identifiée impérativement jusqu'à l'espèce** [4], excepté pour certains taxons pour lesquels ce niveau de précision nécessite des compétences taxonomiques spécifiques : Oligochètes, Nématodes... (liste complète dans la norme ISO 16665 [1]). 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)** [5] [4].
- 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 [1]).
- 5) La **biomasse spécifique par station** est mesurée [1], [4]. La méthodologie retenue est le **poids sec libre de cendres** : pesée après 4h à 450°C (après séchage préalable 24 à 48h à 60°C).

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 [1], [6]. Il est indispensable de mettre en place une **procédure d'assurance qualité** pour toutes les analyses, et principalement pour la taxonomie [1], [4].

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.

L'état du compartiment invertébré benthique est défini au minimum à partir des critères suivants [1] :

- l'identité suivant le référentiel QUADRIGE 2 et le nombre d'individus des différents taxons dans chaque prélèvement,
- la biomasse spécifique et totale par prélèvement.

Les analyses de données à effectuer sont [1] :

- 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 [1].

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** [7]. D'autres analyses statistiques peuvent être effectuées, notamment des analyses multivariées permettant de recouper les résultats faunistiques avec les paramètres environnementaux.

Sites de référence

Le site de référence identifié pour les lagunes méditerranéennes est la lagune de La Palme.

Références bibliographiques

- [1] 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.
- [2] Estuarine and coastal marine waters: bioassessment and biocriteria technical guidance. EPA, 2000.
- [3] Ifremer, Créocéan, UM2, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens, 410 p.
- [4] 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.
- [5] European Register of Marine Species (ERMS) : <http://erms.biol.soton.ac.uk/>
- [6] BEQUALM (Biological Effects Quality Assurance in Marine Monitoring) <http://www.ifm.uni-kiel.de/fb/fb3/ex/sbb/heybe/Bequalm/framesets/Bequalm.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 p.
- [8] Simboura N., Zenetos A., 2002. Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index. *Mediterranean Marine Science*, vol. 3/2, pp. 77-111.
- [9] Borja A., Franco J., Pérez V., 2000. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within european estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 40, n°12, pp. 1100-1114.

ANNEXE : liste des espèces d'invertébrés benthiques recensées en lagunes et appartenance aux groupes trophiques et écologiques (? à valider).

Fiche
n°11

ATTENTION! Les noms d'espèce devront être confrontés au référentiel ERMS2, futur référentiel de QUADRIGE2.

Embranchement	Classe	Espèce	Mode trophique [4]	Groupe écologique / BENTIX [7]	Groupe écologique / AMBI [8]
Annelida	Clitellata	<i>Paranais sp.</i>	Dépositivore		5
Annelida	Polychaeta	<i>Amphicteis gunneri</i>	Dépositivore		3
Annelida	Polychaeta	<i>Melinna cristata</i>	Dépositivore		3
Annelida	Polychaeta	<i>Melinna palmata</i>	Dépositivore	2	3
Annelida	Polychaeta	<i>Capitella sp.</i>	Dépositivore		5
Annelida	Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	Dépositivore	3	5
Annelida	Polychaeta	<i>Heteromastus sp.</i>	Dépositivore	3	4
Annelida	Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	Dépositivore	3	4
Annelida	Polychaeta	<i>Notomastus sp.</i>	Dépositivore	2?	3
Annelida	Polychaeta	<i>Notomastus latericeus</i>	Dépositivore	2	3
Annelida	Polychaeta	<i>Spiochaetopterus sp</i>	Suspensivore	2?	3
Annelida	Polychaeta	<i>Spiochaetopterus costarum</i>	Suspensivore	2	3
Annelida	Polychaeta	<i>Spiochaetopterus solitarius</i>	Suspensivore	2?	3
Annelida	Polychaeta	<i>Aphelochaeta sp</i>	Dépositivore	2?	3
Annelida	Polychaeta	<i>Chaetozone sp</i>	Dépositivore	3	4
Annelida	Polychaeta	<i>Cirriformia tentaculata</i>	Dépositivore	3	4
Annelida	Polychaeta	<i>Cirratulus cirratus</i>	Dépositivore	3	4
Annelida	Polychaeta	<i>Tharyx sp.</i>	Dépositivore		4
Annelida	Polychaeta	<i>Schistomeringos rudolphi</i>	Détritivore	3	4
Annelida	Polychaeta	<i>Eunice harassi</i>	Omnivore	2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Eunice torquata</i>	Omnivore	2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Eunice vittata</i>	Détritivore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Marphysa fallax</i>	Omnivore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Flabelligera affinis</i>	Dépositivore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Pherusa eruca</i>	Dépositivore		
Annelida	Polychaeta	<i>Pherusa monilifer</i>	Dépositivore		1
Annelida	Polychaeta	<i>Glycera alba</i>	Carnivore	1? 2?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Glycera rouxi</i>	Carnivore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Glycera tessellata</i>	Carnivore	1	2
Annelida	Polychaeta	<i>Glycera tridactyla</i>	Carnivore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Glycera unicornis</i>	Carnivore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Kefersteinia cirrata</i>	Détritivore	2	NA
Annelida	Polychaeta	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Carnivore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Lumbrineris funchalensis (Scoletoma funchalensis?)</i>	Détritivore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Lumbrineris latreilli</i>	Détritivore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Magelona allenii</i>	Détritivore	1?	1
Annelida	Polychaeta	<i>Clymenura clypeata</i>	Dépositivore	1	NA
Annelida	Polychaeta	<i>Euclymene oerstedii</i>	Dépositivore	2	1
Annelida	Polychaeta	<i>Macroclymene sanatanderensis</i>	Dépositivore		1
Annelida	Polychaeta	<i>Nicomache lumbricalis</i>	Dépositivore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Petaloproctus terricola</i>	Dépositivore	1	NA
Annelida	Polychaeta	<i>Nephtys sp.</i>	Omnivore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Nephtys cirrhosa</i>	Omnivore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Nephtys histricis</i>	Omnivore	1	2
Annelida	Polychaeta	<i>Nephtys kersivalensis</i>	Omnivore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Neanthes caudata</i>	Omnivore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Neanthes succinea</i>	Omnivore	2	3
Annelida	Polychaeta	<i>Neanthes virens</i>	Omnivore		3
Annelida	Polychaeta	<i>Nereis diversicolor</i>	Omnivore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Perinereis cultrifera</i>	Omnivore	1	3
Annelida	Polychaeta	<i>Platynereis dumerilii</i>	Omnivore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Armandia cirrhosa</i>	Dépositivore	1	1
Annelida	Polychaeta	<i>Armandia polyopphthalma</i>	Dépositivore	1?	1
Annelida	Polychaeta	<i>Naineris laevigata</i>	Dépositivore	2	NA

4/8

Embranchement	Classe	Espèce	Mode trophique [4]	Groupe écologique / BENTIX [7]	Groupe écologique / AMBI [8]
Annelida	Polychaeta	<i>Owenia fusiformis</i>	Dépositore	2	1
Annelida	Polychaeta	<i>Cirrophorus furcatus</i>	Dépositore	1?	3
Annelida	Polychaeta	<i>Paraonis lyra (Paradoeis lyra?)</i>	Dépositore		3
Annelida	Polychaeta	<i>Pectinaria koreni</i>	Dépositore	1?	1
Annelida	Polychaeta	<i>Pholoe inornata</i>	Détritore	2?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Eteone sp.</i>	Détritore	2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Genetyllis nana</i>	Détritore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Mystides sp.</i>	Détritore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Nereiphylla rubiginosa</i>			2
Annelida	Polychaeta	<i>Phyllodoce sp.</i>	Détritore	1?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Phyllodoce mucosa</i>	Dépositore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Pterocirrus limbata</i>	Détritore		NA
Annelida	Polychaeta	<i>Pterocirrus macroceros</i>	Carnivore		NA
Annelida	Polychaeta	<i>Ancistrosyllis sp.</i>	Détritore		NA
Annelida	Polychaeta	<i>Sigambra parva</i>	Dépositore		4
Annelida	Polychaeta	<i>Harmothoe sp.</i>	Détritore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Harmothoe antilopes</i>	Détritore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Harmothoe imbricata</i>	Détritore	1? 2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Sabellaria alveolata</i>	Suspensivore	2?	1
Annelida	Polychaeta	<i>Amphiglena mediterranea</i>	Suspensivore		NA
Annelida	Polychaeta	<i>Branchiomma vesiculosum</i>			
Annelida	Polychaeta	<i>Fabriciinae sp.</i>	Suspensivore		
Annelida	Polychaeta	<i>Megalomma vesiculosum</i>	Suspensivore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Myxicola aesthetica</i>	Suspensivore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Ditrupa arietina</i>	Suspensivore	2	1
Annelida	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Suspensivore	3	5
Annelida	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>	Suspensivore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Hydroides pseudouncinata</i>	Suspensivore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Hydroides novergicus</i>	Suspensivore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Suspensivore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Vermiliopsis striaticeps</i>	Suspensivore	1?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Aonides oxycephala</i>	Dépositore	1	3
Annelida	Polychaeta	<i>Dipolydora coeca</i>	Détritore		3
Annelida	Polychaeta	<i>Dipolydora flava</i>	Dépositore		3
Annelida	Polychaeta	<i>Malacoceros fuliginosus</i>	Dépositore	3	5
Annelida	Polychaeta	<i>Microspio mecznikowianus</i>	Dépositore	2	3
Annelida	Polychaeta	<i>Parapionospio multibranchiata</i>	Dépositore	3?	5
Annelida	Polychaeta	<i>Polydora caeca</i>	Dépositore	3?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Polydora antennata</i>	Dépositore	3?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	Détritore	3?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Polydora hoplura</i>	Dépositore	3?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Prionospio sp.</i>	Dépositore	1? 2?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Prionospio malmgreni</i>	Dépositore	2	4
Annelida	Polychaeta	<i>Prionospio steenstrupi</i>	Dépositore	1? 2?	4
Annelida	Polychaeta	<i>Pseudopolydora antennata</i>	Dépositore	3	4
Annelida	Polychaeta	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	Dépositore		4
Annelida	Polychaeta	<i>Pseudomalacoceros tridentata</i>	Dépositore		3
Annelida	Polychaeta	<i>Spio decoratus</i>	Détritore	3	3
Annelida	Polychaeta	<i>Streblospio shrubsolii</i>	Dépositore	2	3
Annelida	Polychaeta	<i>Janua pagenstecheri (Siuplaria pagenstecheri)</i>	Suspensivore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Pileolaria pseudomilitaris</i>	Suspensivore		2
Annelida	Polychaeta	<i>Exogone naidina</i>	Carnivore	2	2
Annelida	Polychaeta	<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	Carnivore	1?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Unidentified sp.</i>	Carnivore	2?	2
Annelida	Polychaeta	<i>Amphitrite sp.</i>	Dépositore		1
Annelida	Polychaeta	<i>Amphitritides gracilis</i>	Dépositore		1
Annelida	Polychaeta	<i>Lanice conchilega</i>	Dépositore	3	2
Annelida	Polychaeta	<i>Polycirrus aurantiacus</i>	Dépositore		4
Annelida	Polychaeta	<i>Polycirrus medusa</i>	Dépositore		4

Embranchement	Classe	Espèce	Mode trophique [4]	Groupe écologique / BENTIX [7]	Groupe écologique / AMBI [8]
Annelida	Polychaeta	<i>Streblosoma bairdi</i>	Dépositore		1
Annelida	Polychaeta	<i>Terebella sp.</i>	Dépositore		1
Annelida	Polychaeta	<i>Thelepus setosus</i>	Dépositore	2?	2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Ampelisca typica</i>	Dépositore	1?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Ampelisca sp.</i>	Détritore	1?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Ampelisca sarsi</i>	Détritore	1?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Cyathura carinata</i>	Détritore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Aora gracilis</i>	Détritore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Lembos sp.</i>	Détritore	1?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Leptocheirus pilosus</i>	Détritore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Microdeutopus sp.</i>	Détritore	2?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Microdeutopus anomalus</i>	Dépositore	2?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	Dépositore	2	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Microdeutopus versiculatus</i>	Dépositore	2?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Arcturella dilatada</i>	Détritore		2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Iphinoe sp.</i>	Dépositore	1? 3?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Iphinoe serrata</i>	Dépositore	1? 3?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Iphinoe tenella</i>	Dépositore	1? 3?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Phtisica marina</i>	Détritore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Corophium sp.</i>	Dépositore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Corophium acherusicum</i>	Dépositore	2	3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Corophium insidiosum</i>	Dépositore	2	3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Corophium orientale</i>	Dépositore	1	3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Corophium sextonae</i>	Détritore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Dexamine spinosa</i>	Suspensore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Ethusa mascarone</i>	Dépositore		NA
Arthropoda	Malacostraca	<i>Echinogammarus pungnens</i>	Dépositore	1?	3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Gammaridea sp.</i>	Dépositore	1	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Gammarella fucicola</i>	Dépositore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Gammarus sp.</i>			
Arthropoda	Malacostraca	<i>Gammarus aequicauda</i>	Dépositore	1	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Gammarus insensibilis</i>	Dépositore	2	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Unidentified sp.</i>			
Arthropoda	Malacostraca	<i>Paragnathia formica</i>	Dépositore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Unidentified sp.</i>			
Arthropoda	Malacostraca	<i>Idotea sp.</i>	Détritore	1?	2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Idotea chelipes</i>	Détritore	1?	
Arthropoda	Malacostraca	<i>Zenobiana sp.</i>	Détritore		2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Gammaropsis sp.</i>	Détritore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Erichthonius punctatus</i>	Détritore	1?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Lysianassa costae</i>			1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Lysianassa longicornis</i>	Dépositore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Orchomene humilis</i>	Dépositore		2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Maera sp.</i>	Dépositore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Maera grossimana</i>	Dépositore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Maera inaequipis</i>	Dépositore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Melita sp.</i>	Détritore	1?	1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Palaemon elegans</i>	Carnore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Palaemon xiphias</i>	Carnore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Calathura sp.</i>	Détritore		
Arthropoda	Malacostraca	<i>Lucifer typus</i>			
Arthropoda	Malacostraca	<i>Brachynotus sexdentatus</i>	Carnore		NA
Arthropoda	Malacostraca	<i>Carcinus sp.</i>	Carnore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Carcinus aestuarii</i>	Carnore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Carcinus maenas</i>	Carnore		3
Arthropoda	Malacostraca	<i>Liocarcinus zariquieyi</i>	Carnore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Cymodoce sp.</i>	Détritore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Cymodoce truncata</i>	Détritore		1
Arthropoda	Malacostraca	<i>Dynamene edwardsi</i>	Dépositore		NA
Arthropoda	Malacostraca	<i>Sphaeroma hookeri</i>	Détritore	1?	2

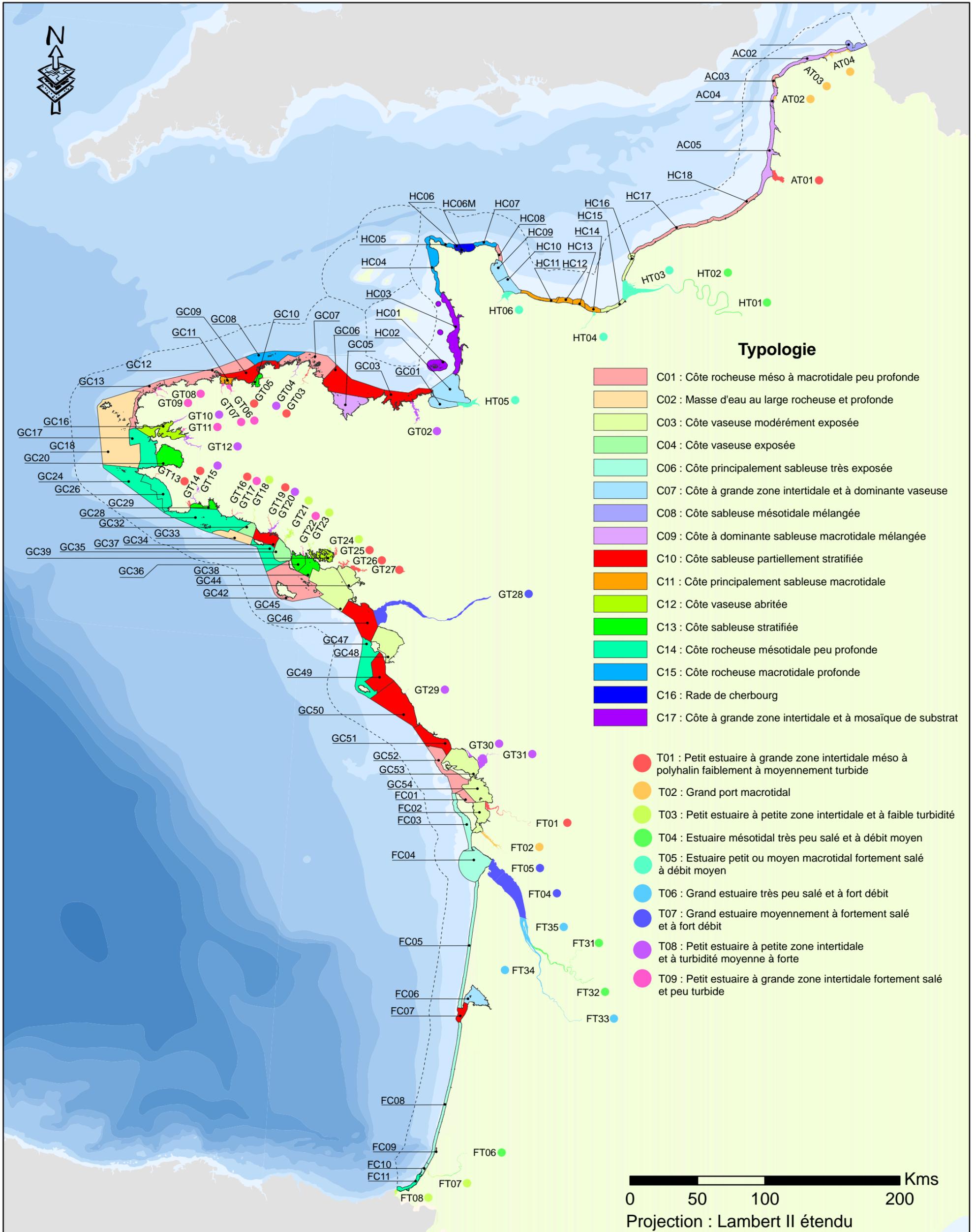
Embranchement	Classe	Espèce	Mode trophique [4]	Groupe écologique / BENTIX [7]	Groupe écologique / AMBI [8]
Arthropoda	Malacostraca	<i>Sphaeroma serratum</i>	Dépositore	1	2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Sphaeroma rugicauda</i>	Dépositore		2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Orchestia sp.</i>	Dépositore		NA
Arthropoda	Malacostraca	<i>Talitrus saltator</i>	Dépositore		
Arthropoda	Malacostraca	<i>Tanais sp</i>	Détritivore		2
Arthropoda	Malacostraca	<i>Unidentified sp.</i>			
Arthropoda	Malacostraca	<i>Unidentified sp.</i>			
Arthropoda	Malacostraca	<i>Unidentified sp.</i>			
Arthropoda	Maxillopoda	<i>Balanus amphitrite</i>	Suspensivore		2
Arthropoda	Maxillopoda	<i>Balanus trigonus</i>	Suspensivore		2
Arthropoda	Insecta	<i>Chironomus salinarius</i>	Détritivore		4
Arthropoda	Insecta	<i>Unidentified sp</i>			
Arthropoda	Malacostraca	<i>Caprella acanthifera</i>	Détritivore	3?	2
Bryozoa	Gymnolaemata	<i>Membranipora membranacea</i>	Suspensivore		2
Bryozoa		<i>Unidentified sp.</i>	Suspensivore		
Chordata	Ascidiacea	<i>Ascidia sp.</i>	Suspensivore		3
Chordata	Ascidiacea	<i>Ascidia sp.</i>	Suspensivore		3
Chordata	Ascidiacea	<i>Ascidia mentula</i>	Suspensivore		3
Chordata	Ascidiacea	<i>Unidentified sp.</i>			
Cnidaria	Hexacorallia	<i>Actinia sp.</i>	Carnivore		1
Cnidaria	Hexacorallia	<i>Paranemonia cinerea</i>	Carnivore		1
Cnidaria	Hexacorallia	<i>Unidentified sp.</i>			
Echinodermata	Stellerioidea	<i>Amphiura filiformis</i>	Suspensivore	2	1
Echinodermata	Stellerioidea	<i>Amphipholis squamata</i>	Dépositore	2	1
Echinodermata	Stellerioidea	<i>Amphiura sp.</i>	Dépositore	2?	1
Echinodermata	Stellerioidea	<i>Amphiura chiajei</i>	Dépositore	2	1
Echinodermata	Stellerioidea	<i>Asterina gibbosa</i>	Carnivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Anomia ephippium</i>	Suspensivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Arca noae</i>	Suspensivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Acanthocardia echinata</i>	Suspensivore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	Suspensivore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Cardium glaucum</i>	Suspensivore		3
Mollusca	Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	Suspensivore		3
Mollusca	Bivalvia	<i>Cerastoderma glaucum</i>	Suspensivore	2	3
Mollusca	Bivalvia	<i>Parvicardium sp.</i>			
Mollusca	Bivalvia	<i>Parvicardium exiguum</i>	Suspensivore	2	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Corbula gibba</i>	Suspensivore	3	4
Mollusca	Bivalvia	<i>Lentidium mediterraneum</i>	Suspensivore	1	3
Mollusca	Bivalvia	<i>Loripes lacteus</i>	Suspensivore	2	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Loripes lucinalis</i>	Suspensivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Lucinella divaricata</i>	Suspensivore	2	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Spisula subtruncata</i>	Suspensivore	2	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Brachidontes variabilis</i>	Suspensivore		
Mollusca	Bivalvia	<i>Modiolus adriaticus</i>	Suspensivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Modiolus modiolus</i>	Suspensivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Modiolarca subpicta</i>	Suspensivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Musculista senhousia</i>	Suspensivore		3
Mollusca	Bivalvia	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Suspensivore		3
Mollusca	Bivalvia	<i>Mytilaster solidus</i>	Suspensivore	1?	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Unidentified sp</i>	Suspensivore		
Mollusca	Bivalvia	<i>Nucula nitidosa</i>	Dépositore	1?	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Nucula sulcata</i>	Dépositore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Chlamys glabra</i>	Suspensivore		1
Mollusca	Bivalvia	<i>Scrobicularia cottardi</i>	Suspensivore		3
Mollusca	Bivalvia	<i>Abra alba</i>	Dépositore	2	3
Mollusca	Bivalvia	<i>Abra ovata</i>	Dépositore	2	3
Mollusca	Bivalvia	<i>Abra prismatica</i>	Dépositore	2	3
Mollusca	Bivalvia	<i>Abra segmentum</i>	Dépositore	2?	3
Mollusca	Bivalvia	<i>Gastrana fragilis</i>	Suspensivore		NA
Mollusca	Bivalvia	<i>Tellina sp</i>	Dépositore	1? 2?	1

Embranchement	Classe	Espèce	Mode trophique [4]	Groupe écologique / BENTIX [7]	Groupe écologique / AMBI [8]
Mollusca	Bivalvia	<i>Tellina donacina</i>	Dépositore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Tellina pulchella</i>	Dépositore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Thracia papyracea</i>	Suspensivore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Paphia aurea</i>	Suspensivore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Tapes decussata</i>	Suspensivore	1	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Tapes philippinarum</i>	Suspensivore	1?	1
Mollusca	Bivalvia	<i>Venerupis aureus</i> (= <i>Paphia aurea</i>)	Suspensivore	1	1
Mollusca	Gastropoda	<i>Akera bullata</i>	Détritivore		1
Mollusca	Gastropoda	<i>Calyptrea chinensis</i>	Dépositore		1
Mollusca	Gastropoda	<i>Crepidula fornicata</i>	Dépositore		3
Mollusca	Gastropoda	<i>Bittium scabrum</i> (<i>Cerithium scabridum?</i>)	Dépositore	2?	1
Mollusca	Gastropoda	<i>Cerithium vulgatum</i>	Dépositore	1	
Mollusca	Gastropoda	<i>Mangellia taeniata</i>			
Mollusca	Gastropoda	<i>Haminoea sp.</i>			2
Mollusca	Gastropoda	<i>Haminoea navicula</i>			2
Mollusca	Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	Dépositore		3
Mollusca	Gastropoda	<i>Montacuta spp.</i>	Suspensivore		2
Mollusca	Gastropoda	<i>Bolinus brandaris</i>	Dépositore		
Mollusca	Gastropoda	<i>Hexaplex trunculus</i>	Détritivore		
Mollusca	Gastropoda	<i>Ocenebrina sp.</i>	Carnivore		
Mollusca	Gastropoda	<i>Cyclope neritea</i>	Carnivore	1	1
Mollusca	Gastropoda	<i>Nassarius incrassatus</i>	Carnivore	1	2
Mollusca	Gastropoda	<i>Nassarius reticulatus</i>	Carnivore	1?	2
Mollusca	Gastropoda	<i>Euspira macilenta</i>	Carnivore		2
Mollusca	Gastropoda	<i>Philine aperta</i>	Carnivore		2
Mollusca	Gastropoda	<i>Retusa mamillata</i>			
Mollusca	Gastropoda	<i>Pussilina lineolata</i>	Dépositore		1
Mollusca	Gastropoda	<i>Tricolia pullus</i>	Détritivore		1
Mollusca	Gastropoda	<i>Gibbula sp.</i>	Détritivore		1
Mollusca	Gastropoda	<i>Gibbula albida</i>	Dépositore		1
Mollusca	Polyplacophora	<i>Acanthochiton sp.</i>	Dépositore		1
Mollusca	Polyplacophora	<i>Lepidochiton cinerea</i>	Détritivore		NA
Mollusca	Polyplacophora	<i>Lepidochiton monterosatoi</i>	Dépositore		NA
Nematoda		<i>Unidentified sp.</i>			
Nemertini		<i>Unidentified sp.</i>			
Phoronida		<i>Phoronis sp.</i>	Suspensivore		1
Phoronida		<i>Phoronis psammophila</i>	Suspensivore	2	1
Plathelmintha		<i>Convoluta sp.</i>	Détritivore		2
Porifera	Calcarea	<i>Sycon sp.</i>	Suspensivore		1
Porifera	Calcarea	<i>Unidentified sp.</i>			
Porifera	Demospongea	<i>Hymeniacidon cf sanguinea</i>	Suspensivore		
Sipuncula	Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma sp.</i>	Dépositore		1
Sipuncula	Sipunculidea	<i>Phascolion sp.</i>	Dépositore		1
Sipuncula	Sipunculidea	<i>Phascolion strombus</i>	Dépositore		1
Sipuncula	Sipunculidea	<i>Sipunculus nudus</i>	Dépositore		1

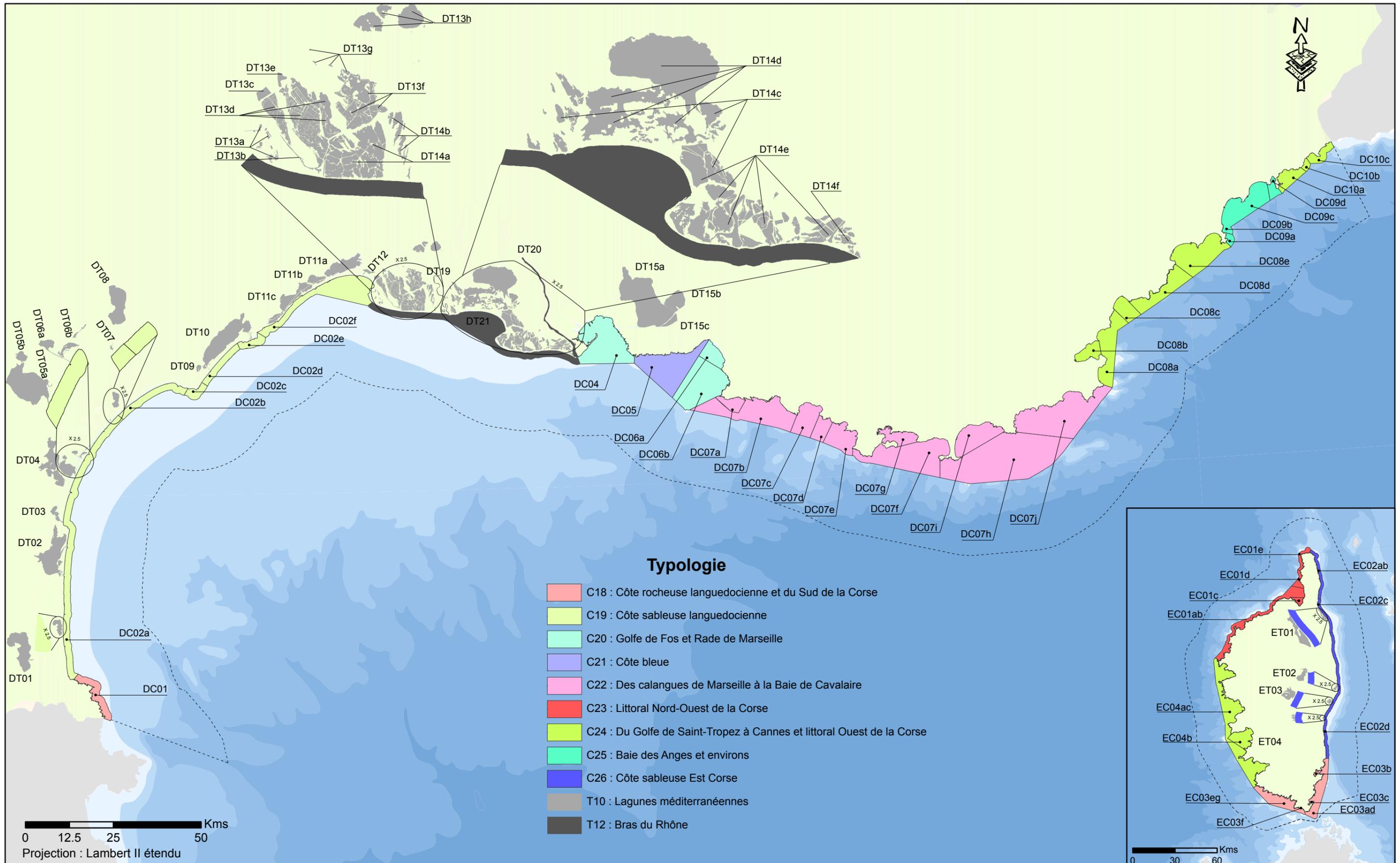
ANNEXES

ANNEXE 1
Typologie des Masses d'Eau Côtières et de Transition
métropolitaines

Façade occidentale



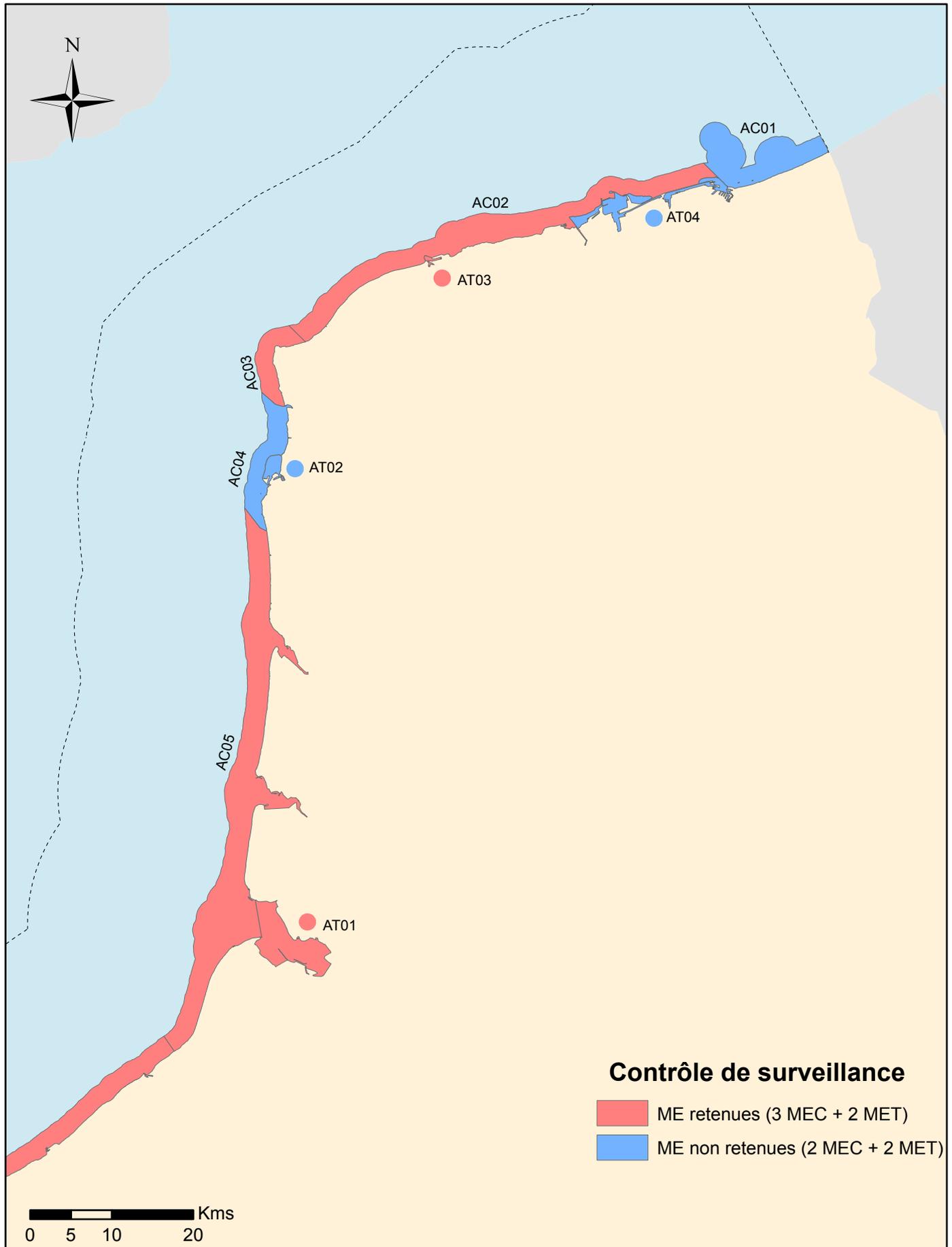
Façade méditerranéenne



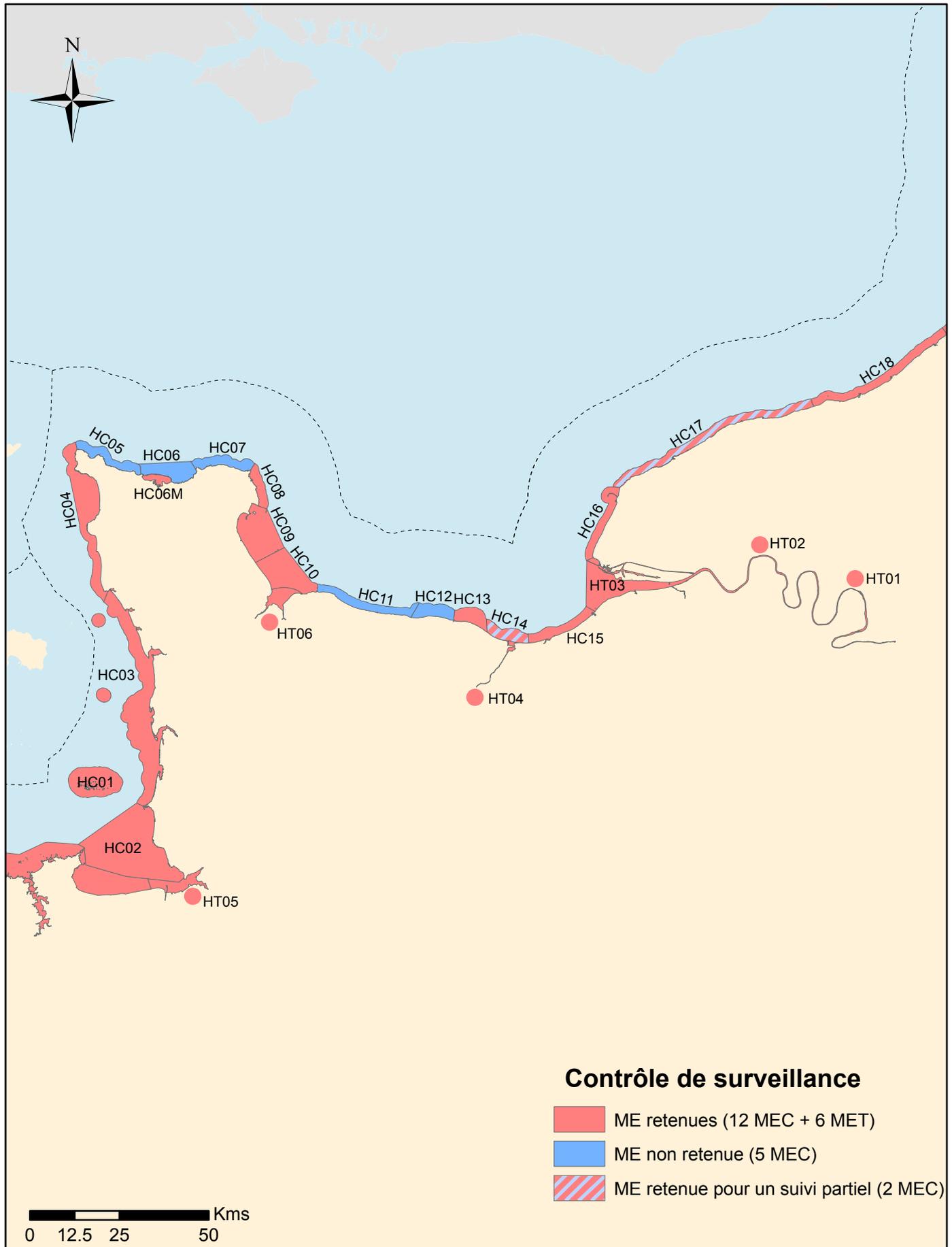
ANNEXE 2

Cartes des Masses d'Eau retenues pour le contrôle de surveillance (cartes de synthèse proposées et non validées, mise à jour septembre 2005).

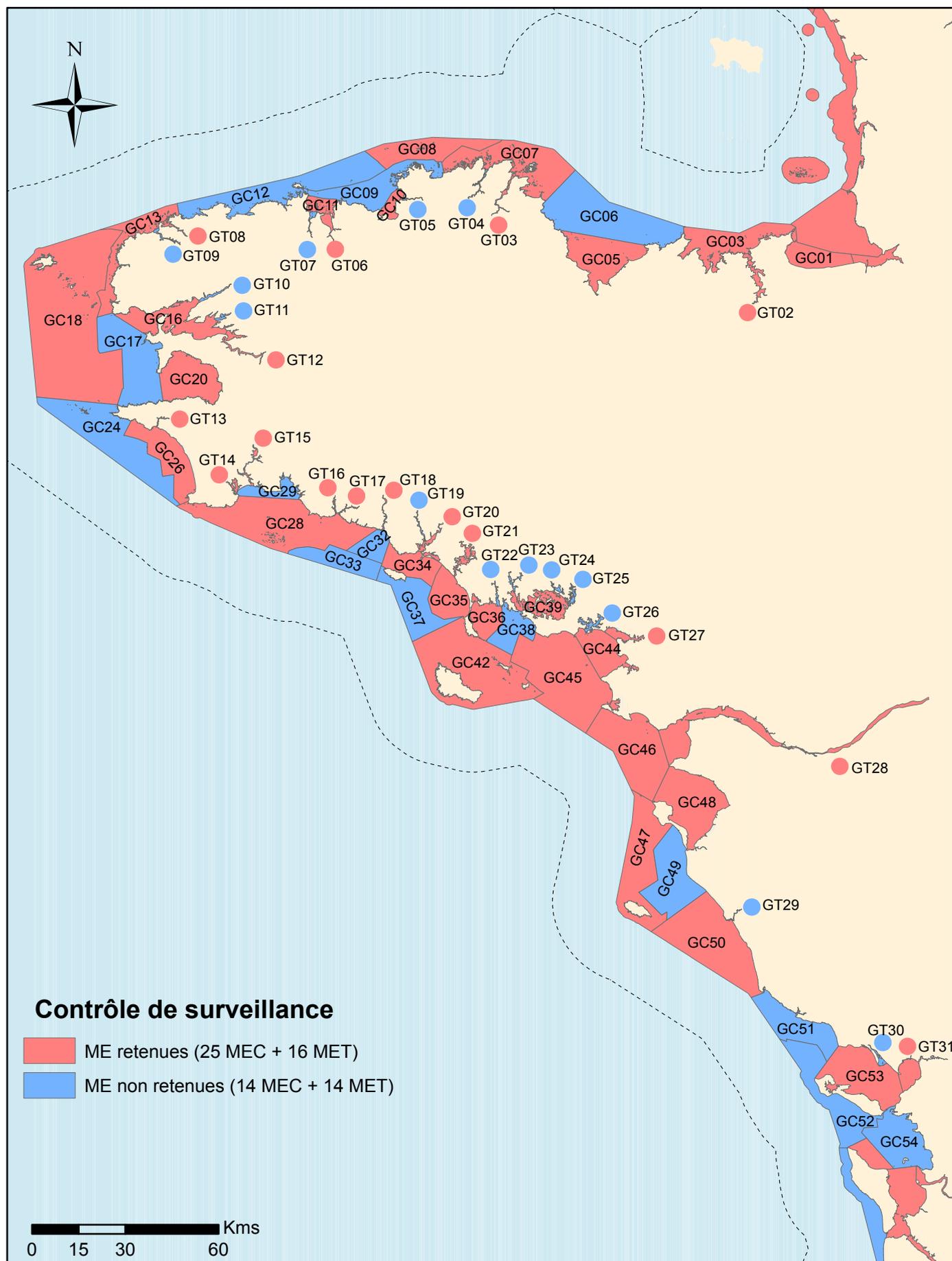
Escaut, Somme et cours d'eau côtiers de la Manche et la mer du Nord



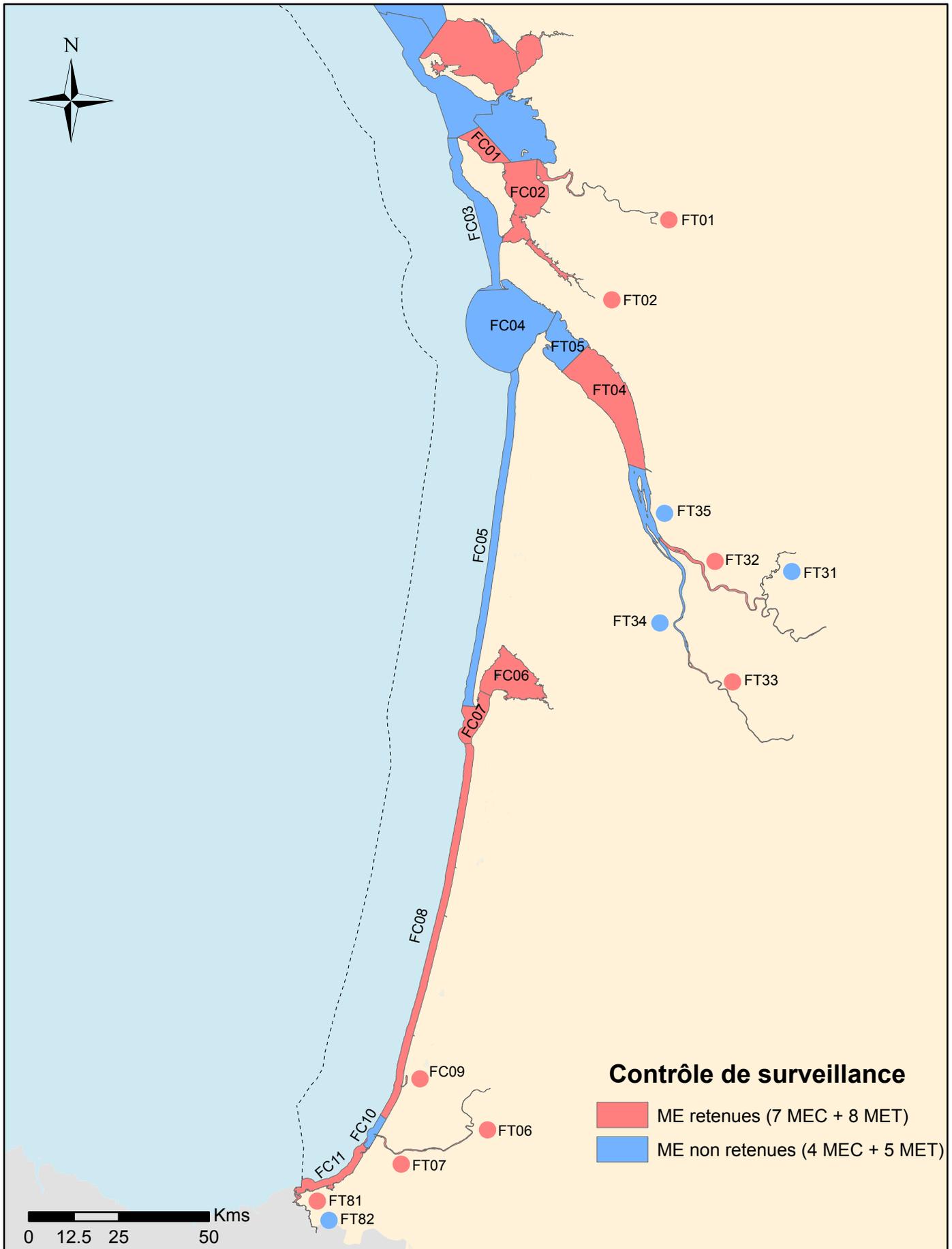
Seine et cours d'eau côtiers normands



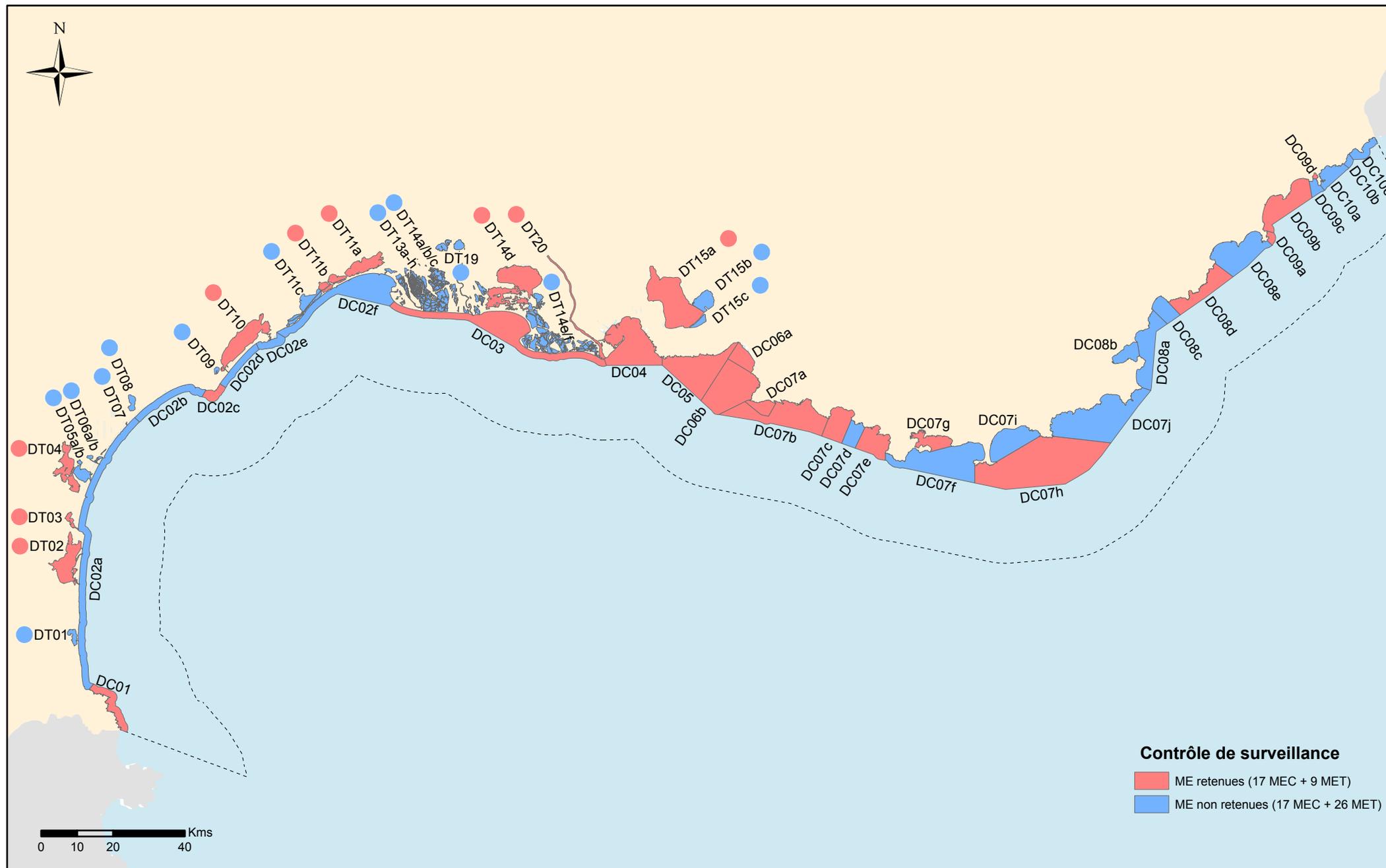
Loire, cours d'eau côtiers vendéens et bretons



Garonne, Adour, Dordogne, Charente et cours d'eau côtiers charentais et aquitains



Rhône et cours d'eau méditerranéens



Corse



ANNEXE 3 : Feuille de présence des experts aux réunions de décembre 2004 et février 2005

NOM	ORGANISME	SPECIALITE	Réunion du 07.12.04 INVERTEBRES	Réunion du 08.12.04 VEGETATION	Réunion du 07.02.05 INVERTEBRES	Réunion du 08.02.05 VEGETATION
AMOUROUX Jean-Michel	Laboratoire ARAGO – Station Marine de Banyuls-sur-Mer	Benthos invertébrés	X		X	
AR GALL Erwan	LEBHAM – IUEM (UBO Brest)	Végétation				
AUBY Isabelle	IFREMER – Station d’Arcachon	Herbiers de zostères	X	X	X	X
BACHELET Guy	Station Marine d’Arcachon – Université Bordeaux I					
BARILLE Anne-Laure	Bio Littoral – Université de Nantes	Benthos	X	X	X	X
BARNAY Anne-Sophie	IFREMER – Station de Port en Bessin	Benthos Substrats meubles	X	X	X	X
BELLAN Denise	DIMAR – Centre d’Océanologie de Marseille	Benthos Méditer. Gestion intégrée espaces et espèces protégés	X		X	
BELLAN Gérard	DIMAR – Centre d’Océanologie de Marseille	Benthos, Substrats Meubles Méditerranée Typologie	X		X	
BELSHER Thomas	IFREMER – Station de Sète	Macrophytes marins		X		X

NOM	ORGANISME	SPECIALITE	Réunion du 07.12.04 INVERTEBRES	Réunion du 08.12.04 VEGETATION	Réunion du 07.02.05 INVERTEBRES	Réunion du 08.02.05 VEGETATION
BERNARD Guillaume	GIS Posidonie	Phanérogames Côtier - Lagunaire		X		
CADIOU Gwénaël	GIS Posidonie	Phanérogames Côtier-Lagunaire				X
CONNAN Solène	LEBHAM – IUEM (UBO Brest)	Monoalgues Biodiversité		X		
DE MONTAUDOUIN Xavier	Université Bordeaux I – Station Marine Arcachon	Écologie benthique - faune, substrats meubles	X		X	
DERRIEN René	MNHN – Station de Biologie Marine de Concarneau	Substrat dur Subtidal rocheux Faune/Flore			X	X
DERRIEN Sandrine	MNHN – Station de Biologie Marine de Concarneau	Substrat dur Subtidal rocheux Faune/Flore	X	X	X	X
DESROY Nicolas	USTL – Station marine de Wimereux	Substrat meuble zoobenthos	X		X	
DEWARUMEZ Jean- Marie	ELICO – Station marine de Wimereux	Écologie benthique macrofaune, semi à long terme	X		X	
DION Patrick	CEVA	Végétation		X		X
DUTRIEUX Eric	CREOCEAN	Benthos	X			

NOM	ORGANISME	SPECIALITE	Réunion du 07.12.04 INVERTEBRES	Réunion du 08.12.04 VEGETATION	Réunion du 07.02.05 INVERTEBRES	Réunion du 08.02.05 VEGETATION
GENTIL Franck	UPMC Paris 6 – Station Biologique de Roscoff	Zoobenthos	X	X	X	
GEVAERT François	USTL – Station Marine de Wimereux	Macroalgues		X		X
GOBERT Sylvie	ULG – Université de Liège	Phanérogames marines Ecotoxicologie		X		X
GRALL Jacques	LEMAR – IUEM (UBO Brest)	Zoobenthos - Maërl	X	X	X	X
GREMARE Antoine	Laboratoire ARAGO – Station Marine de Banyuls-sur-Mer					
GUILLAUMONT Brigitte	IFREMER Brest DYNECO/VIGIES	Ecologie benthique	X	X	X	X
HAMON Dominique	IFREMER Brest DYNECO/Benthos	Zoobenthos	X	X	X	
HILY Christian	LEMAR – IUEM (UBO Brest)	Herbiers zostères Macrozoobenthos	X	X	X	
PELAPRAT Corinne	STARESO – Corse	Zoobenthos	X		X	
PERGENT Gérard	Université de Corse	Phanérogames marines		X	X	X
PERGENT-MARTINI Christine	Université de Corse	Phanérogames marines		X		

NOM	ORGANISME	SPECIALITE	Réunion du 07.12.04 INVERTEBRES	Réunion du 08.12.04 VEGETATION	Réunion du 07.02.05 INVERTEBRES	Réunion du 08.02.05 VEGETATION
PEREZ Thierry	DIMAR – Centre d'Océanologie de Marseille	Benthos Substrats durs	X		X	
SAURIAU Pierre Guy	CREMA – L'Houmeau				X	
STIGER-POUVREAU Valérie	LEMAR – IUEM (UBO Brest)	Espèces introduites Macrophytes marins		X		
STORA Georges	LMGEM – Centre d'Océanologie de Marseille					
SYLVAND Bernard	M2C – Université de Caen		X		X	
THIEBAUT Eric	UPMC UMR BOME 5178	Ecologie benthique macrofaune	X		X	
THORIN Sébastien	CREOCEAN	Ecologie marine	X		X	
VERLAQUE Marc	DIMAR – Centre d'Océanologie de Marseille	Macrophytes marins méditerranéens		X		X

ANNEXE 4

COMPTE-RENDU DES REUNIONS DES EXPERTS BENTHOLOGUES AU NIVEAU NATIONAL EN VUE DE LA DEFINITION DE LA SURVEILLANCE ECOLOGIQUE DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE EAU POUR LES EAUX COTIERES

7 DECEMBRE 2004 (1ERE REUNION DU SOUS-GROUPE BENTHOS INVERTEBRES)
8 DECEMBRE 2004 (1ERE REUNION DU SOUS-GROUPE BENTHOS VEGETATION)

1. RAPPEL DU CONTEXTE

Afin d'assurer une cohérence au niveau national, le MEDD/Direction de l'Eau a accepté, sur proposition de l'IFREMER, que soit constitué un groupe d'experts chargés de soutenir les réflexions dans le domaine de la définition de la surveillance écologique du benthos dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les Eaux côtières.

- Deux sous-groupes distincts ont été constitués :
 - Benthos « Végétation » (macroalgues, phanérogames marines, schorres)
 - Benthos « Invertébrés »Les aspects hydromorphologiques sont abordés dans chacun de ces sous-groupes uniquement lorsqu'ils sont susceptibles d'interférer avec les thématiques concernées.
- L'objectif du travail vise à concentrer les réflexions sur les approches communes à l'ensemble des bassins, en ciblant en priorité les principes généraux de définition du contrôle de surveillance. La démarche comprend également la définition éventuelle de sites de référence. Le cas échéant, des recommandations complémentaires peuvent concerner le contrôle opérationnel.
- Le groupe doit avoir une démarche pragmatique, tenant compte de l'équilibre entre la recherche d'une certaine représentativité spatiale, la fiabilité des mesures et indicateurs, les contraintes opérationnelles et le rapport coût/avantage.
- Pour début mars 2005, ces sous-groupes doivent définir :
 - Les principes généraux de mise en place des contrôles qui seront ensuite appliqués dans chaque bassin et pour chaque Masse d'Eau retenue :
 - Thématique(s) suivie(s) pour la végétation et les invertébrés (prise en considération de différents cas : intertidal/subtidal rocheux ; intertidal/subtidal meuble ; Méditerranée/Atlantique).
 - Types de mesures et protocoles à privilégier : dénombrements spécifiques, % par groupes écologiques, extension surfacique ou en profondeur,... ; le cas échéant, identification de compléments méthodologiques pour les acquisitions.
 - Stratégie de répartition des observations dans l'espace et dans le temps.
 - Les principes généraux de production d'indicateurs en identifiant les compléments méthodologiques nécessaires qui devront faire l'objet d'études complémentaires : définition des seuils, agrégation d'indices,...

Pour chacun des sous-groupes, deux réunions ont été planifiées :

- Première réunion en 2004 : le 7/12 pour « Invertébrés » et le 8/12 pour « Végétation »,
- Deuxième réunion en 2005 : le 7/02 pour « Invertébrés » (à la place du 9/02 initialement prévu) et le 8/02 pour « Végétation ».

La phase suivante s'effectuera :

- d'une part, par bassin pour la transposition concrète de ces recommandations (localisation des points de suivi, types de mesures, fréquences),...
- d'autre part, par le biais de la réalisation d'études complémentaires pour la mise au point des indicateurs agrégés (AO envisagé).
- La nécessité de maintenir le groupe d'expertise national peut être envisagée si nécessaire (forme à définir).

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

48 experts appartenant à 27 équipes différentes (Universités, CNRS, MNHN, IFREMER, bureaux d'études), compétents dans l'un ou l'autre domaine ont été contactés, 23 laboratoires ont délégué un ou plusieurs experts lors des premières réunions de décembre 2004. 21 experts étaient présents pour le sous-groupe « Invertébrés » et 19 pour le sous-groupe « Végétation », quelques-uns participant aux deux sous-groupes. Les frais liés à l'expertise (transport, hébergement, et dans certains cas, frais de mise à disposition d'expert) ont été pris en charge par IFREMER, au titre des actions de la Convention Générale IFREMER/MEDD. La coordination générale du groupe a été assurée par B. Guillaumont avec l'aide, pour la préparation et l'animation, de J. Grall pour le sous-groupe « Invertébrés » et de P. Dion pour le sous-groupe « Végétation ».

Un site FTP ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/ a été créé à cette occasion, de manière à offrir aux experts concernés une base de documentation rassemblant d'une part, des documents généraux relatifs à l'application de la DCE et indispensables à la réflexion et, d'autre part, des documents thématiques propres à chaque sous-groupe provenant notamment de la collecte des informations résultant d'expériences étrangères réceptionnées via diverses sources (notamment le groupe littoral DCE, les réunions d'experts pour l'intercalibration DCE (NEA GIG), la recherche effectuée par les animateurs). Les travaux présentés en séance ont également été déposés sur ce site. Un descriptif du contenu des fichiers a été élaboré ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/contenu_repertoire_envoi3.doc.

Les documents mis à disposition avant les réunions de décembre correspondent aux fichiers intitulés envoi 1 et 2. Les fichiers présentés en séance correspondent à l'envoi 3. La liste des experts présents les 7 et 8/12/2004 et leurs coordonnées figurent dans l'annexe 4. Pour ceux ayant des difficultés à télécharger les documents, des envois ont été effectués sur support CD.

3. SOUS-GROUPE BENTHOS INVERTEBRES, REUNION DU 7 DECEMBRE 2004

La réunion s'est tenue de 9H00 à 17H00 à l'IFORE, 4-6 rue du Général Camou, Paris 7

Experts participants : Amouroux Jean-Michel, Auby Isabelle, Barillé Anne-Laure, Barnay Anne-Sophie, Bellan Denise, Bellan Gérard, De Montaudouin Xavier, Derrien-Courtel Sandrine, Desroy Nicolas, Dewarumez Jean-Marie, Dutrieux Eric, Gentil Franck, Grall Jacques, Guillaumont Brigitte, Hamon Dominique, Hily Christian, Pelaprat Corinne, Perez Thierry, Sylvand Bernard, Thiebaut Eric, Thorin Sébastien.

Représentant du MEDD/DE : Jacques Robert

L'accueil a été fait par B. Guillaumont et J. Robert et le contexte de création du groupe benthos et ses attendus ont été rappelés. Un tour de table des participants a été effectué.

REMARQUES DIVERSES

Divers participants ont fait remarquer que l'effectif des benthologues était pratiquement au complet, qu'il y avait manifestement un déficit de jeunes, les rares éléments présents étant très généralement sous statut précaire. Il a été regretté que dans la DCE, comme dans les sous-groupes constitués, la faune et la flore soient traités séparément, compte tenu des interactions entre les deux.

Les participants ont fait part de l'importance des sollicitations diverses qu'ils reçoivent pour des interventions concernant la qualité de l'environnement. Or, la majeure partie des experts appartient à des organismes de recherche et, bien que conscients de la réalité du besoin et de la nécessité d'apporter leur contribution dans ce domaine, ils souhaitent qu'il y ait, comme dans d'autres pays, une meilleure coordination sur ce plan entre le Ministère chargé de la Recherche et celui chargé de l'Environnement.

A plusieurs reprises dans le débat sont revenues des inquiétudes quant à la qualité des données qui doivent être recueillies, compte tenu notamment du déficit de taxonomistes (dès à présent sur certaines façades, le dépouillement d'échantillons est réalisé à l'étranger).

RAPPEL DE LA DIRECTIVE CADRE EAU (B. GUILLAUMONT)

Le rappel de la Directive Cadre Eau a été fait sur la base de la présentation faite par N. Jeanjean « DCE Volet Eaux côtières et de transition » lors des Journées Liteau le 18/11/04, (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/MEDD_DCE-liteau18nov04.pdf).

Il a été complété (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/benthos_dce_7-8_12_04.ppt) par :

- un rappel des éléments de qualité biologique relatifs au benthos retenus pour le contrôle de surveillance et le contrôle opérationnel (texte de la directive et guidance on monitoring), notion d'état de référence et de classification,
- les principales échéances DCE et l'organisation générale au niveau national et international,
- les apports généraux du REBENT,
- le rappel des documents disponibles et de l'ordre du jour prévisionnel de la journée (ordres du jour prévisionnels des réunions des experts Benthos 7 et 8/12/04, ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Odj_GTbenthos1.doc).

PRESENTATION DES APPROCHES EUROPEENNES DU CLASSEMENT DES COMMUNAUTES BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES DANS LE CADRE DCE (J. GRALL)

Les éléments présentés (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Grall_DCE_12_20041.ppt) sont issus de l'expérience de l'IUEM dans le domaine des indicateurs biologiques et des suivis opérationnels REBENT Bretagne, d'une recherche bibliographique sur le sujet et des éléments recueillis lors de la réunion du groupe d'intercalibration Nord Est Atlantique (NEA GIG, Kristienesberg, Septembre 2004) auquel 11 pays ont participé et qui a concerné les sédiments fins subtidaux. Il complète le compte-rendu de mission de J. Grall à Kristienesberg (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/NEAGIG_Benthic_invertebrates.doc).

Le document PowerPoint :

- rappelle le modèle général d'évolution des nombres d'espèces, abondances et biomasses en fonction du gradient de perturbation (matière organique) issu des travaux de Pearson et Rosenberg (1978).
- fait le point des méthodologies employées dans les différents pays (engin de prélèvement, taille du tamis, répliqués, période d'échantillonnage, présence d'un contrôle qualité indépendant, référentiel taxonomique).
- montre des exemples de bases de données constituées dans d'autres pays et ayant servi à l'évaluation des indicateurs (ce type de base de données reste à constituer en France).
- fait la liste des « métriques » disponibles : indices univariés, indices « multimétriques », approches multivariées & modélisation) utilisés par les différents pays.
- détaille les fondements et l'apport d'indices ou de combinaisons de métriques :
 - AMBI (Borja *et al*, 2000) : cet indice, largement utilisé, est issu du modèle de distribution des groupes d'espèces polluo-sensibles (Hily, 1984). Dans AMBI, 5 groupes d'espèces sont identifiés. Le classement des espèces se fait sur la base de connaissances des experts, les regroupements sont à peu près stabilisés, y compris pour la Méditerranée, mais leur classement demeure subjectif. L'indice AMBI, normalisé, est construit à partir de proportions pondérées des différents groupes. Des tentatives de définition de seuils pour la DCE ont été avancées. Au Pays Basque, il est proposé d'utiliser une combinaison associant AMBI, l'abondance, le nombre d'espèces et un indice de diversité (Shannon).
 - BQI (Rosenberg *et al*, 2004) : cet indice, plus récent, utilise un classement considéré comme « objectif » pour définir un taux de sensibilité pour chaque espèce. Pour chaque espèce, on calcule la fréquence de distribution d'abondance en fonction de la valeur d'un indice de diversité dérivé de celui de Sanders (ES 50 : nombre espéré d'espèces pour 50 individus). Le principe général est qu'une espèce est considérée comme d'autant plus sensible qu'elle correspond à des valeurs fortes d'ES50 (la valeur retenue correspond au seuil de 5% de la répartition d'abondance sur la totalité des échantillons). Ce type de démarche impose de disposer d'une base de données comportant plus de 1000 échantillons pour classer les espèces. L'indice BQI est une combinaison de métriques qui, outre la somme des valeurs ES50, utilise également l'abondance et le nombre d'espèces par échantillon. Des tentatives de définition de seuils pour la DCE sont avancées pour les eaux suédoises.
 - Combinaison de métriques proposée par la Grande Bretagne (Miles *et al*, 2004) : la formule proposée incorpore AMBI, l'abondance, le nombre d'espèces par échantillon et un indice de diversité (indice d'équitabilité de Simpsons qui permet de signaler lorsque quelques espèces dominent nettement le peuplement).

- Combinaison de métriques proposée par la Norvège (Olsgard *et al.*, 2004) : il utilise ISI, un système de classification d'espèces basé sur un taux de sensibilité à la perturbation, normalisé par rapport à la granulométrie et la profondeur, ainsi que le nombre d'espèces estimé sur une superficie donnée, le nombre d'espèces estimé d'une abondance donnée et l'indice de diversité de Shannon. Chaque métrique est pondérée par un coefficient différent dans un indice multimétrique. Les coefficients sont obtenus par analyse multivariée incluant la totalité des données normalisées. Des tentatives de définition de seuils pour la DCE sont avancées, cet indice reste à valider sur la totalité des écorégions norvégiennes.
- Des différences encore mal maîtrisées apparaissent pour les classements d'espèces en groupes de polluo-sensibilité entre les méthodes dites « subjectives » ou « objectives ». Des comparaisons ont été faites durant les réunions du NEA GIG à Kristienesberg, en septembre 2004. 16% des prélèvements sont classés différemment. Le travail d'intercalibration doit se poursuivre au sein des groupes. Chaque pays reste libre d'utiliser la combinaison de métrique qui lui paraît la mieux adaptée aux types de fond ou de pression concernée. A noter toutefois que les indices mis en avant sont particulièrement adaptés à la détection d'un enrichissement en matière organique (et pas par ex. à la sensibilité aux engins de pêche). Un groupe d'intercalibration doit se réunir début 2005 pour la Méditerranée.
- La stratégie de surveillance stationnelle adoptée dans le cadre du REBENT-Bretagne est présentée (cf. Fiches Techniques mises en lignes sur le site REBENT) : choix des biocénoses utilisées comme indicateur de l'évolution du benthos, stratégie d'échantillonnage, paramètres mesurés en support, périodicité, référentiel taxonomique utilisé, développement d'une base de données benthos, traitements des données.

APPORT DES ETUDES SEQ LITTORAL, LITEAU ET BIOMARE (T. PEREZ)

Les éléments présentés en séance figurent dans le document :

(ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Perez_MEDD2004.ppt) :

- Rappel des principaux facteurs de stress pour la faune benthique (paramètres physico-chimiques, disponibilité de l'habitat et des ressources alimentaires, la compétition, contamination), difficulté de définir le très « bon état écologique dans le contexte climatique. Rappel des caractéristiques essentielles d'un indicateur biologique.
- Rappel des propositions du SEQ pour les indicateurs biologiques (en dehors des biomarqueurs et des mesures de contaminants dans la matière vivante), sélection d'indicateurs :
 - Macrofaune de substrats meubles : suivi d'espèces de polychètes considérées comme indicatrices de pollution pour le champ proche et suivi global de la macrofaune benthique (indice trophique) pour le champ moyen.
 - Macrofaune de substrats durs : suivi d'espèces d'éponges indicatrices (cliones) (champ moyen), associé pour la Méditerranée à un suivi des gorgonaires (indices de nécrose, structure des peuplements).
 - Macrophytes : suivi des posidonies et structure des peuplements de macroalgues pour la Méditerranée.

- Propositions de bioévaluation des communautés de substrats rocheux (Méditerranée) :
 - Macro-échinodermes : richesse spécifique et abondances (pression identifiées : pollution urbaine et industrielle, sensibilité à la matière organique, réchauffement climatique. Les protocoles existent, des applications locales.
 - Spongiaires (cliones) : abondances, morphologie (pression identifiée : eutrophisation, matière organique et nutriments, pollution urbaine et aquaculture),
 - Gorgonaires : structure démographique, densité de population et taux de nécrose ; approche réalisée de manière étendue (RSG). Le constat a été fait d'une forte sensibilité aux anomalies thermiques positives (impact de l'été 1999 qui a affecté 92% des populations), d'où la difficulté de retenir cet indicateur écologique pour la DCE.
 - Bryozoaires : distribution des grandes espèces dressées (7 espèces reconnaissables en plongée), ces organismes sont également sensibles au réchauffement. Une autre possibilité concerne le suivi de recrutements sur substrats artificiels (colonisation au bout d'un an).
 - Présentation de BIOMARE : proposition de mise en place de sites de références au niveau européen pour la biodiversité, pour déterminer des tendances à long terme dans le contexte du changement global et évaluer les effets d'origine anthropique.

SUBSTRATS MEUBLES : DEBATS ET PREMIER RELEVES DE DECISION

Participants : Amouroux Jean-Michel, Auby Isabelle, Barnay Anne-Sophie, Bellan Gerard, De Montaudouin Xavier, Desroy Nicolas, Dewarumez Jean-Marie, Dutrieux Eric, Gentil Franck, Hamon Dominique, Hily Christian, Pelaprat Corinne, Sylvand Bernard, Thiebaut Eric.

Animation : Grall Jacques et Guillaumont Brigitte

- En l'état actuel des connaissances, il s'est dégagé un consensus pour reconnaître la nécessité de disposer de prélèvements quantitatifs et de limiter les suivis, au moins dans un premier temps, aux sédiments relativement fins (vases, sables vaseux, sables fins à moyens), les sédiments dits hétérogènes ne peuvent être suivis que sous condition d'un fonctionnement correct des engins de prélèvement (se référer à la norme 16665 pour les volumes à respecter). Ce choix sous entend que l'on ne recherchera pas une représentativité vraie de tous les types de fonds et que les sédiments fins permettront de répondre de manière satisfaisante. Bien que ces types de fonds soient relativement répandus, il n'est pas exclu que des Masses d'Eau ne puissent pas faire l'objet d'un suivi suffisant pour cet élément de qualité biologique. Ces cas seront examinés au cas par cas en fonction de la possibilité de recueil d'autres éléments de qualité biologique relatifs aux invertébrés.
- Suite à la recommandation du NEA GIG (cf. compte-rendu de mission de J. Grall), le suivi doit être réalisé de préférence en zone subtidale, la zone intertidale s'avérant plus instable (Mike Elliott). Le suivi de la zone intertidale doit toutefois être également envisagé lorsque les superficies considérées sont importantes (ou en cas de difficulté particulière d'accès à la zone subtidale proche, ex. côte landaise soumise à la houle,...).
- Choix de l'engin : 3 bennes figurent dans les recommandations du NEA GIG et permettent une intercalibration (bennes Day, Van Veen, Smith-Mac Intyre) les deux dernières sont utilisées couramment dans les laboratoires français, elles prélèvent toutes sur 1/10 m².
 - La Van Veen existe en deux versions (lourde 80kg ou allégée), elle a le mérite d'être plus facile à mettre en œuvre. Elle peut être employée sur des embarcations plus

petites et est surtout moins dangereuse que la Smith-Mac Intyre. Elle est utilisée en Mer du Nord (dans le cadre du North Sea survey), en Artois-Picardie (depuis 20 ans) et en Méditerranée, sauf dans les zones profondes et les sédiments compacts. La benne allégée est à réserver aux estuaires.

- La Smith-Mac Intyre est très utilisée en Atlantique car elle fonctionne mieux en présence de courants, c'est celle qui est retenue pour les suivis à long terme en baie de Morlaix et celle retenue dans le cadre du suivi REBENT en Bretagne. L'effet de souffle est légèrement supérieur à celui d'une Van Veen, induisant un léger biais pour les petites espèces de surface mais la différence est considérée comme acceptable dans les intercalibrations. Par contre, il est préférable de faire les suivis à long terme sur un point en conservant le même engin.
 - La benne Hamon (400 kg) qui existe en deux versions (1/4 et 1/8 m²) a le mérite, du fait de son poids, de pénétrer une large gamme de sédiments. De ce fait elle est très utilisée pour les relevés cartographiques (ex. dans le cadre de REBENT-Bretagne), elle a été largement utilisée également le long des côtes de Normandie. L'effet de souffle est toutefois nettement plus important et les comparaisons avec les autres engins ne sont donc pas possibles. Compte tenu de l'intérêt que peuvent apporter les comparaisons d'évolutions entre zones, la benne Hamon est a priori exclue pour le suivi DCE des sédiments fins.
 - En intertidal : utilisation de carottiers à main (profondeur >30 cm, surface échantillonnée 0,1 m²).
- Nombre de répliqués : pour les bennes, de manière générale, 5 répliqués sur chaque point apparaissent nécessaires. Pour l'intertidal : nombre à préciser.
 - Répartition des points au sein d'une Masse d'Eau : de manière générale, si différents types de sédiments (échantillonnables) ou de pressions sont identifiés de manière conséquente dans une même Masse d'Eau, il est souhaitable de prélever dans chacun de ces types (ex. sables fins et détritique côtier en Méditerranée). Le nombre de point est fonction de l'hétérogénéité mais également de la dynamique des fonds. Si en Méditerranée il n'est pas fait état de mouvements conséquents des sédiments sur le fond, certaines zones, notamment en Manche, présentent une dynamique d'évolution très forte, la stratégie devra dans ce cas être adaptée en conséquence.
 - En intertidal les sédiments sableux doivent être échantillonnés dans le bas du médiolittoral. Pour la vase, il faut prévoir un échantillonnage également dans les hauts niveaux.
 - Habitats remarquables (herbiers de zostères, maërl) : à prendre en considération dans le cas du contrôle de surveillance uniquement dans le cas de surfaces conséquentes. A examiner dans le cas de contrôles opérationnels en fonction du type de pression ou pour les contrôles additionnels (cas des zones protégées).
 - Maille de tamis : 1mm (procédure de traitement des échantillons suivant norme ISO 16665).
 - Détermination impérativement à l'espèce (sauf cas particulier de certains groupes : à définir).
 - Paramètres en support : granulométrie, matière organique.

- Période :
 - Atlantique : au moins un minimum hivernal, il est souhaitable de pouvoir compléter par un suivi en fin d'été (arrivée des recrutements et des espèces opportunistes), ce qui permet de détecter plus rapidement des évolutions.
 - Méditerranée : une saison entre avril et juin.
- Périodicité : au moins tous les 3 ans.
- Biomasse : pas impérative.
- Disponibilité de données pour tester les indices :
 - Wimereux (Gravelines) : 200 relevés dont 100 sont individualisés par prélèvements, 10 réplicats sur chaque point)
 - Wimereux (Calais) : 35 points échantillonnés 8 fois (5 réplicats)
 - Gemel (Baie des Veys) : 31 ans de suivis en zone intertidale
 - Roscoff (Baie de morlaix) : 2 points suivis
 - IUEM (Bretagne Sud) : données existantes (>1000 échantillons), 2 stations suivies sur 13 ans (6 bennes 2 fois/an), base de données à mettre en forme
 - L' Houmeau (Marennes-Oléron) : 180 points en intertidal et subtidal (2 réplicats)
 - Université de Bordeaux (Arcachon)
 - Banyuls (Golfe du Lion) : base de données en cours de constitution dans le cadre de SYSCOLAG
 - Créocéan (PACA) : quelques points plutôt impactés
 - COM (PACA) : à identifier (G. de Fos, Calanques)

SUBSTRATS DURS

Participants : Barillé Anne-Laure, Bellan Denise, Derrien-Courtel Sandrine, Thorin Sébastien
Animateur/rapporteur : Perez Thierry

- **Des contraintes fixées par le travail en plongée sous-marine**
- **Des biocénoses incontournables**

Correspondance adoptée entre :

- Intertidal Atlantique et Médiolittoral méditerranéen
- Subtidal Atlantique et Infra et Circalittoral méditerranéens.

Ne pas chercher à couvrir tous les habitats / Biocénoses. Liste de biocénoses, pour lesquelles une surveillance écologique doit être mise en place :

- Manche/Atlantique

Intertidal : récifs d'Hermelles, mares intertidales, platiers rocheux et champs de blocs à ceintures algales.

Subtidal : Tout le rocheux, avec une attention particulière pour les forêts de laminaires, mais aussi les ceintures à autres algues dressées et les peuplements dominés par des invertébrés fixés.

- Méditerranée

Médiolittoral : les encorbellements à *Lithophylum lichenoides*

Infralittoral : les roches à algues photophiles

Circalittoral : le coralligène et éventuellement les grottes semi-obscurales qui dans certains cas sont à faible profondeur et soumises à de fortes perturbations.

Dans tous les cas, on ne se limite pas à 30m, mais les surveillances sont à mettre en place dans la limite de distribution bathymétrique des biocénoses prioritaires, y compris au-delà de 40m si nécessaire, mais en respectant la réglementation du travail subaquatique.

- **Méthodes d'échantillonnage**

- Méthodes destructives

Uniquement si nécessaire. Par exemple, sur des sites où l'état de référence n'est pas connu et où un inventaire aussi exhaustif que possible est nécessaire. Autre exemple, l'étude de la faune associée aux récifs d'Hermelles nécessite également des prélèvements, généralement 20 x 20 x 40 cm.

- Méthodes non destructives

Transects : pour zonation des biocénoses et faciès.

Quadrats aléatoires : disposés dans des secteurs aménagés de marques permanentes de manière à échantillonner tout le temps la même zone. La taille des quadrats doit être fixée en fonction des conditions locales et de la biocénoses étudiées (*ex. quadrat de 50 x 50 cm pour le coralligène et 20 x 20 cm pour les grottes semi-obscurales*). Pas de nombre minimum fixé avant détermination de l'aire minimale.

Transects ou quadrats fixes : Utiles pour étudier la variabilité saisonnière. Mais, dans le cadre de la DCE, il a été décidé de ne pas prendre en compte ces variations et de travailler à une saison donnée. Printemps ou été, cette dernière période étant celle où la qualité globale du milieu est supposée être la moins bonne. Ce type de recensement est également utile pour étudier la dynamique de populations cibles (*ex. Réseau Posidonie ou mesures gorgones en Méditerranée*).

Photos : des relevés photographiques peuvent être très utiles notamment lorsque les temps de plongée sont limités. Ils permettent de faire de la quantification (voire même de la mesure) d'organismes facilement reconnaissables (*prise de vue à faible distance du substrat au grand angle*). Le plus souvent, ce type de relevés est fait le long d'un transect permanent ou sur des placettes permanentes. La photo en stéréo n'est pas indispensable. Les relevés en plongée doivent être privilégiés.

- **Stratégie dans l'espace et dans le temps**

Etats de référence :

Tous les sites retenus pour la mise en place de la surveillance écologique doivent bénéficier d'états de référence, au moins pour les « biocénoses dites incontournables ». S'ils n'existent pas, ces états de référence devront être réalisés avant le démarrage de la surveillance écologique.

- **Sites de références**

A sélectionner pour chacune des biocénoses incontournables.

- **Sites à surveiller**

En fonction de perturbations identifiées.

- **Périodicité**

Modulable en fonction de l'état des sites sélectionnés. Surveillance à haute fréquence (annuel) pour les sites les plus perturbés (« zones à risque de non atteinte du bon état écologique »). Tous les 3 ans pour les sites en bon état, tous les 6 ans pour les sites de référence en « très bon état ».

Pour la sélection des sites, il est nécessaire de disposer de précisions sur le découpage en zones homogènes du littoral français. A priori, on peut avoir un site de référence pour un ensemble de zones homogènes.

• **Points à traiter en février 2005**

- Quels sites de référence pour les biocénoses dites incontournables ? Combien ?
- Combien de sites à surveiller ? Selon vous, quels sont les secteurs du littoral les plus sensibles ? Où se situe le Risque de Non Atteinte du Bon Etat écologique ?
- Des paramètres à mesurer... Quels indicateurs, quels indices mathématiques ? Quels critères de classement des réponses biologiques observées ? Quels paramètres physico-chimiques à coupler avec notre surveillance écologique (ex. pertinence de pièges à particules au sein des communautés de substrats durs pour une quantification des pressions subies).
- Des liens avec la végétation.
- Comment mettre en place une procédure d'assurance / contrôle de la qualité ? Nécessité d'un plan de formation dans le cadre de cette application de la DCE ?
- Inventorier les contraintes liées à la surveillance écologique en substrat dur : réglementation plongée, matériel nécessaire, proximité de facilité de terrain, états de référence, etc.
- Comment considérer les espèces introduites ? Invasives ? Peuvent-elles constituer des indicateurs de la qualité du milieu ? Peut-on, malgré leur présence, déterminer « un bon état écologique » ?
- Prise en compte des différents éléments de qualité biologique pour une Masse d'Eau donnée ? Comment construire une grille d'indicateurs et le(s) référentiel(s) permettant leur interprétation et traduction en code de couleur ?...

Eaux de transition

Aucun volontaire pour assurer l'organisation d'un groupe « Invertébrés » dédié aux substrats meubles mais des participants sont prêt à s'investir si un tel groupe était créé : A. L. Barillé, E. Dutrieux, J.M. Amouroux, B. Sylvand. Le nom de personnalités compétentes mais non présentes a été évoqué : C. Salen-Picard (COM), P.G. Sauriau (L' Houmeau), G. Bachelet (Univ. Bordeaux).

4. SOUS-GROUPE BENTHOS VEGETATION, REUNION DU 8 DECEMBRE 2004

La réunion s'est tenue de 9h à 17h00 au MEDD, 20 avenue de Ségur, Paris 7.

Experts participants : Auby Isabelle , Barillé Anne-Laure, Barnay Anne-Sophie, Belsher Thomas, Bernard Guillaume, Connan Solène, Derrien-Courtel Sandrine, Dion Patrick, Gentil Franck, Gevaert François, Gobert Sylvie, Grall Jacques, Guillaumont Brigitte, Hamon Dominique, Hily Christian, Pergent Gérard, Pergent-Martini Christine, Stiger-Pouvreau Valérie, Verlaque Marc.

Représentant du MEDD/DE : Robert Jacques

L'accueil a été fait par B. Guillaumont et J. Robert et le contexte de création du groupe benthos et ses attendus ont été rappelés. Un tour de table des participants a été effectué.

EXEMPLES D'AVANCEMENT DE LA DEMARCHE DCE A L'ETRANGER, POUR LES EAUX COTIERES UTILISANT MACROALGUES, PHANEROGAMES MARINES ET HALOPHYTES - P. DION

Les principaux éléments rassemblés et présentés en séance figurent dans le document : ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/DCE_etranger.ppt.

- **Grande Bretagne et Irlande** (cf. documents provisoires du WFD Marine Plant Group ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Marine_Plants_Tools-s-2.xls et ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Draft_vegetation_uk.pdf).
- **Paramètres considérés pour les différents éléments de qualité biologique** (cf. document provisoire du WFD Marine Plant Group ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Marine_Plants_Tools-s-2.xls) :

Macroalgues :

- Blooms macroalgues (% de couverture, biomasse, importance des perturbations).
- Richesse spécifique (rapportée à une « unité de sortie », liste fermée ou non) ; mis en œuvre pour l'intertidal uniquement.
- Proportion d'algues rouges, proportion d'algues vertes.
- Proportion de groupes écologiques, proportion de groupes fonctionnels (amélioration du modèle en cours).
- Profondeur des ceintures de laminaires (sur substrat favorable).
- Présence d'épiphytes (algues rouges) sur stipes pour *Laminaria hyperborea*.
- Remontée des fucales en estuaires (eaux de transition).

Herbiers à phanérogames :

- Abondance et densité des populations.
- Extension surfacique.
- Richesse taxonomique de la biocénose (incluant les espèces de phanérogames).
- Présence d'algues opportunistes (incluant les épiphytes).
- «Wasting Disease Index».

Schorres

- Extension surfacique.

- **Un premier essai de grille d'évaluation pour les états très bon, bon et moyen a été élaborée pour les eaux côtières et de transition** (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Draft_vegetation_uk.pdf). Cette grille prend en considération les macroalgues (à la fois en intertidal rocheux, en subtidal rocheux ainsi que sur substrats meubles (blooms), et les phanérogames marines en précisant des seuils de valeurs ou en donnant des indications qualitatives pour les différents paramètres listés. Les éléments transmis ne donnent pas de précision pour la prise en considération des schorres.
 - Un essai d'expression corrigée de la diversité, tenant compte des caractéristiques de l'habitat (« scoring system »), a également été élaboré par l'Environment Agency et proposé pour l'intercalibration lors des réunions du NEA GIG « Végétation ».
 - Un exemple de classement d'une Masse d'Eau côtière et d'une Masse d'Eau de transition, sur la base de différents échantillonnages permettant de couvrir l'ensemble de ces éléments de qualité (dans l'exemple donné pour la Masse d'Eau côtières : 5 points d'échantillonnage sont utilisés. Ils sont associés, pour les herbiers, à des éléments surfaciques) et de grilles de qualité, est illustré pour la zone de Milford Haven. ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/UK_Plants_tools_Dave_Jowett.ppt.
 - Analyse critique : pas d'élément surfacique ni de biomasse pour les macroalgues en place.
- **Grèce** (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/EEI_JAP-2.pdf, d'après **Panayotidis *et al.*, 2004**). Cette étude reprend pour les macrophytes l'approche en groupes écologiques adaptée d'Orfanidis *et al.* 2001 :
 - Groupe 1 réunissant des espèces pérennes : algues calcaires dressées et articulées (*Corallina* spp...), ou encroûtantes, les algues à thalle épais, toutes trois considérées comme correspondant à des fins de succession, et les phanérogames.
 - Groupe 2 réunissant des algues annuelles : filamenteuses, tubulaires ou en lame, considérées comme opportunistes et des algues annuelles de milieu de succession.
 - **Pays-bas** (d'après **D. De Jong**, ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/werkdoc_2004.832_KRW-r-1.pdf). Cette étude prend en compte les schorres, les herbiers de phanérogames, les algues sur substrat durs et les algues sur substrat meubles en identifiant pour chacun les paramètres pertinents et les éléments de référence.
 - **Schorres**, les paramètres retenus concernent la superficie des schorres, par rapport à des données historiques, et la qualité de la végétation prise en considération à travers l'identification de différents niveaux : zone pionnière, bas, moyen et haut schorre correspondant à une sédimentation progressive. Dans une situation normale, il existe plus ou moins un cycle dynamique d'érosion/sédimentation. Un schorre donné peut se situer à une partie ou une autre du cycle mais lorsque l'ensemble des schorres d'une Masse d'Eau sont considérés, l'hypothèse retenue est qu'il doit exister un certain équilibre entre les superficies des différents niveaux. Dans un schorre non perturbé, chaque niveau doit occuper une superficie comprise entre 5 et 35-40% de la superficie totale. A noter que la zone pionnière, qui peut présenter des fortes variations annuelles, est moins fiable.

Enfin, les tendances d'évolution, tant en superficie qu'en qualité, sont à prendre en compte.

Des premiers essais de combinaison de valeur pour construire un indice de classement en 5 niveaux sont proposés.

- **Herbiers** (*Z. marina* et *Z. noltii*) : l'état de référence n'est pas connu mais on peut estimer qu'entre 5 et 10% des eaux côtières et de transition étaient autrefois couverts. A l'heure actuelle, compte tenu de l'artificialisation du Zuiderzee, la première espèce n'y est plus présente, les conditions actuelles ne permettant plus son développement. Seule la seconde fait l'objet d'études. La superficie est retenue comme critère d'évaluation, une zone étant identifiée en tant qu'herbier lorsque la couverture est > 5%. Pour chaque Masse d'Eau, sont estimées des valeurs de superficie correspondant d'une part au maximum de potentiel écologique (P-REF) et d'autre part au potentiel de bon état (P-GES). Les valeurs retenues tiennent compte d'une combinaison d'approches (superficie maximum connue, cartes d'habitats potentiels établies sur la base de facteurs physiques, valeur actuelle), en retenant une valeur minimale. Le classement est fait par référence à ces valeurs : si la superficie = P-REF : très bon, = P-GES : bon, <25% P-GES : moyen...
Compte tenu des variations annuelles fortes (limitations climatiques), il est proposé de faire le calcul de superficie sur une moyenne de 4 années.
Autres éléments de qualité actuellement mesurés : présence d'une ou de 2 espèces, taux de couverture et distribution du taux de couverture (des valeurs moyennes de taux de couverture ont été estimées pour chacune des espèces pour P-REF et P-GES et 5 classes définies en conséquence), tendance évolutive (au minimum sur 4 ans). D'autres éléments, tels que la floraison, le % annuel/pérenne (considéré comme élément de stress) pour *Z. marina*, la présence d'épiphytes ont été envisagés mais ne sont pas actuellement pris en considération. L'indice final tiendra compte de l'ensemble de ces paramètres.
- **Algues sur substrats durs** : les substrats sont dans le cas des Pays-bas essentiellement artificiels ce qui ne permet pas de développer une approche de référence. Un indicateur pourrait être le % de couverture par des algues autres que les entéromorphes.
- **Algues sur substrats meubles** : % de couverture (0.5-1% = P-GES correspond à « bon », >4% correspond à mauvais).

Les différents éléments de qualité biologique relatifs à la végétation doivent ensuite être combinés en tenant compte de l'importance respective des différents éléments (les macroalgues sont à minorer sur cette zone).

- **Danemark** (d'après Jens Brogger Jensen Danish Environmental Protection Agency ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Denmark_linking_ecosystem_status_with_pressures.ppt).

L'étude s'est efforcée de faire le lien entre les facteurs de perturbation et des métriques simples à suivre telles que la limite inférieure des phanérogames.

- **Herbiers** de *Zostera marina* : distribution en profondeur par rapport à des conditions de référence. Ces conditions de référence peuvent résulter de sites de référence, de données historiques (des données autour des années 1900 sont disponibles) ou de

modélisation. Ces conditions de références sont disponibles pour la plupart des fjords et baies abritées. La limite entre bon et moyen correspond à un changement égal à 25% (pour une valeur de référence de 6m, le seuil se situera à 4.5m). Des relations ont été établies entre la limite d'extension en profondeur des herbiers et la concentration en nitrates. Ces relations sont utilisées pour calculer ensuite les concentrations maximales en nitrates (et à partir de là les apports) pour conserver un bon état. Ces valeurs sont établies par Masse d'Eau.

- La biomasse des **ulves** se comporte de manière inverse. Entre la situation retenue comme référence, et celle correspondant à 25% de déviation des herbiers (état « bon »), l'augmentation de biomasse de ulves est de 66%.
- Les recommandations sur les éléments à mesurer en support sont des éléments hydromorphologiques, la transparence, les sels nutritifs, des polluants spécifiques.

**UN OUTIL D'EVALUATION DE LA QUALITE ECOLOGIQUE DU MILIEU LITTORAL POUR LA DCE :
L'HERBIER A *POSIDONIA OCEANICA*, ÉTAT D'AVANCEMENT DE LA REFLEXION DU « GROUPE D'ATHENES » (C. PERGENT-MARTINI).**

Les éléments détaillés et illustrés présentés en séance figurent dans le document :
ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Pergent_DCE.ppt

Suite à différentes rencontres (Xème Conference Mediterranean Coastal Environment MEDCOAST, Ravenna, Octobre 2003 et IIème Symposium Végétation marine en Méditerranée CAR-ASP/PAM/UNEP, Athènes, Décembre 2003), il est apparu que l'herbier à *P. oceanica*, espèce largement répartie, persistante et bioaccumulatrice, constituait un élément biologique reconnu dans la DCE pour l'identification de l'état écologique. La contamination du littoral, les aménagements, la pêche aux arts traïnants, les ancrages, l'eutrophisation et l'aquaculture sont les principales pressions identifiées. En vue de déterminer des descripteurs pertinents et de tenter de mettre en place une approche standardisée de ces descripteurs et des grilles de lecture, un questionnaire sur les principaux descripteurs utilisés en Méditerranée pour le suivi de l'herbier à *Posidonia oceanica* a été distribué (80 questions, 65% de retour). Ce « Groupe d'Athènes », coordonné par C. Pergent-Martini est composé d'une vingtaine de spécialistes (T. Alcoverro Pedrola, C.F. Boudouresque, C. Buia, S. Calvo, G. Casazza, F. Cinelli, Z. El Asmi-Djellouli, S. Gobert, P. Panayotidis, G. Pergent, C. Pergent-Martini, L. Piazzini, A. Rasmus Espla, J. Romero, J.L. Sanchez-Lizaso, R. Semroud). Une réunion technique de ce groupe s'est tenue à Marseille en juin 2004. Des travaux de ce groupe, il en résulte **que les descripteurs les plus couramment utilisés sont :**

- la limite inférieure (88%), (+/- le type de limite),
- la densité (88%) (fonction de la profondeur),
- la limite supérieure (80%), (liée à des conditions locales)
- la couverture épiphytique (76%), (liée à la teneur en azote du milieu, évalué par la biomasse notamment au printemps),
- la biométrie foliaire (72%),
- la structure de la matte (72%), (figures érosives...),
- les populations associées à l'herbier (60%),
- les mesures de datation (60%), (lépidochronologie...),
- le recouvrement (50%),
- la composition chimique et biochimique (28%),
- la contamination (24%).

Un point d'avancement sur les travaux réalisés en France et dans les 2 pays frontaliers a été fait :

- en Italie, une investigation nationale a été réalisée de 1997 à 2000 pour identifier les zones critiques et les suivis (essentiellement mesures phénologiques) mis en places en 2001-2003 sur des sites critiques et zones de référence. Peu d'exploitation des résultats à ce jour. A noter qu'en Italie, il y a la volonté d'inclure les cymodocées et les zostères dans le suivi DCE.
- En Espagne, les années 2002-2003 ont été consacrées à la sélection des descripteurs et aux mises au point méthodologiques (actions importantes en Catalogne avec un panel important de descripteurs phénologiques, morphologiques, chimiques et biochimiques). Le réseau de surveillance a été mis en place en 2003-2004 avec comparaison avec les autres éléments de qualité biologique pour la DCE et le statut chimique. Les années 2005-2007 devraient permettre de mieux préciser les valeurs de référence et l'intercalibration dans le contexte DCE.
- En France, 24 sites sont suivis sur la façade PACA depuis 1984 et 33 depuis 1994. En Corse, 10 sites de suivi ont été mis en place en 2003-2004 (Nord-Est), 10 autres sont prévus sur la période 2004-2005 (Sud), la partie Nord-Ouest est prévue sur la période 2005-2006.
Des grilles de valeur permettant de classer en 5 classes, en fonction de la limite en profondeur atteinte par l'herbier, sont présentées ainsi qu'un premier essai comparatif de classement de 5 herbiers corses pour 7 paramètres suivis au niveau de la limite inférieure. A noter que la limite en profondeur atteinte autour de la Corse se situe aux alentours de 35 voir 40m.

Il est proposé de suivre toute une série d'observations (profondeur atteinte, type de limite, taux de recouvrement, type de progression, présence de déchaussement... au niveau de la limite inférieure + peut-être certaines observations (ex. densité) à une profondeur intermédiaire.

SUIVI DE LA VEGETATION : LA SPECIFICITE MEDITERRANEENNE, LES METHODES EN COURS, LE CHOIX D'INDICATEURS BIOLOGIQUES - M. VERLAQUE

Les éléments détaillés et illustrés présentés en séance figurent dans le document : ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/verlaque_Presentation1.ppt

Les spécificités méditerranéennes ont été rappelées : très grande biodiversité et écodiversité, forts gradients, difficultés d'acquisition des données, raréfaction des zones pristes, difficultés de la systématique, importance du changement climatique et des invasions biologiques.

- Les méthodes en cours ont ensuite été présentées et une analyse critique effectuée :
 - **La méthode grecque** (Orfanidis *et al*, ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/EEI.pdf) repose sur le calcul d'un indice écologique d'évaluation (EEI), indice proportionnel au rapport de l'abondance des espèces climaciques (fin de succession végétale) sur l'abondance des espèces opportunistes (stades pionniers). L'analyse critique effectuée relève que :

- Le principe de base repose sur un concept faux (distinction d'espèces coriaces et longévives = espèces pristines de fin de succession, et d'espèces filamenteuses et annuelles = espèces de milieux dégradés).
- Cet indice présente un défaut majeur : l'indice ne prend pas en compte le nombre d'espèces présentes (on peut avoir le même indice avec des richesses spécifiques très différentes. Une seule espèce dominante peut assurer la dominance d'un des deux groupes d'espèces).
- Le choix des peuplements infralittoraux n'est pas bon (trop de variables physico-chimiques et biotiques sont en jeu, d'où une trop grande variabilité dans les peuplements).
- L'établissement de seulement deux listes d'espèces (milieu pristine / milieu dégradé) est insuffisant.
- Les listes comportent des erreurs d'interprétation.
- La sensibilité de l'indice est faible et ne peut mettre en évidence que les situations extrêmes (milieux pristines et milieux très dégradés).
- Les variations annuelles de l'indice reflètent les variations saisonnières de la végétation et non celles de l'état écologique de la zone.
- L'indice peut donner des évaluations erronées (par exemple, pour les situations d'overfishing ou d'invasions biologiques).
- Le calcul de moyennes sur un secteur peut masquer la présence d'un point noir à indice faible.
- La méthode nécessite la délimitation de polygones ou de transects permanents homogènes (difficile sans moyens lourds).
- La mise en œuvre nécessite des taxonomistes.
- La méthode est destructive (prélèvements).

- **La méthode catalane et française** prend en considération la cartographie d'espèces indicatrices, ou de peuplements, et le suivi des variations de l'amplitude horizontale et de l'expansion bathymétrique.

Exemples :

- *Caulerpa* spp. (cf. Observatoire des *Caulerpa* envahissantes), *Cystoseira* spp. (Médiolittoral, Infralittoral supérieur),
- Herbier de posidonie (cf. Réseau de Surveillance des Posidonies),
- Coralligène, détritique côtier, fonds de rhodolithes (maërl, pralines).

L'analyse critique fait apparaître :

- Que ce n'est réalisable que sur un sous-échantillon de secteurs.
- Que cela nécessite des moyens d'investigation plus ou moins lourds (photos satellites ou aériennes, Rov, vidéo et sonars).

- **Choix d'indicateurs biologiques**

- **Première Etape : Identification des pressions naturelles et anthropiques actives** sur les macrophytes marins :

- Global change (changements climatiques continus ou épisodiques et invasions biologiques).
 - Destruction, érosion et envasement (aménagements littoraux, apports du bassin versant, émissaires).
 - Accroissement de la turbidité (aménagements littoraux, apports du bassin versant).
 - Surpêche entraînant la prolifération d'herbivores (oursins).
 - Eutrophisation et pullulation d'espèces.
 - Pollutions chroniques et accidentelles (émissaires urbains et industriels, pollution agricole, accidents).
- **Indicateurs d'un bon état du milieu :**
- Espèces et communautés longévives et à croissance lente. Exemple : *Posidonia*, *Cystoseira* spp., bioconcrétionnement, algues calcifiées sciaphiles : Peyssonneliaceae et Corallinaceae encroûtantes et libres, Détritique côtier.
 - Communautés de la frange littorale (très exposées aux pollutions). Exemples : Médiolittoral et infralittoral de mode battu : ceintures à *Cystoseira* spp., encorbellements à *Lithophyllum byssoides*, peuplement sciaphile superficiel de mode battu).
 - Les groupes de fin de séries évolutives. Exemple : espèces de la sous-strate sciaphile.
 - Les échelons supérieurs de la pyramide trophique (poissons, mammifères, oiseaux).
- **Indicateurs d'un mauvais état du milieu :**
- Espèces nitrophiles (Ulvaes, moules),
 - Espèces opportunistes (Corallina),
 - Espèces indicatrices de surpêche (faciès de surpâturage),
 - Marqueurs biochimique (protéines de stress),
 - Maladies et mortalités.
- **Indicateurs de changement global :**
- Espèces envahissantes (*Caulerpa*, Rhodophyceae, *Sargassum*),
 - Espèces boréales,
 - Espèces méridionales,
 - Marqueurs biochimiques (protéines de stress),
 - Baisse de vitalité et mortalités massives.
- **Principe général :**
- **Privilégier les espèces indicatrices à large distribution et les groupes vicariants.** Exemple : *Posidonia*, *Zostera*, *Cystoseira* spp., Corallinaceae, espèces ou groupes nitrophiles cosmopolites).
 - **Paramètres :**
 - Présence / absence et richesse spécifique d'un groupe,
 - Distribution géographique et amplitude bathymétrique,
 - Dimension et vitalité des individus,
 - Abondance d'une espèce ou d'un groupe,
 - Indices de diversité et de régularité d'un groupe.

- **Stratégies : focaliser les efforts sur :**

- La saisie de l'évolution naturelle et des modifications anthropiques de l'hydromorphologie côtière (érosion, engraissement, émissaires, stations d'épuration, aménagement littoraux, modifications des apports du bassin versant...).
- Les zones de références (pristine) pour établir un référentiel fiable et suivre son évolution en relation avec le changement global (dérive du référentiel). Problème : raréfaction des zones de référence.
- Les points noirs (actuels ou futurs) : zones soumises à de fortes pressions anthropiques.
- Les zones de prolifération d'espèces et d'invasions biologiques.
- La frange littorale (médio et infra sup.).
- Les grands écosystèmes à base d'espèces longévives (herbiers de posidonies, bioconcrétionnement, Détritique côtier, fonds d'algues calcaires libres).

FRANCE, ACQUIS METHODOLOGIQUES EN MANCHE-ATLANTIQUE : SCHORRES, PHANEROGAMES MARINES, MACROALGUES INTERTIDALES (QUANTITATIFS ET QUALITATIFS, LAMINAIRES, MAERL ET BLOOMS MACROALGAUX) - P. DION.

Les principaux éléments rassemblés et présentés en séance figurent dans le document :

ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce

- **Schorres** : Des cartes des schorres sont établies sur la base de photographies aériennes selon différentes procédures. Le Conservatoire Botanique National (CBN) a établi sur la Bretagne et Pays de Loire des cartes correspondant à un état de référence au 1/25 000 en utilisant une typologie simplifiée. Sur les zones Natura 2000, le CBN établit des cartes plus détaillées des alliances phytosociologiques. Les correspondances typologiques avec les niveaux d'étagements (cf. typologie EUNIS, travaux de De Jong) ne sont envisageables qu'avec ces dernières. Une procédure d'évaluation de l'état de santé des schorres est également disponible (3 classes).
Dans le cadre de réalisation de cartographies détaillées dans le cadre du REBENT, ainsi que pour des travaux antérieurs réalisés par l'EPHE Dinard, les étagements EUNIS sont distingués.
- **Herbiers de zostères** : l'approche proposée par C. Hily pour la surveillance des herbiers dans le cadre du REBENT-Bretagne (8 herbiers suivis) prend en compte (cf. fiche technique ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Acquis_francais.ppt) :
 - l'extension/fragmentation de l'herbier (à partir de photographies aériennes), les limites hautes et basses de l'herbier à *Z. Marina* (photographies aériennes +/- plongées). Fréquence envisagée : tous les 3 ans pour *Z. Noltii*, et au minimum tous les 6 ans pour *Z. marina*.
 - La caractérisation de la végétation :
 - *Z. Marina* : densité, longueur des feuilles (longueur max. sur 30 pieds), biomasse (rhizomes, feuilles), épiphytes (biomasse), algues associées, Wasting Disease Index. Fréquence actuelle : tous les ans, 2 saisons (printemps/automne) Fréquence proposée pour la surveillance DCE : tous les 3 ans, 2 saisons (printemps/automne). Un herbier par Masse d'Eau, sauf si hétérogénéité forte des caractéristiques ou des pressions au sein de la Masse d'Eau.
 - *Z. Noltii* : densité, biomasse (rhizomes, feuilles), longueur des feuilles (longueur max. sur 30 pieds), algues associées.

Fréquence actuelle : tous les ans, 2 saisons (printemps/automne)
Fréquence proposée pour la surveillance DCE : tous les 3 ans, 1 saison (fin août-fin octobre).

- A noter que la faune est actuellement suivie dans le cadre du REBENT, cet élément de qualité ne sera pas systématiquement proposé pour la surveillance DCE (fonction des surfaces concernées, des difficultés de recueil d'autres éléments de qualité biologique ; le suivi peut par contre être justifié pour des contrôles opérationnels ou additionnels (cas des zones protégées par ex)).

- **Macroalgues intertidales de substrats durs :**

- Dans le cadre du REBENT-Bretagne, un suivi de la biodiversité (E. Ar Gall) se met en place (cf. fiche technique) : ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Suivi_stationnel_des_substrats_durs_intertidaux-flore.pdf. Il comprend des échantillonnages semi-quantitatifs, qualitatifs, destructifs et non destructifs. Les paramètres mesurés sont l'abondance (couverture), et la richesse spécifique. Le traitement des données prend en compte des regroupements taxonomiques, écologiques et morphoanatomiques ainsi que des indices de diversité. L'impact des espèces introduites est également pris en compte.
- Dans le cadre du REBENT-Bretagne, un suivi quantitatif de la couverture en fucales (taux de couverture) est effectué par télédétection (SPOT) par le CEVA (cf. fiche technique disponible sur le site web REBENT) permettant de calculer un indice de couverture sur la totalité des zones investiguées. Des images SPOT sont disponibles depuis 1986, des analyses d'évolution temporelle sont réalisées. Il est proposé de procéder à des acquisitions satellitaires tous les 6 ans dans le cadre de la surveillance DCE, tous les 3 ans en cas de suivi opérationnel. D'autres moyens aéroportés ont été testés pour les zones ne découvrant pas de manière synchrone avec le passage du satellite (cas de la Manche Est) ainsi que pour les Eaux de transition. Les vérités terrains permettent de déterminer les proportions de Fucales, herbiers de *Z. noltii* et algues vertes en mélange ainsi que de préciser dans les estuaires les limites d'extension des fucales et laminaires indicatrices de l'influence estuarienne.

- **Macroalgues infralittorales de substrats durs :**

- Une procédure de suivi des limites d'extension en profondeur des ceintures algales en plongée, ainsi que le suivi de la diversité spécifique floristique totale et la densité floristique des espèces les mieux représentées a été développée (S. Derrien)(ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT12-2004-01.pdf). Le suivi actuel dans le cadre du REBENT-Bretagne comprend 30 points de suivis répartis autour de la Bretagne avec des points côtiers, moyens et du large. 17 points possédaient des données antérieures. Les premiers résultats semblent indiquer une tendance à la remontée des limites de ceinture principalement en côtier.
- des outils d'évaluation de la biomasse de laminaire par acoustique ont été développés par le CEVA, ainsi que des procédures de modélisation de leur distribution. L'utilisation de nouveaux sondeurs, couplée à la modélisation, devrait permettre une évaluation des évolutions de surface.

- **Maërl :**

- Dans le cadre du REBENT-Bretagne, une dizaine de points font l'objet d'un suivi faune et flore annuel (printemps et automne) selon la procédure décrite par J. Grall

ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT02-2003-01.pdf. Dans le cadre de la DCE, il est proposé un suivi tous les 3 ans pour la flore (évaluation de la proportion de maërl vivant/mort. A noter que, de même que pour l'herbier, le suivi de la faune ne sera pas systématiquement envisagé.

- Un suivi de l'extension par moyens acoustiques et vidéo sera également prévu. La procédure a été également testée dans le cadre du REBENT-Bretagne (cf. travaux d'A. Ehrhold, 2004).
- **Bloom de macroalgues sur substrats meubles** : Des évolutions surfaciques de la marée verte sont régulièrement effectuées dans le cadre du programme PROLITTORAL par le CEVA en Bretagne. La procédure mise en œuvre utilise des prises de vues à marée basse acquises à différentes reprises pendant la période de prolifération. Les surfaces d'estran couvertes par les ulves, ainsi que la surface du rideau d'algues en suspension sont évaluées. Des estimations de biomasses ont également été réalisées tant en intertidal qu'en subtidal. L'historique actuellement disponible permet de disposer de références spatiotemporelles en relation avec les flux de nitrates et les caractéristiques locales. Le quota interne d'azote des ulves constitue également un élément pertinent de suivi.

PREMIER BILAN POUR LA VEGETATION

Remarque générale : volonté de ne pas dissocier les approches entre eaux côtières et de transition.

- **Posidonies (Eaux côtières)** :

- Les paramètres de suivi sont identifiés.
- Les protocoles de mesure existent.
- Les fréquences sont déterminées : tous les trois ans ; il reste à déterminer, la prise en compte des saisons (1 ou 2).
- Des états de référence sont disponibles.
- Il reste à développer des indicateurs agrégés.
- Il reste à développer des procédures particulières pour les herbiers dispersés du Languedoc.

- **Zostères (Eaux côtières et de transition)**

- Concerne la façade Manche/Atlantique (Baie des Veys à Arcachon) et la Méditerranée (au moins Golfe de Fos).
- Les paramètres de suivi sont identifiés et des protocoles existent mais convergence à finaliser au sein d'un sous-groupe (C. Hily, A. L. Barillé, M. Verlaque, C. Pergent, T. Laugier, P. Dion).
- Fréquence : tous les 3 ans (au moins tous les 6 ans pour *Z. marina*). Il est important qu'au moins au départ les fréquences soient assez resserrées du fait du manque de recul sur les extensions (pas assez de données historiques).

- **Algues calcaires libres sur fonds meubles**

Correspond à des zones menacées :

- Maërl (Eaux côtières) : Cartographie disponible autour de la Bretagne et dans le golfe normanno-breton (données à réactualiser), autres localisation connues : très localement au

large du pays de Caux (hors zone DCE), Baie de Bouin (?) et en Méditerranée (B. de Calvi et autres ?).

- Détritique côtier : Méditerranée.

Paramètre à suivre : % algues vivantes/mortes (cf. méthodologie utilisée pour le maërl), extension (maërl), granulométrie.

- **Macroalgues de substrats durs (Eaux côtières et Eaux de transition) Méditerranée**

- Des réserves sur la méthode développée par Orfanidis.

- Proposition de suivi du médiolittoral : trottoir à Lithophylum et ceinture de Cystoseira (tous les 3 ans), cf. méthode catalane.

- **Macroalgues de substrats durs (Eaux côtières et de transition) Atlantique (intertidal) :**

- Evaluation quantitative par image SPOT à généraliser quand la zone est accessible à l'observation. Développer une procédure par aéroporté en Manche.

- Evaluation de la biodiversité, suivi des espèces introduites : des réserves sur la méthode développée par Orfanidis ; constitution d'un sous-groupe (S. Connan, V. Stiger, F. Gevaert, A. L. Barillé).

- **Laminaires (Eaux côtières, subtidal)**

- Présence forte du Cotentin à l'île d'Yeu, plus localement dans le pays de Caux et au Cap gris nez. Existe également en Méditerranée mais dans des zones profondes (limite supérieure contrôlée par la température).

- Un protocole de suivi existe pour la limite inférieure des ceintures et le suivi de la biodiversité (à développer sur d'autres secteurs). Protocole d'évaluation surfacique à finaliser.

- Quelques références historiques sont disponibles.

- Fréquence de suivi : tous les 3 ans.

- Grilles d'interprétation à faire, un sous-groupe identifié (S. Derrien, A. L. Barillé, F. Gevaert, P. Dion).

- **Blooms de Macroalgues de substrats meubles (Eaux côtières et de transition)**

- Concerne majoritairement les algues vertes, mais suivi des échouages massifs d'autres algues à suivre également. Suivre notamment dans les Eaux de transition le développement des algues vertes notamment dans les zones d'herbiers à *Z. noltii*. Sur toutes les zones mettre une veille par enquête permettant de signaler le phénomène. Dans les zones atteintes, faire au moins un survol aérien au printemps. Il est essentiel de suivre également sur ce point les lagunes méditerranéennes.

- Un sous groupe identifié (P. Dion, I. Auby), à élargir pour prendre en compte les suivis d'algues vertes dans les lagunes méditerranéennes.

- **Microphytobenthos** : important pour les vasières des Eaux côtières et de transition (à traiter par un autre groupe).

- **Hydromorphologie**

- Suivre les modification du fond, le cas échéant la bathymétrie, mais surtout la nature des fonds : envasement, développement des crépidules, débris coquilliers (en rapport avec le développement de la conchyliculture).
- Suivi des habitats en zone intertidale.

Remarques complémentaires évoquées :

- prévoir une sorte de comité scientifique pour l'interprétation des résultats sur base d'expertise.
- Prévoir la mise en place d'une organisation pour la formation taxonomique

Prochaine réunions prévues :

- Réunion INVERTEBRES, lundi 7/02/2005 (9H00-17H00) :
MEDD (20 avenue de Ségur, Paris 07), salle 419 au RDC
- Réunion VEGETATION, mardi 8/02/2005 (9H00-17H00) :
MEDD (20 avenue de Ségur, Paris 07), salle 5234 au 5ème étage

Directive Cadre « Eaux côtières »

**Paramètres et indicateurs « macroalgues-angiospermes » et « invertébrés benthiques »
Groupes d'experts benthologiques au niveau national, 7-8 décembre 2004, Paris.**

Ordres du jour prévisionnels

7/12/04, Sous-groupe « Invertébrés benthiques » IFORE, 4-6 rue du Général Camou, Paris

9h00 Accueil, aspects logistiques, présentation des participants et organisation de la journée

9h30 Rappel de la Directive Cadre Eau, principales échéances et organisation générale au niveau national et international. Contributions attendues de la part du groupe, documentation (Guillaumont)
Discussion

10h30 Pause

10h50 Substrats meubles : paramètres et indicateurs, synthèse des connaissances et avancement des travaux à l'étranger ; acquis méthodologiques français en Manche-Atlantique (J. Grall)

11h50 Substrats durs : acquis méthodologiques français en Méditerranée ; apport du SEQ et de BIOMARE (T. Perez)

12h30 Pause repas

13h30-17h00

- Substrats meubles :
 - types de prélèvements, gamme sédimentaire concernée, intertidal/subtidal ; bassins concernés, particularités et contraintes ; paramètres ph-ch en soutien,
 - traitement des échantillons (niveau taxonomique, regroupements,...), utilisation pour le classement de l'état écologique, lien avec les pressions : apport d'indicateurs tels AMBI et BQI..., élaboration d'indicateurs multi-paramètres,
 - définition des seuils, études complémentaires à réaliser, base de données et états de référence,
 - stratégies dans l'espace et dans le temps,
 - lien avec la végétation et l'hydromorphologie,
 - assurance qualité, contraintes, coûts
 - intercalibration
 - organisation pour la suite des travaux
- Substrats durs :
 - paramètres mesurables dans le cadre DCE (pertinence vis a vis des pressions, fiabilité...), degré d'avancement de la méthode, problèmes posés par l'intertidal et le subtidal en Manche/Atlantique
 - états de référence,
 - stratégies dans l'espace et dans le temps,

- utilisation pour le classement de l'état écologique, élaboration d'indicateurs multi-paramètres,
- paramètres ph-ch en soutien,
- lien avec la végétation et l'hydromorphologie,
- assurance qualité, contraintes, coûts.
- identification des tâches à compléter et organisation.
-
- Espèces invasives, habitats, espèces et zones protégés
- Prise en compte de différents éléments de qualité biologique pour une Masse d'Eau donnée.
- Organisation pour les eaux de transition

**8/12/04, Sous-groupe « Végétation macroalgues et angiospermes »
MEDD, Salle 5234, 20 avenue de Ségur, Paris**

9h00 Accueil, aspects logistiques, présentation des participants

9h30 Rappel de la Directive Cadre Eau, principales échéances et organisation générale au niveau national et international. Contributions attendues de la part du groupe, documentation, organisation des travaux (B. Guillaumont)
Discussion

10h30 Pause

10h50 Exemples d'avancement de la démarche à l'étranger (P. Dion)

11h50 Acquis méthodologiques français en Méditerranée : posidonies et macroalgues (C. Pergent et M. Verlaque)

12h30 Acquis méthodologiques français en Manche-Atlantique : Schorres, phanérogames, macroalgues intertidales (quantitatif et qualitatifs), laminaires, maërl et blooms macroalgues, (P. Dion, C. Hily, S. Connan, S. Derrien-Courtel)

13h10 Pause repas

14h15-17h00

- Discussion pour chaque élément de qualité biologique :
 - paramètres mesurables dans le cadre DCE (pertinence vis a vis des pressions, fiabilité...),
 - bassins concernés et particularités,
 - degré d'avancement de la méthode,
 - états de référence,
 - stratégies dans l'espace et dans le temps,
 - utilisation pour le classement de l'état écologique, élaboration d'indicateurs multi-paramètres,
 - paramètres ph-ch en soutien,
 - lien avec les invertébrés benthiques et l'hydromorphologie,
 - assurance qualité, contraintes, coûts.
 - identification des tâches à compléter et organisation.

- Espèces invasives, habitats, espèces et zones protégés
- Prise en compte de différents éléments de qualité biologique pour une Masse d'Eau donnée.
- Organisation pour l'intercalibration
- Organisation pour les eaux de transition

17h00 fin de séance

ANNEXE 5

COMPTE-RENDU DES REUNIONS DES EXPERTS BENTHOLOGUES AU NIVEAU NATIONAL EN VUE DE LA DEFINITION DE LA SURVEILLANCE ECOLOGIQUE DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE EAU POUR LES EAUX COTIERES

7 FEVRIER 2005 (2EME REUNION DU SOUS-GROUPE BENTHOS INVERTEBRES)

8 FEVRIER 2005 (1EME REUNION DU SOUS-GROUPE BENTHOS VEGETATION)

1. Organisation de l'expertise et informations diverses

L'ordre du jour prévisionnel des réunions des experts Benthos les 7 et 8/02/05 est joint en annexe 1 (cf. ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Odj_Gtbenthos2.doc).

Pour ces 2èmes réunions des experts benthologues au niveau national, 23 experts étaient présents pour le sous-groupe « Invertébrés » et 14 pour le sous-groupe « Végétation », quelques-uns participant aux deux sous-groupes (cf. liste complète ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/feuille_presence_07_et_08-02-2005.doc). Les frais liés à l'expertise (transport, hébergement, et dans certains cas, frais de mise à disposition d'expert) ont été pris en charge par IFREMER dans le cadre du projet REBENT, au titre des actions de la Convention Générale IFREMER-MEDD/DE. La coordination générale du groupe a été assurée par B. Guillaumont avec l'aide de J. Grall pour le sous-groupe « Invertébrés » et de P. Dion pour le sous-groupe « Végétation ».

Le compte rendu des 1ères réunions qui se sont tenues en décembre a été validé en séance, il est disponible sur le site FTP dédié aux travaux du groupe à l'adresse ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Cr_experts_benthos_7-8_12_04.doc.

Informations diverses (B. Guillaumont)

- Existence lors de l'«ASLO summer meeting : A Pilgrimage through Global Aquatic Sciences» du 19-24 Juin 2005 à Santiago de Compostelle, Espagne, d'une session spéciale consacrée aux indicateurs biologiques : «Advances in the Development of Biological Indicators for Assessment of Aquatic Ecosystem Health ».
- Invitation faite aux benthologues par J.C. Dauvin de participer, lors du séminaire Seine Aval, du 6-au 7 Juin 2005 à Wimereux, à un séminaire de travail sur « les indicateurs biologiques et leur pertinence pour qualifier l'état des écosystèmes estuariens ».
- Meetings d'intercalibration pour DCE concernant la Méditerranée (MED-GIG, février 2005) et l'Atlantique (NEA GIG 17-18/02/05 à Bordeaux).

2. Sous-groupe benthos Invertébrés, réunion du 7 février 2005

La réunion s'est tenue de 9H00 à 17H00 au MEDD, 20 avenue de Ségur, Paris 7ème

Experts participants : Amouroux Jean-Michel, Auby Isabelle, Barillé Anne-Laure, Barnay Anne-Sophie, Bellan Denise, Bellan Gérard, De Montaudouin Xavier, Derrien-Courtrel Sandrine, Derrien René, Desroy Nicolas, Dewarumez Jean-Marie, Gentil Franck, Grall Jacques, Guillaumont Brigitte, Hamon Dominique, Hily Christian, Pelaprat Corinne, Pergent, Gérard, Perez Thierry, Sauriau Pierre-Guy, Sylvand Bernard, Thiebaut Eric, Thorin Sébastien.

2.1. Relevé de décision concernant la stratégie générale du contrôle de surveillance des invertébrés benthiques de substrats meubles dans les eaux côtières (synthèse des deux réunions)

Participants : Amouroux Jean-Michel, Auby Isabelle, Barnay Anne-Sophie, Bellan Gerard, De Montaudouin Xavier, Desroy Nicolas, Dewarumez Jean-Marie, Gentil Franck, Grall Jacques, Guillaumont Brigitte, Hamon Dominique, Hily Christian, Sauriau Pierre-Guy, Sylvand Bernard, Thiebaut Eric. Thorin Sébastien.

2.1.1. Réalisation d'échantillonnages quantitatifs de l'endofaune sur 1 à 3 points par Masse d'Eau concernée par le contrôle de surveillance.

Le nombre de point 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.

A noter qu'il serait souhaitable à terme, ainsi que dans le cas de contrôles approfondis, de mieux évaluer la mégafaune et la faune vagile en utilisant des procédures d'échantillonnage complémentaires plus appropriées.

2.1.2. Choix du type de fond à échantillonner :

- **Type de substrat** : en l'état actuel des connaissances et des techniques, il s'est dégagé un consensus pour limiter les suivis, au moins dans un premier temps, aux sédiments relativement fins (vases, sables vaseux, sables fins à moyens) ; les sédiments dits hétérogènes ne peuvent être suivis que sous condition d'un fonctionnement correct des engins de prélèvement quantitatifs (se référer à la norme 16665 pour les volumes à respecter). Ce choix sous entend que l'on ne s'imposera pas de rechercher une représentativité vraie de tous les types de fonds et que les sédiments fins permettront de répondre de manière satisfaisante.

Bien que ces types de fonds soient relativement répandus, il n'est pas exclu que dans certaines Masses d'Eau ces types de fonds ne puissent pas faire l'objet d'un suivi suffisant. Ces cas seront examinés au cas par cas en fonction de la possibilité de recueil d'autres éléments de qualité biologique relatifs aux invertébrés.

Suivant l'hétérogénéité sédimentaire rencontrée au sein de la Masse d'Eau, et les superficies concernées, on pourra être amené à répartir les points sur différents types de sédiments au sein d'une même Masse d'Eau (par exemple en Méditerranée : sables fins et détritiques côtier...). A noter que si en Méditerranée il n'est pas fait état de mouvements conséquents des sédiments sur le fond, certaines zones, notamment en Manche, présentent

une dynamique d'évolution très forte. Dans ce cas, la stratégie devra être adaptée en conséquence.

- **Choix du niveau :**

- En Manche-Atlantique, suite à la recommandation du NEA GIG, et chaque fois que cela est possible, l'échantillonnage concernera de manière préférentielle **la zone subtidale**.
- Bien que considérée comme plus instable, le suivi de la **zone intertidale** doit toutefois être également envisagé lorsque la proportion d'estran est égale ou supérieure à 30% de la Masse d'Eau, ainsi que lorsqu'elle présente un intérêt particulier ou qu'il existe des difficultés particulières d'accès à la zone subtidale proche (ex. côte landaise soumise à la houle, absence de sédiments fins en zone subtidale...). Pour le suivi de la zone intertidale, les prélèvements sont à réaliser de préférence dans le bas du médiolittoral.
- En Méditerranée, la zone 0 à 10m, considérée comme très instable est à éviter. La zone 10 à 200m constitue un ensemble cohérent. Toutefois, en cas de fort gradient bathymétrique, il peut s'avérer nécessaire de répartir les points en tenant compte de ce gradient.

2.1.3. Cas particuliers :

Compte tenu des difficultés d'échantillonnage des invertébrés dans l'herbier de posidonie, il n'est pas envisagé de suivi dans cet habitat pour cet élément de qualité biologique.

Les invertébrés associés aux herbiers de zostères et aux bancs de maërl ne seront suivis dans le cas du contrôle de surveillance que lorsque ces habitats constituent une part conséquente de la Masse d'Eau. Des protocoles de suivi particuliers sont disponibles pour les herbiers de zostères et le maërl. (cf. fiches techniques REBENT). Compte tenu de l'étroite dépendance liant la faune et la flore, ces habitats devront toutefois faire l'objet d'un suivi de l'extension de l'habitat et d'une évaluation de sa qualité dans le cadre du suivi de la végétation. Les principales Masses d'Eaux concernées par d'importants herbiers à *Zostera noltii* sont : le golfe du Morbihan, Marennes-Oléron et Arcachon.

Le suivi de la faune invertébrée sur ces habitats peut s'avérer pertinent dans le cas de contrôles opérationnels, d'enquête ou additionnels.

2.1.4. Choix de l'engin :

- **Zone subtidale** : 3 bennes figurent dans les recommandations du NEA GIG et permettent une intercalibration (**bennes Day, Van Veen, Smith-Mac Intyre**). Les deux dernières sont utilisées couramment dans les laboratoires français, elles prélèvent toutes sur **1/10 m²**. Toutes deux peuvent être retenues en tenant compte des remarques suivantes. Il est préférable de faire les suivis à long terme sur un point en conservant le même engin.
 - La Van Veen existe en deux versions (lourde 80kg ou allégée), elle a le mérite d'être plus facile à mettre en œuvre. Elle peut être employée sur des embarcations plus petites et est surtout moins dangereuse que la Smith-Mac Intyre. Elle est utilisée en Mer du Nord (dans le cadre du North Sea survey), en Artois-Picardie (depuis 20 ans) et en Méditerranée, sauf dans les zones profondes et les sédiments compacts. La benne allégée est à réserver aux estuaires.

- La Smith-Mac Intyre est très utilisée en Atlantique car elle fonctionne mieux en présence de courants, c'est celle qui est retenue pour les suivis à long terme en baie de Morlaix et celle retenue dans le cadre du suivi REBENT en Bretagne. L'effet de souffle est légèrement supérieur à celui d'une Van Veen, induisant un léger biais pour les petites espèces de surface mais la différence est considérée comme acceptable dans les intercalibrations.

(La benne Hamon (400 kg) qui existe en deux versions (1/4 et 1/8 m²) a le mérite, du fait de son poids, de pénétrer une large gamme de sédiments. De ce fait elle est très utilisée pour les relevés cartographiques : ex. dans le cadre de REBENT-Bretagne). Elle a été largement utilisée également le long des côtes de Normandie. L'effet de souffle est toutefois nettement plus important et les comparaisons avec les autres engins ne sont donc pas possibles. Compte tenu de l'intérêt que peuvent apporter les comparaisons d'évolutions entre zones, la benne Hamon est a priori exclue pour le suivi DCE des sédiments fins).

- **En intertidal** : utilisation de carottiers à main (profondeur >25 cm, surface échantillonnée : 0,1 m²).

2.1.5. Nombre de répliqués par point :

Au moins **5 répliqués de 0.1m²** sur chaque point (intertidal et subtidal).

2.1.6. Maille de tamis :

1mm (procédure de traitement des échantillons suivant norme ISO 16665).

2.1.7. Niveau de détermination :

Impérativement à **l'espèce** (sauf cas particulier de certains groupes : à définir). Référentiel taxonomique à constituer sur la base de l'ERMS.

2.1.8. Paramètres en support :

A minima **granulométrie, matière organique** dans le sédiment ; besoins de caractérisation de la Masse d'Eau notamment pour ce qui concerne la turbidité.

2.1.9. Période d'échantillonnage :

Fin d'hiver (**mars-avril**)

Dans le cadre de l'intensification des suivis (contrôle opérationnel, d'enquête, additionnel) il peut s'avérer souhaitable de mieux cerner les variations saisonnières, notamment en assurant un suivi complémentaire en fin d'été (arrivée des recrutements et des espèces opportunistes), cette procédure permet de détecter et d'analyser plus rapidement les évolutions.

2.1.10. Périodicité : tous ans.

2.1.11. Biomasse : Biomasse totale à faire sur chaque prélèvement.

Il serait souhaitable de disposer de données plus détaillées (par exemple par groupe trophique), mais il n'existe pas à l'heure actuelle de consensus pour définir des regroupements pertinents.

2.1.12. Cas des espèces invasives :

Le déclassement sera à évaluer au cas par cas. Une attention particulière doit être portée sur ces espèces notamment lorsqu'elles sont susceptibles de modifier de manière importante la structure trophique ou l'habitat. Le cas échéant la mise en place d'un contrôle opérationnel pourra s'avérer nécessaire.

2.1.13. Points de référence (à compléter) :

Sur la base de la disponibilité de séries historiques, il est proposé de retenir :

- Subtidal Atlantique : Gravelines, Baie de Morlaix
- Intertidal Atlantique : Baie des Veys
- Subtidal Méditerranée : Banyuls

2.1.14. Définition des indicateurs et seuils, étapes de travail restant à finaliser

- Réalisation d'une synthèse bibliographique des indicateurs existants : action J.Grall et Y. Monbet sur la base des éléments rassemblés (cf. présentation de J. Grall le 7/12/04 et rapport d'Y. Monbet en cours de finalisation), rapport à finaliser (action prise en charge dans le cadre de la convention IFREMER-MEDD/DE dans le cadre du projet REBENT).
- Constitution d'une Base de donnée pour réaliser les tests (action non programmée actuellement, à soutenir financièrement et à organiser si l'on veut aboutir ; ce type de base existe déjà dans les autres pays).
 - Des lots de données répondant aux exigences définies pour le contrôle de surveillance (et recommandées par le NEA GIG) et susceptibles d'être utilisés pour tester les différents indicateurs ont été identifiés. (Ces données ne correspondent que rarement aux données identifiées préalablement pour les procédures d'intercalibration car d'une part les caractéristiques d'engin, de maille, de nombre de réplicat et de saison n'étaient pas définies et d'autre part, il se surimposait une exigence tenant compte du type de masse d'eau, contrainte qui tend à s'alléger cf. travaux du NEA GIG, Bordeaux).
 - Station de Wimereux (Sables fins subtidaux de Gravelines) : 200 relevés dont 100 sont individualisés par prélèvements (10 réplicats sur chaque point).
 - Station de Wimereux (Sables fins subtidaux de Calais) : 35 points échantillonnés 8 fois (5 réplicats).
 - Gemel (Sables fins intertidaux de la baie des Veys) : 31 ans de suivis.
 - Station de Roscoff (Sables fins subtidaux) : 2 points suivis depuis 1977 en baie de Morlaix et 8 autres points suivis dans le cadre de REBENT autour de la Bretagne.
 - IUEM (Sables fins subtidaux en Bretagne Sud) : 2 stations suivies sur 13 ans (6 bennes 2 fois/an) et environ 1000 prélèvements répartis en Bretagne sud.
 - CREMA l'Houmeau (Sables fins/vases de Marennes-Oléron) : 180 points en intertidal et subtidal (2 réplicats par point).
 - Université de Bordeaux (Sables fins/vases Arcachon).
 - Banyuls (Sables fins du golfe du Lion) : base de données en cours de constitution dans le cadre de SYSCOLAG.
 - Créocéan (Sables fins région PACA) : quelques points plutôt impactés.
 - COM (Sables fins région PACA) : à identifier (G. de Fos, Calanques).

- Le référentiel d'espèces et la liste des espèces par groupes de polluo-sensibilité sont bien avancés mais restent à consolider. La prise en considération des groupes trophiques nécessiterait une étude approfondie entre les différents laboratoires concernés (pas de consensus actuel), étude actuellement non programmée.
- La plupart des données sont disponibles sous forme de tableur Excel ou sous des bases locales. Certaines données ont fait l'objet d'une numérisation récente mais ne sont pas encore toutes validées, d'autres n'existent que sous forme papier. Une base de données structurée, susceptible d'accueillir les données benthiques de substrats meubles est disponible sous Access (base MARBEN de l'IUEM, utilisée actuellement dans le cadre du REBENT). Cette base est construite sur un modèle cohérent avec la future base QUADRIGE 2 et facilite le calcul des divers indices utilisés dans les études benthiques et proposés dans les indicateurs agrégés (indices de biodiversité, de polluo-sensibilité...).
- L'intégration des divers lots de données dans une même base ou un travail coordonné sur des bases locales sont envisageables mais demandent dans tous les cas un travail de coordination de l'ensemble des partenaires concernés, l'harmonisation des fichiers et procédures, et un travail d'analyse des résultats qui ne pourront s'effectuer que s'ils bénéficient d'un soutien conséquent (à mettre en place). Les résultats pourront alors être comparés aux résultats et aux procédures proposés dans les autres pays dans le cadre de l'intercalibration.

2.2. Atelier Substrats durs, synthèse des indicateurs proposés, identification des priorités (synthèse des deux réunions)

Participants : Barillé Anne-Laure, Bellan Denise, Derrien-Courtel Sandrine, Derrien René, Pelaprat Corinne, Perez Thierry, Pergent, Gérard.

Une première synthèse des indicateurs proposés pour les substrats durs (faune et flore) en Manche, Atlantique et Méditerranée est proposée sous forme de grille d'évaluation tenant compte de la faisabilité technique, de la sensibilité/fiabilité, de la disponibilité d'éléments de référence, de la capacité à faire le lien avec les pressions et des coûts. Le choix de indicateurs à retenir est fonction des caractéristiques des sites (1 à 3 points par Masse d'Eau). Dans de nombreux cas, la faune et flore sont étroitement dépendants.

Périodicité : un pas de 3 à 6 ans est généralement préconisé, sauf apparition d'une catastrophe écologique majeure, pouvant modifier considérablement la composition de la biocénose : ex. marées noires, anomalies thermiques, arrivée et prolifération d'une espèce exotique, etc. Un nouvel état doit être fait avant la fin de la première année. Si l'effet est modéré on demeure en contrôle de surveillance, si l'effet est majeur on met en place un contrôle opérationnel.

Identification des sources des protocoles : à préciser

Sites de référence : à définir

Les sites de référence ne doivent pas faire l'objet d'exploitations des ressources (extraction, collecte, pêche..). La présence d'espèce invasive ne doit pas nécessairement déclasser le site.

Tableau 1 : Synthèse des indicateurs proposés pour les substrats durs : faune et flore (à compléter dans le cadre du groupe végétation)[3]

 Indicateurs concernant **la flore**

 Indicateurs concernant **la flore et la faune**

 Indicateurs concernant **la faune**

Indicateurs	Zone géographique			Biocénose/ Habitats	Référentiel (Oui/non)	Faisabilité technique (Technicien, Ingénieur qualifié, Expert)	Applicabilité (Routine, à développer, à rechercher)	Spécificité	Sensibilité aux facteurs globaux	Coût (Faible, Modéré, Elevé)	Remarques
	Ma nch e	Atla ntiq ue	Méd iterr ané								
Limites de distribution des ceintures algales	X	X		Roches subtidales	Non	Technicien	Routine	Turbidité	Oui	Faible	
Limites de distribution des posidonies			X	Herbier de posidonies	Oui	Technicien	Routine	Turbidité	Oui	Faible	
Présence/absence des biocénoses remarquables	X	X	X	Remarquable	Oui	Technicien	Routine	Qualité générale du milieu	Oui	Faible	
Développement de faciès remarquables (*)	X	X	X	Remarquable	Oui	Ingénieur qualifié	Routine	Qualité générale du milieu	Oui	Modéré	
Gorgonaires : paramètres démographiques, vitalité	X	X	X	Coralligène, roches subtidales	Oui	Technicien	Routine	Qualité générale du milieu	Oui (+++ température)	Modéré	
Bryozoaires : paramètres démographiques, taux de fouling			X	Coralligène	Oui	Ingénieur qualifié	A développer	Qualité chimique	Oui (Température)	Elevé	6 espèces cibles, formes érigées
Bryozoaires : paramètres démographiques, taux de fouling		X	X	Roches	Non	Ingénieur qualifié	A rechercher	Qualité chimique	Oui (Température)	Elevé	Espèces cibles à déterminer
Distribution des Macroéchino-dermes en épibiose	X	X	X	Roches	Oui	Technicien	Routine	Qualité chimique (Matière Organique)	Non	Faible	Macroespèces visibles sans déplacement de substrat, contrôle opérationnel uniquement
Présence /absence de Pollicipes		X		Roches très battues	Oui	Technicien	Routine	Eau pure	Oui	Faible	Attention espèce exploitée

Indicateurs	Zone géographique			Biocénose/ Habitats	Référentiel (Oui/non)	Faisabilité technique (Technicien, Ingénieur qualifié, Expert)	Applicabilité (Routine, à développer, à rechercher)	Spécificité	Sensibilité aux facteurs globaux	Coût (Faible, Modéré, Elevé)	Remarques
	Manche	Atlantique	Méditerranée								
Eponges clones : Recouvrement, types de morphologie	X	X	X	Roches envasées	Non	Ingénieur qualifié	A développer	Pression sédimentaire, Matière Organique, sels nutritifs.	Non	Modéré	Distribution liée à la qualité du substrat
Grands Hydraires, densité de population	X	X	X	Roches photophiles et sciaphiles	Non	Expert	A développer	Charge particulaire	Hydrodynamisme +	Modéré	Plumuarides
Ascidies solitaires	X	X	X	Tout étage	Oui	Expert	A développer	Charge particulaire, Sédimentation	Oui, température	Faible	
Divers rapports d'abondance	X	X	X			Expert	A développer				Bioconstructeurs /bioerodeurs Macrophytes /suspensivores

(*) **Faciès à prendre en compte** (liste non exhaustive à compléter notamment pour les végétaux)

	Faciès (Manche/Atlantique, subtidal)	Faciès (Méditerranée,subtidal)
Flore	Faciès à <i>Alaria esculenta</i> Faciès à Laminariales Algues rouges en lames dominantes Algues rouges filamenteuses dominantes	Cystoseira spp. Faciès à Halimeda Faciès à Corallinacae Laminariales profondes
Faune	Faciès à Cliones Faciès à spongiaires proliférants Faciès à gorgones Faciès à grands bryozoaires	Faciès à Cliones <i>Parazoanthus axinellae</i> Faciès à gorgones (dont corail rouge) Faciès à grands bryozoaires

2.3. Mise en place d'une procédure d'assurance qualité pour la surveillance du benthos

- Mise en place de formations universitaires et de formations continues, procédures de validation des compétences (taxonomie, échantillonnage).
- Mise en place de procédures de contrôle automatisées (liste d'espèces...).
- Développement de procédures de soutien et d'assistance (collections, assistance d'experts par groupes, cf. rôle du MNHN)
- Participation à des intercalibrations taxonomiques (ring test).
- Mise en place d'un Conseil Scientifique pour l'évaluation des résultats et l'évolution des réseaux de surveillance.

2.4. Eaux de Transition

Rappel de la 1ère réunion :

Pas de volontaire pour assurer l'organisation d'un groupe « Invertébrés » dédié aux substrats meubles mais des participants sont prêts à s'investir si un tel groupe était créé : A. L. Barillé, E. Dutrieux, J.M. Amouroux, B. Sylvand.

Informations transmises depuis la réunion :

- dépôt d'une fiche projet Liteau (De Montaudouin et al.)
- Envoi le 22/03 d'une note de proposition sur les orientations méthodologiques pour le suivi des invertébrés benthiques en milieu lagunaire méditerranéen par Valérie Derolez et T. Laugier, Ifremer (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Fiche_macrofaune_lagune_exp-1.doc). Cette note a été soumise pour avis auprès des experts locaux (d'ici le 20/04/05) au sujet des paramètres de suivi (dénombrement, dépouillement à l'espèce), du protocole de mesure (benne Eckmann, surface totale échantillonnée de 0.3 m²), de la stratégie d'échantillonnage (tous les 3 ans, avant la mortalité estivale), de l'indice IBGL fondé sur l'évaluation de la qualité globale (richesse spécifique), du niveau trophique (espèces indicatrices, densité, potentiel redox), des contraintes liées à la typologie (salinité, profondeur) et d'autres contraintes. Pour des éléments de méthode plus précis, consulter : "Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens- Rapport final" Ifremer, Créocéan, UMII, 2000 (en ligne sur le site Internet RSL : <http://rsl.cepralmar.org/>).

L'avis des autres experts du groupe est sollicité. Il est notamment souhaité une intégration des réflexions entre les développements d'indices à réaliser dans les Eaux côtières et celles du groupe Lagunes méditerranéennes. Tout en tenant compte des particularités de fonctionnement de ces différents milieux, il serait souhaitable de confronter les différentes approches et d'en tirer le meilleur parti. Par ailleurs, un effort d'harmonisation des listes taxonomiques et des groupes trophiques reste à conduire sur ces deux milieux.

Pour les lagunes méditerranéennes, des jeux de données sont disponibles.

3. Sous-groupe benthos Végétation, réunion du 8 février 2005

La réunion s'est tenue de 9h à 17h00 au MEDD..

Experts participants : Auby Isabelle, Barillé Anne-Laure, Barnay Anne-Sophie, Belsher Thomas, Cadiou Gwénaél, Derrien-Courtel Sandrine, Derrien René, Dion Patrick, Gevaert François, Gobert Sylvie, Grall Jacques, Guillaumont Brigitte, Pergent Gérard, Verlaque Marc.

3.1. Rappel du bilan de la première réunion (cf. compte rendu ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Cr_experts_benthos_7-8_12_04.doc)

3.2. Les indicateurs macrophytiques, remarques de M. Verlaque suite à l'analyse bibliographique des documents transmis

Le document présenté en séance peut être consulté à l'adresse ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Verlaque_8_02_05.ppt, les principaux éléments sont rappelés ci-dessous :

Remarques générales :

- Rappel des objectifs : mise en évidence de problèmes écologiques, quantifications des altérations, suivi et quantification de la restauration.
- Cahier des charges des indicateurs macrophytes : la méthode doit être extrapolable à l'ensemble des côtes, reproductible par différentes équipes. Les indicateurs doivent être faciles à identifier et à interpréter, le rapport qualité / prix doit être réaliste (ne pas multiplier les observations sur quadrats...).
- Choix à éviter : les points uniques, les sites uniformément dispersés (indépendamment des nuisances), les études non orientées ou non ciblées (inventaires exhaustifs), les efforts d'échantillonnage disproportionnés.
- Se limiter à quelques indicateurs performants, privilégier l'échantillonnage selon des gradients.

Indicateurs macrophytes à privilégier :

- Le nombre de ceintures (qui diminue dans les zones polluées)
- L'amplitude des ceintures
- La profondeur des ceintures (remontée de la limite inférieure dans les zones polluées)
- Le nombre et l'abondance des Algues Brunes (Fucales, Laminariales) et Rouges (les algues climaciques diminuent et sont remplacées par des espèces opportunistes)
- Le développement des Ulvales, Cladophorales, Ectocarpales (augmentation dans les zones polluées)
- Le degré d'épiphytisme (l'abondance des Ceramiaceae) qui augmente avec la pollution.
- Le développement des moulières (augmentation dans les zones polluées ; critère non reconnu pour Manche-Atlantique)

- Le développement des algues filamenteuses par rapport aux foliacées (augmentation dans les zones polluées)
- La proportion de roche nue (ou apparemment nue avec présence de certaines algues encroûtantes).

Privilégier l'aspect spatial : l'exemple pertinent de l'« Ecological Quality Ratio » développé par Torras *et al.* en Catalogne le long du linéaire côtier (méditerranéen et zone supérieure de l'infralittoral) avec détection des communautés rencontrées (cystoseires, trottoir à *Lithophyllum lichenoides*, *Corallina elongata*, *Mytilus galloprovincialis*, algues vertes...) est cité. Cette méthode a été appliquée avec succès dans les calanques marseillaises pour un coût raisonnable. La méthode est décrite dans le document mis en ligne ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Spain_Assessment_of_coastal_env_quality_base_d_on_litto.pdf.

3.3. Suivi des posidonies pour DCE, bilan du groupe d'intercalibration Méditerranée (G. Pergent)

La présentation est disponible à l'adresse ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Pergent_050208.ppt. Elle est accompagnée d'une publication de C. Pergent-Martini et al détaillant les descripteurs (« Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows : use and applications »). ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Publication_Bioindicators_Posidonies.pdf.

Les stratégies retenues font appel à des éléments de mesure :

- de la population : densité, profondeur de la limite inférieure, structure de l'herbier, relations plante/sédiment,
- des individus : vitalité de la plante (indice foliaire...), effet de l'enrichissement du milieu (biomasse des épiphytes...), stress de la plante (biomarqueurs...).

Les points suivis sont à -15m et à la limite inférieure. Les observations s'effectuent entre avril et juillet avec une périodicité de 3 ans (individus) et 6 ans (populations).

L'état de validation des descripteurs et des grilles d'évaluation est présenté. Il apparaît une nécessité de moduler les seuils selon les écorégions.

Trois descripteurs peuvent être intercalibrés, chaque pays choisissant son « cocktail » de descripteurs.

3.4. Synthèse des discussions

3.4.1. Importance de la prise en compte de l'aspect spatial pour le suivi des communautés végétales

Le développement de la prise en compte des évolutions spatiales est apparu essentiel. Suivant les compartiments, la méthodologie développée prendra en compte des éléments surfaciques (contour mais également taux de couverture) ou des éléments d'extension pertinents et suffisants (limites hautes et basses...):

- **Schorres** (substrats meubles de haut estran, Manche/Atlantique ; Eaux côtières et de transition) : extension surfacique par photointerprétation et contrôle de terrain, incluant les % des différents niveaux (cf. approche développée par D. De Jong aux Pays-bas et dans le

cadre de REBENT, cf. compte rendu de la 1ère réunion). La concertation est à conduire avec le Conservatoire Botanique National.

- **Herbiers de posidonies** (substrats meubles et parfois rocheux, Méditerranée Eaux côtières) : suivi prioritaire des limites inférieures sur des transects (bathymétrie et type de limite) et supérieures (bathymétrie), observations à faire en été.
- **Herbiers de zostères** (substrats meubles, Méditerranée et Atlantique; Eaux côtières et Eaux de transition ; différentes espèces) : extension surfacique (photo interprétation, le cas échéant avec sous-échantillonnage) + suivi des limites supérieures et inférieures et de la fragmentation pour *Z. marina*.
- **Ceintures de Fucales** (substrats rocheux, Manche-Atlantique, zones intertidales) : suivi de la couverture par télédétection satellitale ou aéroportée) à marée basse dans les Eaux côtières. Suivi de la pénétration dans les estuaires.
- **Ceintures de Laminaires** (substrats rocheux, Manche et Atlantique) : suivi des limites inférieures (transect) dans les Eaux côtières. Suivi de la pénétration dans les estuaires.
- **Communautés pertinentes du médiolittoral** et de la zone supérieure de l'infralittoral en Méditerranée : qualification du linéaire côtier à faire tous les 3 ans. Examiner pour la zone du pays basque, dépourvu de larges estrans et où les laminaires sont absentes, la possibilité de transférer l'approche méditerranéenne en l'adaptant.
- **Bancs de maërl** : suivi de l'extension par transects sur des zones reconnues.
- **Blooms macroalgaux** : surface des dépôts (extension à prévoir pour prendre en compte les vasières et les lagunes, 3 survols/an évoqués pour les estrans), des seuils de recouvrement proposés. Sur les sites sur lesquels des blooms importants sont constatés, il faut compléter par un contrôle en subtidal. Dans les lagunes, prévoir des survols aérien quand c'est possible (plus favorable dans les lagunes corses).
- **Espèces en limites biogéographique** : suivi des limites d'extension.
- **Espèces envahissantes** (Caulerpes, rhodophycées sur coralligène...) : suivi de l'extension.
- **Microphytobenthos** (vasières Eaux côtières et Eaux de transition) : des pistes existent par télédétection/spectroradiométrie pour évaluer quantitativement ce compartiment, mais recherches à approfondir.

Périodicité : de manière générale tous les 6 ans, à renforcer tous les 3 ans en cas de contrôle opérationnel lorsque ce paramètre est pertinent.

3.4.2. Mesures complémentaires à envisager

- Posidonie : cf. intervention de G. Pergent.
- Herbiers de zostères : mesures de densité, paramètres de vitalité, taux d'épiphytisme.
- Macroalgues de substrats durs : évaluation du % d'algues brunes, rouges, vertes, paramètres de biodiversité (intertidal), présence d'espèces de substitution (moulières, huîtres...), degré d'épiphytisme (biomasse des épiphytes...)
- Maërl ou autres rhodolithes : % mort/ vivant, sans identification d'espèce.
- Blooms :
 - Pour les lagunes : faire évoluer la liste des espèces pertinentes

- Il est important de prendre en considération la charge en azote des ulves (le classement est d'autant plus mauvais que le niveau de saturation est atteint sur des périodes plus étendues). Faire des mesures de biomasse.

3.4.3. Points de référence :

Posidonies : Bouches du Rhône, Estérel, Calvi (Revellata).

Macroalgues : cap Blanc nez, Iroise, île d'Yeu, cap Canaille

Pas de référence pour les lagunes.

3.4.4. Information transmise depuis la réunion

Envoi le 22/03 d'une note de proposition sur les orientations méthodologiques pour le suivi des macroalgues et phanérogames en milieu lagunaire méditerranéen, par Valérie Derolez et T. Laugier, Ifremer (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Fiche_Macrophytes_lagune-1.doc et Annexe (liste des espèces macrophytiques), ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Fiche_Macrophytes_lagune-1_Annexe.xls) a été soumise pour avis auprès des experts locaux (d'ici le 20/04/05) au sujet des paramètres de suivi (Taux de recouvrement végétal, Taux de recouvrement des espèces dites de référence, Composition spécifique), de la stratégie d'échantillonnage et du protocole de mesure (une fois tous les trois ans, lors de la période de prolifération maximale des macrophytes et avant les mortalités estivales), le classement des espèces climax. L'indicateur est basé sur le principe de la disparition des peuplements de référence présents dans une lagune dans un état dit « pristine ».

L'avis des autres experts du groupe est sollicité.

3.4.5. Points divers

Suggestion que l'organisation de l'opérationnel soit conduite par Ifremer, avec mise en place d'un Comité scientifique.

Mettre en place des outils de support pour la taxonomie (collections...).

Directive Cadre « Eaux côtières »
Paramètres et indicateurs « macroalgues-angiospermes » et « invertébrés benthiques »
Ordres du jour prévisionnels
Groupes d'experts benthologiques au niveau national, 7-8 février 2005, Paris.

7/02/05, Sous-groupe « Invertébrés benthiques »

MEDD, Salle 419 , 20 avenue de Ségur, Paris 07

9h00 Accueil, organisation de la journée, commentaires sur le compte rendu provisoire de la 1ere réunion, approbation.

9h30 Actualités Directive Cadre Eau (Guillaumont et/ou A. Grouhel).

09h50 Exemple de travaux préparatoires pour la transposition de la surveillance du benthos dans le cadre DCE dans un bassin : cas de la Seine-Normandie (A. S. Barnay).

10h10 –12h30 et 13h30 15h00 Travail par atelier
(Pause repas en commun de 12h30-13h30)

Atelier substrat meubles :

- Finalisation du protocole (intertidal).
- Finalisation de la stratégie spatio-temporelle.
- Etats de référence : identification des stations, disponibilité de séries historiques.
- Choix d'indicateurs : bilan sur les différentes approches, choix d'une méthode, identification des études complémentaires et modalités d'action.
- Eléments d'estimation des coûts.

Atelier Substrats durs :

- Synthèse des indicateurs proposés, identification des priorités (grille d'évaluation tenant compte de la faisabilité technique, de la sensibilité/fiabilité, de la disponibilité d'éléments de référence, de la capacité à faire un lien avec les pressions/ des coûts).
- Protocoles : identification des sources.
- Stratégies spatio-temporelles.
- Etats de référence, principes de classification.
- Evaluation des coûts.
- Identification des lacunes, propositions d'action, modalités.

15h30 Bilan des ateliers, structuration des résultats en vue de la restitution des travaux

16h30 Assurance qualité : propositions ?

17h00 Fin de séance

8/02/05, Sous-groupe « Végétation macroalgues et angiospermes »

MEDD, Salle 5234, 20 avenue de Ségur, Paris 07

9h00 Accueil, organisation de la journée, commentaires sur le compte rendu provisoire de la 1ere réunion, approbation.

9h30 Actualités Directive Cadre Eau (Guillaumont et/ou A. Grouhel).

09h50 Exemple de travaux préparatoires pour la transposition de la surveillance du benthos dans le cadre DCE dans un bassin : cas de la Seine-Normandie (A. S. Barnay).

10h10 –12h30 et 13h30 15h00

(Pause repas de 12h30-13h30)

- Synthèse des indicateurs proposés, identification des priorités (grille d'évaluation tenant compte de la faisabilité technique, de la sensibilité/fiabilité, de la disponibilité d'éléments de référence, de la capacité à faire un lien avec les pressions/ des coûts)
- Protocoles : identification des sources.
- Stratégies spatio-temporelles.
- Etats de référence, principes de classification.
- Evaluation des coûts.

Identification des lacunes, propositions d'action.

15h30 Structuration des résultats en vue de la restitution des travaux.

16h30 Assurance qualité : propositions ?

17h00 fin de séance

ANNEXE 6 : Documents échangés avec le groupe national d'experts benthologiques

Documents généraux		
Envoi 1	Texte de la Directive Cadre Eau (A lire avec beaucoup d'attention)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/DCE 2000 60 CE-3.pdf
	Guidance on monitoring (2003) (regarder tout particulièrement les pages 68 à 76)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/WG 2.7-guidance on mon-5.pdf
	Objectifs des groupes benthos (fichier joint au mail de B. Guillaumont du 8/11/04)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/GTbenthosdce.doc
	Logistique réunion du 7/12/04 (invertébrés)	Réunion à l'Ifore, le centre de formation du MEDD, qui n'est pas loin du MEDD (voir plan d'accès ci-joint) Adresse IFORE : 4-6 rue du Général Camou. (L'IFORE est au premier étage, il n'y a pas de numéro de salle mais ce n'est pas très grand) Horaire : 9h-17h00 Plan : ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/PLAN ifore.pdf
	Logistique réunion du 8/12/04 (végétation)	Réunion au MEDD, 20 avenue de Ségur, salle 49, Paris Horaire : 9h-17h00 salle 5234
Envoi 2	Présentation N. Jeanjean « DCE Volet Eaux côtières et de transition » 18/11/04	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/MEDD_DCE-liteau18nov04.pdf
Envoi 2	Note MEDD Modalités de prise en considération des espèces invasives et des zones protégées pour la DCE	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/-51.doc
Envoi 2	Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Ecologica_Classificat-2.pdf
Envoi 2	Ordre du jour des réunions des experts Benthos 7 et 8/12/04	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Odj_GTbenthos1.doc
Envoi 3	Coordonnées des experts benthos, réunions des 7 et 8/12/04	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/feuille_presence_07_et_08-12-2004.doc

Envoi 4	Présentation de B. Guillaumont, éléments de qualité biologique relatifs au benthos, état de référence et classification, principales échéances DCE, organisation générale au niveau national et international, les apports généraux du REBENT, réunions des experts Benthos 7 et 8/12/04, Paris	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/benthos_dce_7-8_12_04.ppt
Envoi 4	Compte rendu des réunions des experts benthologues au niveau national invertébrés et végétation 7 et 8/12/05	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Cr_experts_benthos_7-8_12_04.doc
Envoi 4	Ordre du jour des réunions des experts Benthos 7 et 8/02/05	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Odj_GTbenthos2.doc
Végétation		
Envoi 1	Outils de classification défini par UK, (Marine plants tools-short description list)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Marine Plants Tools- s-2.xls
Envoi 2	Outils de classification défini par UK and Irl, (draft complet)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Draft_vegetation_uk.pdf
Envoi 2	WFD Marine Plants group making the tools work in Milford Haven Dave Jowett (UK)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/UK Plants tools Dave Jowett.ppt
Envoi 1	Outils de classification Pays-bas (faune et flore)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Ref-Maatlat OKwateren -1.pdf ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/werkdoc_2004.832 KRW-r-1.pdf
Envoi 2	Linking ecosystem status with pressures. Submerged aquatic vegetation. Danemark Jens Brogger Jensen	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Denmark linking ecosystem status with pressures.ppt
Envoi 2	Outcomes from NEA GIG Plants workshop 19-20 october 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/WFD_NEA_GIG_marine_pla3.doc
Envoi 2	Ecological evaluation of transitional and coastal waters : a marine benthic macrophytes model Orfanidis <i>et al</i> , 2001	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/EEI.pdf
Envoi 2	Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the WFD Panayotidis <i>et al</i> , 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/EEI JAP-2.pdf

Envoi 2	Estonian draft classification tools (faune et flore)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Estonian draft classification tool.doc
Envoi 2	Assessment of coastal environmental quality based on littoral community cartography : methodological approach, Torras <i>et al</i>	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Spain_Assessment_of_coastal_env_quality_based_on_litto.pdf
Envoi 3	Un outil d'évaluation de la qualité écologique du milieu littoral pour la DCE, l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i> . État d'avancement de la réflexion du « Groupe d'Athènes », C. Pergent-Martini (coordinatrice), GT experts benthos DCE végétation MEDD, Paris, 8 Décembre 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Pergent_DCE.ppt
Envoi 3	Suivi de la végétation : la spécificité méditerranéenne, les méthodes en cours, le choix d'indicateurs biologiques, M. Verlaque, GT experts benthos DCE végétation MEDD, Paris, 8 Décembre 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/verlaque_Presentation1.ppt
Envoi 3	Exemples d'avancement de la démarche DCE à l'étranger pour les eaux côtières et utilisant macroalgues, phanérogames marines et halophytes, P. Dion, GT experts benthos DCE végétation MEDD, Paris, 8 Décembre 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/DCE_etranger.ppt
Envoi 3	Acquis méthodologiques français en Manche-Atlantique : Schorres, Phanérogames marines, Macroalgues intertidales (quantitatif et qualitatifs), laminaires, maerl et blooms macroalgues, P. Dion, C. Hily, E. Ar Gall et S. Derrien, GT experts benthos DCE végétation MEDD, Paris, 8 Décembre 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Acquis_francais.ppt
Envoi 4	Surveillance de macrophytes Présentation du 8/02/05, M. Verlaque	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Verlaque_8_02_05.ppt

Envoi 4	Surveillance des posidonies pour la DCE, bilan du groupe d'intercalibration Méditerranée, présentation du 8/02/05, G. Pergent	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Pergent_050208.ppt
Envoi 4	Descriptors of Posidonia oceanica meadows : use and applications. C. Pergent-Martini <i>et al.</i>	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Publication_Bioindicators_Posidonies.pdf
Envoi 4	L'herbier de Posidonies en tant qu'indicateur du bon état écologique dans une optique DCE, G. Pergent,	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/posidonie_dce_Pergent.doc
Envoi 4	Type specific reference conditions for macrophytes in transitional and coastal waters in Scotland. M. Wilkinson	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Marine_macrophyte_reference_conditions_SEPA_2003
Envoi 4	Note de proposition sur les orientations méthodologiques pour le suivi des macroalgues et phanérogames en milieu lagunaire méditerranéen, et annexe (liste des espèces macrophytiques réactualisée par M. Verlaque), Valérie Derolez	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Fiche_Macrophytes_lagune-1.doc ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Fiche_Macrophytes_lagune-1_Annexe.xls
Envoi 4	« Towards normative definitions for Salt marshes, Seagrasses and Macroalgae, D.J. de Jong (synthèse des document de classification des Pays-bas déjà transmis dans envoi 1 en vue du NEAGIG plants subgroup meeting 19-20 mai 2005, Faro)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/normative_definitions_for_salt_marshes_rvjvb.doc
Envoi 4	Bioindicateurs, indices biotiques et la DCE, (éléments généraux sur les indicateurs ; ex appliqué à <i>Z. marina</i> ; concerne également la faune), Y. Monbet	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Bioindicateurs_monbet.doc
Envoi 4	Macrovegetation in coastal and marine waters, Swedish EPA (exemples de classifications pour les macroalgues et <i>Zostera marina</i> (zones Skagerrak-Kattegat et Baltique)	http://www.internat.naturvardsverket.se/index.php3?main=/documents/legal/assess/ass_edoc/coastdoc/macroveg.htm

Envoi 4	Eelgrass as biindicator under the WFD, Krause-Jensen <i>et al.</i> , 2005	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Krause-Jensen_et_al.2005.pdf
Envoi 4	Implementation of the Eu WFD from the Basque country : a methodological approach, Borja <i>et al.</i> , 2004 (concerne également la faune)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Borja_MarinePollutionBulletin48_2004.pdf
Envoi 4	Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters, 2003 (?), (concerne également la faune)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Portugal_reference_condition.pdf
Envoi 4	Identification of seabed indicator species to support implementation of the EU WFD K. Hiscock <i>et al.</i> (commun faune/flore)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Indicator_species_report_2005.doc
Envoi 4	Boundary setting protocol for intercalibration of benthic vegetation in the North East Atlantic Region (NEA GIG) Boundary setting protocol for intercalibration of benthic vegetation in the North East Atlantic Region (NEA GIG) Selected metrics and involved countries: Depth limit of eelgrass in Sweden and Denmark, Depth limit of macroalgal species in Sweden, Norway and Denmark, Macroalgal cover – to be developed, Macroalgal multimetric index – to be developed By Dorte Krause-Jensen <i>et al.</i> 2005	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/CIS Ecostat Draft bouVEG_oct05_draft.doc
Envoi 4	Documents transmis par le groupe d'intercalibration DCE NEA GIG, plant group en vue de la préparation du meeting de Faro 28-29/10/05	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/NEA GIG-plant Faro_28-29_10_05.zip

Invertébrés

Envoi 1	<p>Developpement of a classification sheme for the Marine Benthic Invertebrate Component, Water Framework Directive (vision de l'Agence de l'Environnement, UK pour leur territoire, consulter particulièrement les pages 7-11 mais l'ensemble est interessant. A noter que depuis ils semblent avoir abandonné l'utilisation de l'Average Taxonomic Distinctness (Clarke & Warwick, 1998)</p>	<p>ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/E1-116_E1-132-2.pdf</p>
Envoi 1	<p>Compte rendu de J. Grall IUEM(UBO)/LEMAR au groupe d'intercalibration 22-24 september 2004, Kristineberg, Suède (à lire)</p>	<p>ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/NEAGIG Benthic invertebrates.doc</p>
Envoi 1 (Bibliographie indicateurs, envoi J. Grall)	<p>Species richness of benthic macrofauna in danish estuaries and coastal areas. Jofsson <i>et al</i></p>	<p>ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/DKbentisk2004.pdf</p>
	<p>Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems : the case of Mondego estuary (Portugal) Salas <i>et al</i></p>	<p>ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Ecological Indicators 2004 Portugal.pdf</p>
	<p>Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway . R. Rygg</p>	<p>ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/ISI_Rygg.pdf</p>
	<p>Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. Rosenberg <i>et al</i></p>	<p>ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Swedish_BF.pdf</p>
	<p>The assessment of the ecological status of coastal and transitional waters based on benthic macroinvertebrates: classification and intercalibration within the Water Framework Directive. Ysebaert <i>et al</i></p>	<p>ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/WFD-benthos Ysebaert 2004 - core_doc.pdf ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/WFD-benthos Ysebaert 2004 - addendum1.pdf</p>

Envoi 1	Outils de classification Pays-bas (faune et flore)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Ref-Maatlat OKwateren -1.pdf ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/werkdoc 2004.832 KRW-r-1.pdf
Envoi 2	A contribution to classification of ecological status and intercalibration : the case of Saronikos Gulf and other examples. Grèce Simboura <i>et al</i>	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Greece Coastal Classification Mika Simboura.ppt
Envoi 2	Methodology used in the Basque Country (Spain), in the benthic quality assessment, for the Water Framework Directive. Angel Borja <i>et al</i>	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Basque Benthic tool Angel Borja.ppt
Envoi 3	Approches européennes du classement des communautés benthiques dans le cadre de la DCE : Méthodologies, Outils de classement proposés à Kristienesberg Marine Station, Septembre 2004, J. Grall, GT experts benthos DCE invertébrés MEDD, Paris, 8 Décembre 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Grall_DCE_12_20041.ppt
Envoi 3	Sélection et application d'indicateurs biologiques en zone côtière de la région à l'europe, T. Pérez, GT experts benthos DCE invertébrés MEDD, Paris, 8 Décembre 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Paris_Perez_MEDD2004.ppt
Envoi 4	Invertébrés substrats durs, synthèse des travaux du 7/02/05, T. Perez	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Substr-durs07022005-TP.doc
Envoi 4	Note de proposition sur les orientations méthodologiques pour le suivi des invertébrés benthiques en milieu lagunaire méditerranéen, Valérie Derolez	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Fiche_macrofaune_lagune_exp-1.doc
Envoi 4	Bioindicateurs, indices biotiques et la DCE, (éléments généraux sur les indicateurs notamment appliqués aux invertébrés ; concerne également <i>Z. marina</i>), Y. Monbet	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Bioindicateurs_monbet.doc

Envoi 4	Implementation of the Eu WFD from the Basque country : a methodological approach, Borja <i>et al</i> , 2004 (concerne également la flore)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Borja_MarinePollutionBulletin48_2004.pdf
Envoi 4	Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters, 2003 (?), (concerne également la flore)	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Portugal_reference_condition.pdf
Envoi 4	Indicator of stress in the marine benthos, IOC-Unesco, 2004	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/IOC_195_Ind-Stress-Benthos.pdf
Envoi 4	Establishing the ecological quality status of soft-bottom mining-impacted coastal water bodies in the scope of WFD, 2005, L. Marin-Guirao <i>et al</i>	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Borja_MarinePollutionBulletin50_2005.pdf

Fiches techniques REBENT (Pour les fiches complètes avec annexes consulter le site REBENT <http://www.ifremer.fr/rebent>)

Suivi stationnel : échantillonnage faunistique et floristique

Envoi 2	1 (v2)	Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles	C. Hily J. Grall	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT01-2003-01.pdf
	2	Suivi stationnel des bancs de Maerl	C. Hily J. Grall	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT02-2003-01.pdf
	3	Suivi stationnel des biocénoses de substrats meubles intertidaux	J. Grall C. Hily	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT03-2003-01.pdf
	4 (v2)	Suivi des herbiers de zostères	C. Hily	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT04-2003-01.pdf
	5	Suivi stationnel des estrans rocheux (faune)	C. Hily J. Grall	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT05-2003-01.pdf
	6	Suivi stationnel des estrans rocheux (flore)	E. Ar Gall S. Connan	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Suivi_stationnel_des_substrats_durs_intertidaux-flore.pdf

Envoi 3 (actualisation)	12	Substrats durs subtidiaux, suivi des limites d'extension en profondeur des ceintures algales, suivi faunistique et floristique	S. Derrien, C. Beaupoil	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT12-2004-01.pdf
Cartographie et suivi par télédétection (voir sur site REBENT http://www.ifremer.fr/rebent)				
Bancarisation et traitement des données				
Envoi 2	10	Traitement des données stationnelles	J. Grall, C. Hily	ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/FT10-2003-01.pdf
Projets de normes ISO				
Envoi 4 (Mise à jour)	PR NF EN ISO 16665 Lignes directrices pour le prélèvement quantitatif et le traitement d'échantillons de la macro-faune marine à fond mou (version du 5/9/03 réactualisation ?)		(ne peut plus être délivrée, consulter le site AFNOR)	
Envoi 4	Norme PR EN ISO 19493:2005 Guidance on marine biological surveys of littoral hard bottom (Actualisation 2005)		(ne peut plus être délivrée, consulter le site AFNOR)	

ANNEXE 7 : Plan général des fiches techniques

Fiche
n° _

Type de contrôle (surveillance, ou surveillance et opérationnel)
MASSES D'EAU CONCERNEES (COTIERES ou COTIERES + TRANSITION)

Version – Date

THEME

**VALIDATION
PAR LES EXPERTS**

Objectifs

- Présentation du thème, code(s) dans la classification des habitats EUNIS
- Intérêt/importance écologique
- Protection(s) / pressions anthropiques "subies"
- Sensibilité aux perturbations (1^{er} intérêt pour la surveillance DCE)
- Existence de réseaux de surveillance, de données historiques, de protocoles standardisés (2^{ème} intérêt)
- Lieux (Masses d'Eau) et raisons du déclenchement d'un contrôle de surveillance

Domaine géographique

- Masses d'Eau concernées (nom des districts ou des Masses d'Eau)
- Restrictions éventuelles des zones suivies au sein des Masses d'Eau sélectionnées (que le subtidal, que le rocheux, que la zone 10-50m...)

Principe de la surveillance

Schéma / tableau présentant :

- les indicateurs retenus
- les méthodes de suivi (général)
- les Masses d'Eau / zones concernées
- la fréquence des suivis

Indicateur 1

Stratégie générale

Organisation générale du suivi de l'indicateur

Stratégie spatiale

- Localisation des zones / points de suivi
- Nombre de zones/points de suivi par Masse d'Eau

Stratégie temporelle

- Période(s) d'échantillonnage (saisons)
- Périodicité (rappel des fréquences énoncées dans le principe de la surveillance)

Paramètres mesurés

- Paramètres principaux = paramètres de qualification et de quantification de l'indicateur
- Paramètres en support = paramètres permettant d'interpréter les valeurs de l'indicateur

Protocole d'échantillonnage

- Engins utilisés
- Méthodologie de prélèvement (manipulation des engins et des échantillons, moyens nécessaires...)
- Nombre et taille des prélèvements

Analyse et traitement des échantillons

- Méthode(s) de mesure des paramètres à partir des prélèvements
- Préparation, analyse, et conservation des échantillons
- Précision minimale sur les mesures (si elle est connue et nécessaire)

Analyse et traitement des données

- Post-traitements des données (notamment pour l'imagerie), calculs, corrections nécessaires des données
- Outils utilisés (SIG par exemple)
- Résultats à fournir (cartes, synthèses, analyses)

Indicateur 2

Même plan que pour l'indicateur 1.

Sites/Etat de référence

Liste de sites de référence ou critère(s) de Très Bon Etat pour le thème.

Références bibliographiques

- [1] Référence 1
- [2] Référence 2
- [3] Référence 3
- [4] ...

ANNEXE 8 : Synthèse des indicateurs proposés pour les substrats durs : faune et flore

Indicateurs concernant la faune

Indicateurs concernant la flore et la faune

Indicateurs	Zone géographique			Biocénose/ Habitats	Référentiel (Oui/non)	Faisabilité technique (Technicien, Ingénieur qualifié, Expert)	Applicabilité (Routine, à développer, à rechercher)	Spécificité	Sensibilité aux facteurs globaux	Coût (Faible, Modéré, Elevé)	Remarques
	Manche	Atlantique	Méditerranée								
Présence/absence des biocénoses remarquables	X	X	X	Remarquable	Oui	Technicien	Routine	Qualité générale du milieu	Oui	Faible	
Développement de faciès remarquables (*)	X	X	X	Remarquable	Oui	Ingénieur qualifié	Routine	Qualité générale du milieu	Oui	Modéré	
Gorgonaires : paramètres démographiques, vitalité	X	X	X	Coralligène, roches subtidales	Oui	Technicien	Routine	Qualité générale du milieu	Oui (+++ température)	Modéré	
Bryozoaires : paramètres démographiques, taux de fouling			X	Coralligène	Oui	Ingénieur qualifié	A développer	Qualité chimique	Oui (Température)	Elevé	6 espèces cibles, formes érigées
Bryozoaires : paramètres démographiques, taux de fouling		X	X	Roches	Non	Ingénieur qualifié	A rechercher	Qualité chimique	Oui (Température)	Elevé	Espèces cibles à déterminer

Distribution des Macroéchino-dermes en épibiose	X	X	X	Roches	Oui	Technicien	Routine	Qualité chimique (Matière Organique)	Non	Faible	Macroespèces visibles sans déplacement de substrat, contrôle opérationnel uniquement
Présence /absence de Pollicipes		X		Roches très battues	Oui	Technicien	Routine	Eau pure	Oui	Faible	Attention espèce exploitée
Eponges clones : Recouvrement, types de morphologie	X	X	X	Roches envasées	Non	Ingénieur qualifié	A développer	Pression sédimentaire, Matière Organique, sels nutritifs.	Non	Modéré	Distribution liée à la qualité du substrat
Grands Hydriaires, densité de population	X	X	X	Roches photophiles et sciaphiles	Non	Expert	A développer	Charge particulaire	Hydrodynamisme +	Modéré	Plumuarides
Ascidies solitaires	X	X	X	Tout étage	Oui	Expert	A développer	Charge particulaire, Sédimentation	Oui, température	Faible	
Divers rapports d'abondance	X	X	X			Expert	A développer				Bioconstructeurs /bioérodeurs Macrophytes /suspensivores

(*) **Faciès à prendre en compte** (liste non exhaustive à compléter notamment pour les végétaux)

1 : Juste présent, 2 : Localement développé, 3 : Très développé

	Faciès (Manche/Atlantique, subtidal)	Faciès (Méditerranée,subtidal)
Flore	Faciès à <i>Alaria esculenta</i> Faciès à Laminariales Algues rouges en lames dominantes Algues rouges filamenteuses dominantes	Cystoseira spp. Faciès à Halimeda Faciès à Corallinacae Laminariales profondes
Faune	Faciès à Cliones Faciès à spongiaires proliférants Faciès à gorgones Faciès à grands bryozoaires	Faciès à Cliones <i>Parazoanthus axinellae</i> Faciès à gorgones (dont corail rouge) Faciès à grands bryozoaires

ANNEXE 9 : Participation des experts benthologiques à l'élaboration/relecture des fiches

N° Fiche	Elément de qualité biologique	Rédaction V1	Relecture par les principaux experts concernés	Rédaction V2 (B. Guillaumont, E. Gauthier &...)	Relecture par l'ensemble du groupe
1	Blooms	B. Guillaumont & E. Gauthier	P. Dion & T. Perrot	S. Connan, P. Dion & I. Auby	X
2	Algues calcifiées libres	B. Guillaumont & E. Gauthier	A. Ehrhold, J. Grall & D. Hamon	A. Ehrhold, J. Grall & D. Hamon	X
3	Macroalgues intertidales Manche/Atlantique	B. Guillaumont & E. Gauthier	E. Ar Gall, P. Dion, M. Le Duff, T. Perrot & S. Connan	E. Ar Gall, P. Dion, M. Le Duff & T. Perrot	/
4	Biocénoses médiolittorales méditerranéennes	B. Guillaumont & E. Gauthier	/	/	/
5	Macroalgues infralittorales Manche/Atlantique	B. Guillaumont & E. Gauthier	/	/	/
6	Herbiers à <i>Zostera marina</i>	B. Guillaumont & E. Gauthier	C. Hily	I. Auby, C. Hily, M. Verlaque & T. Belsher	X
7	Herbiers à <i>Zostera noltii</i>	B. Guillaumont & E. Gauthier	I. Auby	I. Auby, C. Hily, M. Verlaque & T. Belsher	X
	Schorres	B. Guillaumont & E. Gauthier	M. Hardegen & S. Magnanon	/	/
8	Herbiers de Posidonies	B. Guillaumont & E. Gauthier	G. Pergent & C. Pergent-Martini	B. Andral, C.-F. Boudouresque, G. Cadiou, P. Francour, R. Kantin, G. Pergent, C; Pergent-Martini, D. Sauzade & M. Verlaque	/
9	Lagunes - Indicateur "Végétation"	V. Derolez & T. Laugier	M.Verlaque & M.Lauret	V. Derolez, T. Laugier & M. Verlaque	/
10	Macroinvertébrés benthiques de substrats meubles	B. Guillaumont & E. Gauthier	J.-M. Amouroux, I. Auby, G. Bachelet, A.-L. Barillé, A.-S. Barnay, G. Bellan, X. De Montaudoin, J.-M. Dewarumez, A. Ehrhold, F. Gentil, J. Grall, D. Hamon, C. Hily, T. Perez & E. Thiébaud	J.-M. Amouroux, I. Auby, G. Bachelet, A.-L. Barillé, A.-S. Barnay, G. Bellan, X. De Montaudoin, J.-M. Dewarumez, A. Ehrhold, F. Gentil, J. Grall, D. Hamon, C. Hily, T. Perez & E. Thiébaud	X
11	Lagunes - Indicateur "Invertébrés"	V. Derolez & T. Laugier	E.Dutrieux, J.-M.Amouroux & G.Stora	V. Derolez, T. Laugier, E.Dutrieux & J.-M.Amouroux	/