

## 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).

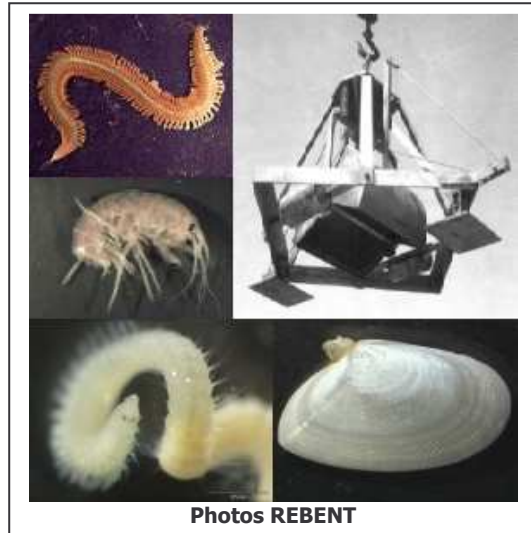
Leur suivi s'impose du fait de leur représentativité, mais également pour d'autres raisons [1] :

- 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.

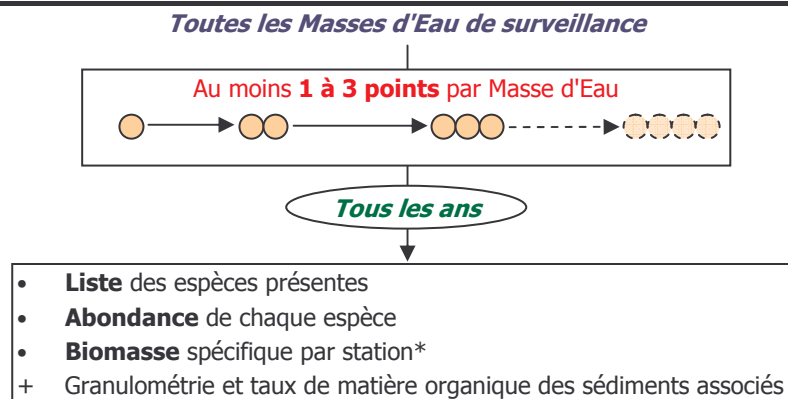
Compte tenu de l'avancement des connaissances (bilan des groupes d'intercalibration [8]) et en l'absence de contraintes techniques ou environnementales majeures, **le suivi des invertébrés de substrats meubles doit être systématiquement mis en œuvre pour le contrôle de surveillance.**



## 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 appropriées (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 0,1m<sup>2</sup> 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]: 0,1m<sup>2</sup>. 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] : 0,1m<sup>2</sup>, 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 0,25m<sup>2</sup>. Cette surface doit être atteinte avec **au minimum 5 répliqués**. Le carottier utilisé doit avoir une **section d'au moins 0,01m<sup>2</sup>**.

#### 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 QUADRIGE<sup>2</sup>, qui s'appuiera autant que possible sur le « **European Register of Marine Species (ERMS** [18]) [3].
- 4) **Les individus de chaque espèce ou taxon sont dénombrés**, exceptés pour certains taxons dont le comptage est difficile et dont la présence sera simplement mentionnée : Foraminifères, Nématodes, organismes coloniaux (liste complète dans la norme ISO 16665 [4]).

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

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

## Sédiments associés

### Paramètres mesurés

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

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

### Protocole d'échantillonnage

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

### Analyse / Traitement des échantillons

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

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

## Traitement des données

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

Les données à fournir sont au minimum [4] :

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

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

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

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

## Cas particulier des herbiers à *Zostera noltii*

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

**5 prélèvements de 0,04m<sup>2</sup>** 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/>)