

CARAC

TERIS

TIQUES ET

GOLFE DE GASCOGNE

ÉTAT

ÉCOLO

GIQUE

CARACTÉRISTIQUES ET ÉTAT ÉCOLOGIQUE

GOLFE DE GASCOGNE

JUIN 2012

ÉTAT BIOLOGIQUE

Caractéristiques biologiques - Biocénoses Biocénoses des fonds meubles du médiolittoral

Jacques Grall,
Ondine Cornubert (IUEM, Brest).



1. INTRODUCTION

1.1. CATÉGORIES D'HABITATS

L'étage médiolittoral correspond à la zone de rétention et de résurgence de la zone de balancement des marées (estran). Il se combine avec l'étage supralittoral (zone de sable sec) pour former la zone intertidale dans son ensemble.

La zone médiolittorale est sous l'influence de multiples facteurs environnementaux qui conditionnent fortement les capacités de survie des organismes au cours de la marée basse. Ainsi, les communautés benthiques qui occupent les milieux meubles intertidaux se structurent essentiellement suivant deux gradients environnementaux :

- 1- la granulométrie, qui peut varier, en fonction des conditions hydrodynamiques locales, des sédiments les plus fins jusqu'aux graviers ou cailloutis.
- 2- le profil (ou la pente) des estrans, qui contrôle directement la capacité de rétention de l'eau à basse mer, et donc la possibilité pour les organismes de rester immergés ou non.

Ces facteurs sont contrôlés principalement par l'amplitude des marées et l'exposition aux forces hydrodynamiques locales : vagues et houles, courants de marée. Les autres facteurs environnementaux contrôlant la distribution des organismes intertidaux sont liés aux variations brusques de salinité – pluies, apports continentaux – et de température (atmosphérique et de l'eau).

Malgré les fortes contraintes environnementales rencontrées, les populations faunistiques occupant la zone médiolittorale peuvent être abondantes et diversifiées, et montrent un fort potentiel en termes de production secondaire. Ces populations constituent en effet des proies potentielles pour les prédateurs supérieurs tels que crustacés, poissons, oiseaux, etc. Ces milieux ont dès lors une importance halieutique non négligeable en termes de nurseries pour les poissons plats, de nourrissage, de pêche mais également d'aquaculture : ostréiculture, vénériculture, etc. L'emprise économique de cet habitat ne se limite pas à la fonction halieutique tant il est utilisé sur le plan touristique, récréatif ou sportif.

La principale menace pesant sur les habitats du médiolittoral est tout d'abord liée aux proliférations et échouages massifs d'algues vertes (c'est le phénomène des marées vertes) voire d'autres macrophytes, entraînant hypoxies locales et changements dans la structure des peuplements. Les effluents urbains ou agricoles non traités peuvent également dégrader les peuplements intertidaux des milieux meubles. Enfin, la zone médiolittorale a souffert dans le passé de pollutions massives aux hydrocarbures. Même si la fréquence de ces accidents a beaucoup diminué, cette menace demeure.

Les biocénoses auxquelles il sera fait référence ici concernent uniquement les estrans meubles. Si elles n'apparaissent que sous une seule entrée dans les cahiers d'habitats côtiers – par exemple 1140 « Estrans de sable » –, l'emploi de la typologie EUNIS permet d'apporter des distinctions pratiques entre les communautés ayant fait l'objet d'études sur les côtes Manche-Atlantique françaises.

| TYPES DE BIOCÉNOSES | TYPLOGIE EUNIS | ÉQUIVALENTS CAHIERS D'HABITATS |
|--|----------------|---|
| Sables intertidaux mobiles propres | A2.22 | 1140_3) Estrans de sables fins (partie) |
| Sables légèrement envasés intertidaux (dominance de Polychètes Amphipodes) | A2.23 | 1140_3) Estrans de sables fins (partie) |
| Sables envasés (dominance de Polychètes / Bivalves) | A2.24 | 1140_3) Estrans de sables fins (partie) |
| Vasières littorales | A2.3 | 1140_X ? Non mentionné |

Tableau 1 : Grands types d'habitats d'estrans meubles et équivalence dans les classifications cahiers d'habitats Natura 2000 ou EUNIS 2004.

1.2. CONTEXTE GÉNÉRAL DE LA SOUS-RÉGION MARINE

Le golfe de Gascogne ainsi désigné par la DCSMM englobe toute la façade Atlantique, de la frontière espagnole jusqu'à la baie d'Audierne incluse. On peut alors différencier trois grandes zones, à savoir le golfe de Gascogne Nord soit la Bretagne sud, puis la Loire-Gironde et enfin les côtes basques et landaises.

La sous-région se caractérise par un régime de marée relativement importantes (≈ 4 m) mais moins important que ce qui est observé en Manche. Ceci entraîne des courants plus faibles, décroissant généralement des côtes de Bretagne vers le sud du golfe de Gascogne. On peut néanmoins observer des courants très forts, notamment dans le golfe du Morbihan, l'estuaire de la Gironde et du bassin d'Arcachon. La zone Loire-Gironde est très exposée aux houles importantes, d'une hauteur moyenne de 2 m, venues du large, qui déferlent sur le plateau continental, structurant très fortement les estrans sédimentaires par l'énergie dispersée. La côte est très découpée, présentant des alternances d'estrans rocheux et sableux et des habitats diversifiés [1]. Les températures de surface sont plus élevées dans le sud que celles observées sur les côtes sud de la pointe de Bretagne (≈ 18 à 24 °C en été). En hiver, ces températures sont nettement plus élevées que celles de la Manche ($10-13$ °C). Les fleuves créent localement des panaches turbides et de dessalure qui peuvent être importants (Loire, Gironde, Adour), structurant potentiellement les communautés intertidales parfois sur plusieurs dizaines de kilomètres.

2. CONNAISSANCES ET DONNÉES DISPONIBLES

Les données recueillies et classées dans ce document proviennent de différentes sources. La base de données RESOMAR [2] nous a permis d'avoir accès à la majorité des données traitées ici. Elle regroupe des données sur le benthos de tout le littoral français des membres du Réseau des Stations et Observatoires Marins.

Les documents en ligne du réseau benthique REBENT [3] nous ont permis de regrouper les informations relatives aux travaux du REBENT et de la DCE. Les DocOBs Natura 2000 fournis par l'Agence des aires marines protégées nous ont quant à eux renseignés sur tous les travaux concernant le réseau Natura 2000. Les autres données proviennent soit d'informations personnellement transmises, soit d'un travail de recherche bibliographique.

Une synthèse cartographique du benthos de la zone Loire-Gironde existe déjà, établie à partir de cartes ponctuelles et basée sur la typologie EUNIS, tout comme pour ce rapport [1]. La typologie EUNIS [4] ainsi que la correspondance établie pour les habitats français en 2008 [5] ont donc été utilisées ici pour classer les biocénoses à une échelle plus cohérente au niveau international.

2.1. DESCRIPTION ET LOCALISATION DES BIOCÉNOSES

Voir les tableaux 2 et 3 en annexe.

2.2. INVENTAIRE DES DONNÉES EXISTANTES

Afin de distinguer les données « anciennes » des données « récentes », nous avons séparé les données datant du XX^e siècle de celles datant des dix dernières années.

2.2.1. Données anciennes (avant 2001)

On ne possède aucune donnée en Bretagne sud avant 2001 pour les fonds meubles intertidaux.

Dans le cadre de l'étude globale d'environnement de l'estuaire (1976) puis des travaux diligentés par le Comité Scientifique pour l'Étude de l'Environnement de l'Estuaire (CSEEL, 1980-1984), le macrobenthos de l'estuaire de la Loire a été étudié de manière systématique et approfondie par J. Marchand et ses collaborateurs. Ces travaux ont permis de travailler sur les vasières intertidales de 2 sites, à Paimboeuf [6] où 17 stations ont été échantillonnées et à Couëron [7] où ce sont 90 stations qui ont été échantillonnées. En 1994, ce sont 50 stations sur le site de Cordemais qui furent échantillonnées, toujours en vasières intertidales [8].

En baie de Marennes-Oléron, dans les Pertuis Charentais, les vasières intertidales et les bancs de crépidules ont été étudiés en 1995 par Xavier de Montaudouin et Pierre-Guy Sauriau dans le cadre de la campagne MOB [9] [10]. 262 stations au total ont été échantillonnées une fois.

En 1988, Bachelet et Dauvin échantillonnent dans le bassin d'Arcachon les sables de plage de bas niveau au cours de la campagne SABLES_GB. Cette étude a permis d'étudier la distribution de la macrofaune dans 38 stations au niveau des différents sables de l'aval du bassin d'Arcachon [11]. Les derniers travaux du XX^e siècle dans le bassin d'Arcachon seront ceux de la campagne océanographique ARGUIN où la macrofaune benthique du banc d'Arguin a été comparée en fonction du niveau de la marée pendant 4 années de suite, de 1996 à 1999.

2.2.2. Données récentes (post-2001)

La majorité des données répertoriées en Bretagne sud sont issues des travaux de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et du Réseau Benthique REBENT. Les relevés REBENT ont commencé en 2003 pour la plage de l'Aber en baie de Douarnenez tout comme en baie de Concarneau (2 stations, à Moustierlin et Trévignon), en baie de Lorient (2 stations, à Erdeven et Gâvres), dans le golfe du Morbihan (2 stations, à Arzon et Saint-Gildas-du-Rhuys) et en 2004 à Kerjouanno [12].

En 2007, les suivis DCE ont débuté en baie d'Audierne tout comme en baie de Quiberon à Plouharnel, en baie de Vilaine (station à Damgan), en baie de Bourgneuf, au nord des Sables-d'Olonnes et dans le pertuis Breton [13]. La plupart des sédiments retrouvés sur cette zone sont des sédiments fins plus ou moins envasés. En 2008, une étude en baie de l'Aiguillon dans le cadre des études ONEMA a permis d'échantillonner les vases franches intertidales de cette région sur un ensemble de 20 stations [14] [15] [16].

Les travaux de GIP Loire Estuaire ont permis de suivre depuis 2002 le macrobenthos sur les sites de Nantes tout d'abord, avec 25 stations échantillonnées dans les vasières, puis sur le site de Couëron, de 2008 à nos jours, où 56 à 80 stations furent échantillonnées en 2008 puis 86 stations en 2010 et 2011, toujours sur les vasières de l'estuaire de la Loire. Une station des Pertuis Charentais, à Bellevue, est suivie une fois par an dans le cadre de la DCE depuis 2007 pour le macrobenthos des sables fins à moyens [13] [17] [18].

Tout comme pour le subtidal, la macrofaune des substrats meubles du bassin d'Arcachon a été très bien étudiée par la Station Marine d'Arcachon et l'Université de Bordeaux 1. Tout d'abord entre 2001 et 2003 avec la thèse de Hugues Blanchet (campagne ARC_HB) [19] pour laquelle la macrofaune a été étudiée à travers 181 stations réparties sur l'ensemble des 180 km² de la lagune selon un échantillonnage stratifié. Ces données ont servi d'état initial pour la campagne MATELLE, avant et après les travaux des bancs de la Matelle, mais également pour la campagne DISPUTE. Les travaux de la campagne MATELLE consistaient à nettoyer les récifs d'huîtres sauvages de la partie ouest du banc (44 ha sur 66 ha) afin d'installer des nouvelles concessions ostréicoles. Dans le cadre de cette campagne, 9 stations ont été suivies, en 2004 (avant travaux), en novembre 2005 (T+7 mois après travaux), en mai 2006 (T+12), en avril 2008 (T+36) et en octobre 2008 (T+41) [19] [20] [21] [22] [23]. La campagne DISPUTE (2002 – 2006) a été mise en œuvre dans le cadre du dragage d'un petit chenal (Estey) situé à l'intérieur du bassin d'Arcachon pour faciliter la navigation [19] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] et a permis d'échantillonner la macrofaune des sables fins intertidaux ainsi que des vases nues.

Deux campagnes supplémentaires ont vu le jour en 2010. Il s'agit de la campagne BETEY [31] durant laquelle 2 stations ont été échantillonnées en amont du bassin d'Arcachon et de la campagne ANDERNOS qui compte 12 stations [32]. La macrofaune intertidale de l'aval du bassin est suivie depuis 2001 sur 23 stations dans le cadre de la campagne PYLA qui correspond à l'étude d'impact dans le cadre des dragages des bancs de sables de Bernet (82 ha). Ces dragages ont lieu tous les deux ans pour restaurer les plages du Pyla avec dégorgeement dans le chenal du Pyla [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40].

Les sables intertidaux des côtes landaises (à Biscarosse) et du lac marin d'Hossegor sont suivis dans le cadre de la DCE depuis 2006 et 2007 respectivement [41] [42] [43]. Enfin, en 2008, un travail de cartographie de Galparsoro *et al.*, a identifié des sables grossiers littoraux stériles à *Eurydice pulchra* en baie d'Hendaye [44].

20 stations, situées dans le bassin d'Arcachon, la Bidassoa et le lac marin d'Hossegor, ont été suivies entre 2006 et 2008 durant la campagne océanographique OBS_ARC menée dans le cadre du programme de surveillance et d'observations commandité par l'ONEMA, [14] [15] [16] [42] [43] [45] [46].

3. SYNTHÈSE PAR BIOCÉNOSE ET TENDANCES

3.1. VASIÈRES LITTORALES

C'est un habitat dont la richesse spécifique est relativement faible, souvent dominé par le polychète *Hediste diversicolor* et le bivalve *Macoma balthica*. Ce sont souvent des zones d'accumulation de matière organique, et dont les structures et peuplements peuvent intégrer les épisodes d'hypoxie passagère en faisant apparaître des dominances d'espèces opportunistes du type cirratulidés ou capitellidés. Localement, de fortes densités de palourdes japonaises (*Ruditapes philippinarum*) peuvent apparaître.

Cette biocénose est relativement peu représentée dans la zone par rapport à la surface couverte : on la trouve dans les rias du sud Bretagne, le golfe du Morbihan, les grands estuaires, Marennes, ou encore le bassin d'Arcachon. Elle fait l'objet de suivis réguliers et semble relativement bien connue dans le centre et le sud de la zone (Loire, Pertuis, Arcachon).

À l'inverse, les vasières intertidales du sud Bretagne semblent moins bien connues. Ainsi, le golfe du Morbihan, dont les vasières intertidales marines couvrent de très grandes surfaces, constitue un site d'importance pour l'hivernage de la faune aviaire. Nous n'avons pas pu identifier d'études récentes publiées, dédiées à la compréhension de la dynamique des communautés benthiques, de leur rôle sur la faune aviaire et des impacts de la pêche à la palourde pourtant très importante sur le site. Il s'agit d'une lacune importante qu'il conviendra de combler.

3.2. SABLES PLUS OU MOINS ENVASÉS

Cette biocénose est plutôt mieux représentée dans la sous-région marine en sud Bretagne (Lorient, golfe du Morbihan, Saint-Nazaire, pertuis Breton) et au nord de la zone, ainsi que dans le bassin d'Arcachon. Elle forme souvent des estrans de pente faible qui restent saturés en eau durant l'essentiel de la marée basse. En outre, du fait de la forte hétérogénéité de sa structure sédimentaire, elle présente des communautés riches en espèces pour le milieu intertidal. La présence en forte densité d'espèces structurant le milieu impose une hétérogénéité supplémentaire, entraînant tout un cortège d'espèces supplémentaires (*Nephtys cirrosa*, *Anaitides mucosa*...). D'un point de vue fonctionnel, c'est un milieu de nourrissage pour de nombreux poissons côtiers, mais également pour tous les oiseaux hivernant en Bretagne (limicoles essentiellement).

Il s'agit également d'un habitat propice au développement de fortes densités de palourdes *Ruditapes decussatus* et *R. philippinarum*, et dans leurs parties basses de praires *Venus verrucosa*. Ces espèces font l'objet de pêche professionnelle ou récréative, ainsi que de culture extensive *in situ* (palourdes), activités qui ont un impact certain sur la biodiversité et le fonctionnement du milieu.

Les connaissances spécifiques de la biocénose de cet habitat sont relativement limitées dans la sous-région marine. Les données disponibles sont espacées à la fois dans le temps et dans l'espace. Ainsi, ses variabilités spatiales et temporelles, soumises à de fortes contraintes du fait de sa position en milieu intertidal, sont plutôt mal maîtrisées. Quelques points de suivi temporel sont réalisés dans le cadre du réseau REBENT, qui pourront dans quelques années permettre de préciser ces paramètres mais uniquement pour le nord de la sous-région marine.

3.3. SABLES FINS PROPRES

Du fait de l'ouverture du golfe de Gascogne aux houles du large, les biocénoses de sable propre sont extrêmement bien représentées sur l'ensemble de la sous-région marine. Ces milieux dispersifs, à forte énergie hydrodynamique sont souvent relativement pauvres en espèces mais jouent un rôle essentiel en tant que nurserie de poissons plats (sud Bretagne) ou zones de nourrissage des limicoles. Il s'agit de l'habitat principal

de la coque *Cerastoderma edule*, sur laquelle la pêche professionnelle a fort probablement un impact. Les plages les plus exposées aux houles du large abritent également de fortes populations de *Donax* spp. (sud Bretagne) qui font également l'objet de pêche professionnelle.

Cette biocénose a fait l'objet de nombreuses études dans le golfe de Gascogne. Certains suivis ont même été menés sur le moyen terme (Sud Bretagne, Arcachon, Vendée), dont une analyse spécifique permettrait d'obtenir une idée de la variabilité à long terme. Aucune tendance ne semble identifiable à l'heure actuelle.

4. DISCUSSION ET IDENTIFICATION DES LACUNES

Les études des peuplements benthiques du médiolittoral, relativement nombreuses et pour certaines anciennes, permettent d'avoir une vision générale relativement bonne des espèces présentes, de la biodiversité et parfois du fonctionnement écologique de ces zones.

Malgré l'identification d'études provenant de l'ensemble de la côte, il semble néanmoins y avoir des lacunes dans la connaissance précise de la répartition des habitats et de la structure de leurs communautés. Ainsi, étant donné la dispersion des données et leur hétérogénéité dans le temps et l'espace, il paraît difficile d'établir un bilan de l'état général de ces biocénoses ou même d'identifier des tendances évolutives à l'échelle de la sous-région marine.

Les zones sur lesquelles il n'y a aucune donnée quantitative récemment acquise sont nombreuses et laissent apparaître de grandes plages de méconnaissance dans la structure et l'état de santé du benthos intertidal. Ces lacunes soulignent tout l'intérêt de la mise en place de réseaux d'observation de type REBENT, qui, bien qu'incomplet et parfois discontinu, apporte un minimum d'information sur les variabilités spatiales et temporelles de biocénoses d'importance.

La mise en place de ce réseau a également permis de cartographier précisément les biocénoses dans certains secteurs ; cet effort notable est à souligner. Il faut néanmoins rappeler que ces cartes ne s'accompagnent pas de données quantitatives qui auraient pu aider à l'établissement d'indicateurs pour la DCSMM.

Certains habitats sont clairement absents ou sous-représentés dans les études que nous avons recensées ici et nécessiteraient exploration et compréhension. Il s'agit tout d'abord des sables dunaires (sables très mobiles) de très faible diversité, mais dont le peuplement présente une très forte originalité (*Haustorius* spp., *Ophelia* spp., *Spisula* spp.). Il joue un rôle important dans le cycle de certains poissons plats, comme le turbot, qui y trouvent leur nourriture.

De même, les mares permanentes de milieu meuble ne sont pas recensées. Celles-ci présentent pourtant un intérêt patrimonial, pédagogique et scientifique indéniable, donnant accès à pied à toute une faune subtidale uniquement accessible en bateau en conditions normales.

Ces éléments montrent que, malgré les connaissances acquises au cours des 50 dernières années, le besoin d'acquisition de données et de compréhension de la dynamique des communautés benthiques reste fort. Les biocénoses benthiques constituant un maillon essentiel des écosystèmes marins, la mise en œuvre de la DCSMM nécessitera une bonne maîtrise des réponses de ce compartiment face aux multiples agressions d'origine anthropique.

5. ANNEXES

| RÉGION | SITES | INSTITUTIONS | DATE | | TYPES DE BIOCÉNOSES | RÉFÉRENCES |
|---------------------------------------|--|---|-------------|-------------|--|--|
| | | | Avant 2001 | Après 2001 | | |
| BRETAGNE SUD | Baie de Dournenez Baie d'Audierne Baie de Concarneau Lorient-Gâvres Baie de Quiberon Golfe du Morbihan Baie de Vilaine | IUEM | | 2003 - 2008 | Sables fins bien classés très homogènes, denses et compacts Sables fins Sables fins à grossier Sables fins à grossier légèrement vaseux Sables moyens à grossiers propres Vases sableuses à vases pures de type semi-estuarien. Sédiments indéterminés | (12) (13) |
| PAYS DE LA LOIRE - PERTUIS CHARENTAIS | Saint-Nazaire (Paimboeuf - Couëron - Cordemais) Baie de Marennes d'Oléron | GIP Loire-Estuaire Station marine d'Arcachon | 1978 - 1995 | | Vasières intertidales Bancs de crépidules Sédiments meubles indéterminés | (6) (7) (8) (10) (14) |
| PAYS DE LA LOIRE - PERTUIS CHARENTAIS | Baie de Bourgneuf Sables d'Olonne Pertuis-Bretons Saint Nazaire (Nantes - Couëron) Pertuis Charentais (Bellevue) | IUEM GIP Loire-Estuaire Agence de l'eau Adour-Garonne | | 2002 - 2011 | Sables fins plus ou moins envasés intertidaux Sables fins exposés Sables fins à moyens Vasières intertidales | (13) (17) (18) |
| ARCACHON | Bassin d'Arcachon | Station marine d'Arcachon / Université de Bordeaux1 | 1988 - 1999 | | Sables de plage de bas niveau / niveau moyen Sédiments meubles indéterminés | (11) |
| ARCACHON | Bassin d'Arcachon | SIBA (Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon) Station marine d'Arcachon / Université de Bordeaux1 | | 2002 - 2010 | Sables fins Sables moyens Sables moyens propres à <i>Arenicola marina</i> Sables moyens propres océaniques instables intertidaux Sables vaseux et vases sableuses de bas niveaux Vases à <i>Scrobicularia plana</i> Vases nues Sédiments Meubles indéterminés | (19) (20) (21) (22) (23) (24) (26) (27) (28) (29) (30) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (47) (48) |
| CÔTE LANDAISE / CÔTE BASQUE | Côte Landaise Lac d'Hossegor Baie d'Hendaye | | | 2006 - 2008 | Sables moyens propres Sables grossiers littoraux stériles à <i>Eurydice pulchra</i> | (41) (42) (43) (44) |

Tableau 2 : Biocénoses de l'intertidal des fonds meubles du golfe de Gascogne (Tableau récapitulatif).
Un autre tableau beaucoup plus détaillé est disponible.

| TYPES DE BIOCÉNOSES | EUNIS | CAHIERS D'HABITATS | LOCALISATION | RÉFÉRENCES |
|---|--------|--------------------|--|--|
| Sables mobiles intertidaux stériles ou à dominance d'amphipodes | A2.22 | | Bassin d'Arcachon (2002 - 2006) Arcachon amont - Banc de la Matelle (2005) Côte Landaise (2006 - 2008) Lac d'Hossegor (2007 - 2008) Plage de l'Aber - Baie de Douarnenez (2003 - 2008) Baie d'Audierne (2007 - 2008) Baie de Concarneau (2003 - 2005) Plouharnel - Baie de Quiberon (2007) Golfe du Morbihan (2003 - 2006) Damgan - Baie de Vilaine (2006 - 2007) Nord Sables d'Olonnes (2007) | (12) (13) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (26) (27) (28) (29) (30) (41) (42) (43) (49) |
| Sables grossiers littoraux stériles à Eurydice pulchra | A2.221 | | Baie d'Hendaye (2008) | |
| Sables fins intertidaux stériles ou à dominance d'amphipodes | A2.23 | | Pertuis Charentais (1995) Bassin d'Arcachon (1988 - 2006) Kerjouanno - Golfe du Morbihan (2004 - 2008) Baie de Bourgneuf (2007) Pertuis Breton (2007) Nantes - Saint-Nazaire (1978 - 2011) | (6) (7) (8) (10) (11) (12) (13) (19) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) |
| Sables vaseux à dominance de Polychètes / Bivalves | A2.24 | | Arcachon amont (2002) Lorient Gâvres (2003 - 2008) | (12) (19) |

Tableau 3 : Types de biocénoses présentes et étudiées pour la sous-région.
La classification s'appuie sur la Typologie d'Habitats Benthiques éditée par Guillaumont *et al.*, 2008 (5) et sur la classification EUNIS 2004 (4).

| EXPERTS AYANT PARTICIPÉ À L'ÉTUDE: | INSTITUTIONS | TRANSMISSION D'INFORMATIONS | RELECTURE | CONTACT |
|------------------------------------|--|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Hamon Dominique | Ifremer / Dyneco | | Bretagne Sud | dominique.hamon@ifremer.fr |
| Jourde Jérôme | Université de La Rochelle | x | | jjourde@univ-lr.f |
| Lavesque Nicolas | Université de Bordeaux - Station Marine d'Arcachon | x | GG saud Bretagne Sud | n.lavesque@epoc.u-bordeaux1.fr |
| Le Bris Hervé | Agro-Campus Ouest | x | | herve.lebris@agrocampus-rennes.fr |
| Lebailleux Lise | GIP Loire Estuaire | x | | lise.lebailleux@loire-estuaire.org |
| Lebat Eric | Agence de l'eau Adour-Garonne | x | | eric.lebat@eau-adour-garonne.fr |
| Lehay Didier | Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire | x | | d.lehay@nantes.port.fr |

Tableau 4 : Participants à l'élaboration de ce document.

| N° DU LOT | NOM DE LOT | OPÉRATEUR | ENCADRANT SCIENTIFIQUE | CAMPAGNE | DATE | RÉSULTATS | SOURCE |
|-----------|--|---------------------------|------------------------|---|--------------------------|--------------|-----------|
| 1 | Manche Mer du Nord et PNM des 3 estuaires | In Vivo / Florian Labadie | | La moitié a été réalisée (du sud de la zone jusqu'à Boulogne) | | Non diffusés | (50) |
| 2 | Baie de Seine | In Vivo / Florian Labadie | | Terminée (Juin 2011) | | Non diffusés | (51) (52) |
| 3 | Golfe Normand-Breton | EcoSub / Astérie | E. Feunteun, C. Hily | Substrat Durs | | | (53) (54) |
| 4 | Atlantique Bretagne Nord | TBM / Hocer | J. Grall | CALIBRI 03 (Cartographique du Littoral Breton N°3) | 31-05-2010 AU 2-06-2010 | En cours | (55) |
| 5 | Atlantique Bretagne Sud | TBM / Hocer | J. Grall | CALIBRI 07 (Cartographique du Littoral Breton N°7) | 23-08-2010 au 31-08-2010 | En cours | (56) (57) |
| 6 | Pertuis Charentais et Estuaire de la Gironde | Créocéan | P.G. Sauriau | | | | (58) |
| 7 | Aquitaine | Créocéan | P.G. Sauriau | | | | (59) (60) |
| 8 | Bassin d'Arcachon | Créocéan | P.G. Sauriau | | | | (61) |

Tableau 5 : État d'avancement des travaux dans le cadre de Natura 2000 en Mer.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Blanchard M., Hein M., Rozec X., et Caisey X., 2008. Cartographie synthétique et analyse des peuplements benthiques sur deux secteurs du littoral français « Manche-Est » et « Loire-Gironde » Rapport de contrat Ifremer / Ministère de l'Industrie 2004-00258-00-07 « Inventaire en matériaux marins sur les façades maritimes de 11 départements côtiers » Ifremer, Département Dyneco, Laboratoire d'écologie benthique 111 pp., Brest, BP 70, 29280 Plouzané.

- [2] RESOMAR, <http://resomar-benthos.epoc.u-bordeaux1.fr/>
- [3] REBENT, REseau BENThique, <http://www.rebent.org/>
- [4] Davies C.E., Moss D. et Hill M.O., 2004. EUNIS Habitat Classification revised 2004 European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection et Biodiversity 310 pp.
- [5] Guillaumont B., Bajjouk T., Rollet C., Hily C. et Gentil F., 2008. Typologie d'habitats marins benthiques. Analyse de l'existant et propositions pour la cartographie « Habitats côtiers de la Région Bretagne ». Note de synthèse RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-06/REBENT Projets REBENT - Bretagne et Nature-Bretagne 16 p. + Annexes.
- [6] Marchand J., 1979. Les peuplements macrobenthiques du secteur polyhalin de l'estuaire de la Loire : évolution saisonnière Port autonome de Nantes-Saint-Nazaire.
- [7] Marchand J. et Elie P., 1983. Contribution à l'étude des peuplements benthiques de l'estuaire de la Loire, Tome 3 Synthèse des études du milieu vivant de l'estuaire de la Loire, Tome 5 CSEEL.
- [8] Schaan O. et J. Marchand, 1994. Cartographie des peuplements benthiques de l'estuaire de la Loire de Mindin à Cordemais - Bilan 1994 Port autonome de Nantes-Saint-Nazaire.
- [9] Blanchet H., Lavesque N., Ruellet T., Dauvin J.C., Sauriau P.G., Desroy N., Desclaux C., Leconte M., Bachelet G., Janson A.L., Bessineton C., Duhamel S., Jourde J., Mayot S., Simon S. et De Montaudouin X., 2008. Use of Biotic Indices in semi-enclosed coastal ecosystems et transitional waters habitats - Implications for the implementation of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, 8 : 360-372 pp.
- [10] De Montaudouin X. et Sauriau P.-G., 2000. Contribution to a synopsis of marine species richness in the Pertuis Charentais Sea with new insights in soft-bottom macrofauna of the Marennes-Oléron Bay. *Cahiers de Biologie Marine*, 41 : 181-222 pp.
- [11] Bachelet G. et Dauvin J.C., 1993. Distribution quantitative de la macrofaune benthique des sables intertidaux du Bassin d'Arcachon. *Oceanologica Acta*, 16(1) : 83-97 pp.
- [12] Hily C., 2005. Lieux de surveillance du Benthos, Région Bretagne - Suivi stationnel des sables intertidaux REBENT.
- [13] Desroy N., Soudant D., Auby I., Barillé A.L., Blanchet H., Gentil F., Hily C., Oger-Jeanneret H. et Sauriau P.G., 2010. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Etat écologique des masses d'eau - Année 2007 - Facade Atlantique Rapport REBENT - RST.LER/FBN-10-011-DN REBENT.
- [14] Blanchet H., Gouillieux B., Alizier S., Amouroux J.M., Bachelet G., Barillé A.L., Dauvin J.C., De Montaudouin X., Derolez V., Desroy N., Grall J., Grémare A., Hacquebart P., Jourde J., Labrune C., Lavesque N., Meirland A., Nebout T., Olivier F., Pelaprat C., Ruellet T., Sauriau P.G. et Thorin S., 2009. Soft-substratum benthic communities as a bio-evaluation tool of the Ecological Quality of estuarine transitional waters. *Ecological Indicators*.
- [15] Gouillieux B., Bachelet G., De Montaudouin X., Blanchet H., Grémare A., Lavesque N., Ruellet T., Dauvin J.-C., Sauriau P.-G., Desroy N., Olivier F., Nebout T., Grall J., Barillé A.-L., Hacquebart P., Meirland A., Jourde J., Labrune C., Amouroux J.M., Derolez V., Pelaprat C. et Thorin S., 2009. Proposition d'un indicateur benthique pour la qualification des masses d'eaux de transition pour la directive cadre sur l'eau Rapport Onema - action A231.
- [16] Gouillieux B., Bachelet G., De Montaudouin X., Blanchet H., Grémare A., Lavesque N., Ruellet T., Dauvin J.-C., Sauriau P.-G., Desroy N., Olivier F., Nebout T., Grall J., Barillé A.-L., Hacquebart P., Meirland A., Jourde J., Labrune C., Amouroux J.M., Derolez V., Pelaprat C. et Thorin S., 2010. Proposition d'un indicateur benthique pour la qualification des masses d'eaux de transition pour la directive cadre sur l'eau - Lagune Méditerranéennes Rapport Onema - action A231 50 pp.
- [17] Sauriau P.-G., 2009. Réseau Contrôle de Surveillance 2007 Masses d'eau côtière et de transition : Nord-Est Oléron (MEC FRFC01) Pertuis Charentais (MEC FRFC02) et Charente (MET FRFT01) Seudre (MET FRFT02) - Compartiments biologiques « macroalgues, zostère et macrofaune » Rapport Directive Cadre sur l'Eau DCE - Agence de l'eau Adour-Garonne.
- [18] Sauriau P.-G., 2009. Réseau de Contrôle de Surveillance 2007 Masses d'Eaux Côtières et de Transition Nord-Est d'Oléron (MEC FRFC01) Pertuis Charentais (MEC FRFC02) et Charente (MET FRFT01) Seudre (MET FRFC02). Compartiments biologiques « Macroalgues, Zostères et Macrofaune » Directive Cadre sur l'Eau.
- [19] Blanchet H., 2004. Structure et fonctionnement des peuplements benthiques du bassin d'Arcachon. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1, 221 p. + Annexes.
- [20] De Montaudouin X., Blanchet H. et Lebleu P., 2002. Nettoyage des parcs ostréicoles du Banc de la Matelle : état initial des communautés benthiques, impact. Rapport Campagne océanographique MATELLE Laboratoire d'Océanographie Biologique - Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon 42 pp.
- [21] De Montaudouin X., Cottet M. et Lebleu P., 2005. Nettoyage des parcs ostréicoles du Banc de la Matelle : étude d'impact après travaux Rapport Campagne océanographique MATELLE

- Laboratoire d'Océanographie Biologique - Syndicat Mixte du Bassin d'Arcachon 31 pp.
- [22] De Montaudouin X., Cottet M., Lavesque N., Blanchet H. et Lebleu P., 2006. Nettoyage des parcs ostréicoles du Banc de la Matelle : étude d'impact après travaux (t+1 an) Rapport Campagne océanographique MATELLE Laboratoire d'Océanographie Biologique - Syndicat Mixte du Bassin d'Arcachon 48 pp.
- [23] De Montaudouin X., Nadau A., Blanchet H., Lavesque N. et Gouillieux B., 2009. Nettoyage des parcs ostréicoles du Banc de la Matelle : étude d'impact après travaux (t+3 ans) Rapport Campagne océanographique MATELLE Laboratoire d'Océanographie Biologique - Syndicat Mixte du Bassin d'Arcachon 40 pp.
- [24] Bachelet G., Blanchet H., Cottet M., Dang C., De Montaudouin X., De Moura Queiros A., Gouillieux B. et Lavesque N., 2009. A round-the-world tour almost completed : first records of the invasive mussel *Musculista senhousia* in the North-east Atlantic (southern Bay of Biscay). *Marine Biodiversity Records*, 2 : e119 pp.
- [25] Blanchet H., De Montaudouin X., Lucas A. et Chardy P., 2004. Heterogeneity of macrozoobenthic assemblages within a *Zostera noltii* bed : diversity, abundance, biomass et structuring factors. *Estuarine, Coastal et Shelf Science*, 61 : 111-123 pp.
- [26] De Montaudouin X., Blanchet H., Lebleu P., Escaravage C. et Mercier N., 2002. Agrandissement de la souille de Dispute : état initial des communautés benthiques, impact 19 pp.
- [27] De Montaudouin X., Cottet M., Blanchet H. et Lebleu P., 2005. Impact du creusement de la nouvelle souille de Dispute sur les peuplements benthiques - Réhabilitation de l'ancienne souille, 22 pp.
- [28] De Montaudouin X., Lavesque N., Fouque P. E., Cottet M., Blanchet H. et Lebleu P., 2006. Impact du creusement de la nouvelle souille de Dispute sur les peuplements benthiques (+ 8 mois), 28 pp.
- [29] De Montaudouin X., Lavesque N. et Blanchet H., 2008. Impact du creusement de la nouvelle souille de Dispute sur les peuplements benthiques (+ 15 mois), 31 pp.
- [30] Lavesque N., Blanchet H. et De Montaudouin X., 2009. Development of a multimetric approach to assess perturbation of benthic macrofauna in *Zostera noltii* beds. *Journal of Experimental Marine Biology et Ecology*, 368 : 101-112 pp.
- [31] De Montaudouin X. et Do V.T., 2010. Aménagement et extension du port du Betey (Andernos-les-Bains) : Etat initial des communautés benthiques, 16 pp.
- [32] De Montaudouin X., Binias C. et Lavesque N., 2010. Aménagement d'une jetée à Andernos-les-Bains : état initial des communautés benthiques, impact, 23 pp.
- [33] De Montaudouin X. et Raigné H., 2001. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques. Laboratoire d'Océanographie Biologique Rapport Campagne océanographique PYLA SOGREA, 22 pp.
- [34] De Montaudouin X., Chancollon O., Blanchet H. et Lebleu P., 2003. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 0). Laboratoire d'Océanographie Biologique Rapport Campagne océanographique PYLA Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La Teste, 45 pp.
- [35] De Montaudouin X., Lucia M., Blanchet H. et Lebleu P., 2004. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 1) Rapport Campagne océanographique PYLA Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La Teste, 48 pp.
- [36] De Montaudouin X., Cottet M. et Lebleu P., 2005. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 2) Rapport Campagne océanographique PYLA Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La Teste, 50 pp.
- [37] De Montaudouin X., Garcia A., Lavesque N., Blanchet H., Cottet M. et Lebleu P., 2006. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 3) Rapport Campagne océanographique PYLA Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La Teste, 49 pp.
- [38] De Montaudouin X., Héroult A., Lavesque N. et Leconte M., 2008. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 5) Rapport Campagne océanographique PYLA Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 48 pp.
- [39] De Montaudouin X., Cajeri P. et Lavesque N., 2009. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 6) Rapport Campagne océanographique PYLA Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 46 pp.
- [40] De Montaudouin X., Gourves P. Y. et Lavesque N., 2010. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 7) Rapport Campagne océanographique PYLA Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 43 pp.
- [41] Blanchet H., Gouillieux B., Bachelet G. et Leconte M., 2007. Contrôle de surveillance DCE 2007 - Suivi de la faune invertébrés benthiques, Masses d'eau côtières Arcachon amont et aval, Côtes Landaises et Basques, Adour aval, Bidassoa et Gironde central Rapport Directive Cadre sur l'Eau Université de Bordeaux I, Centre National de la Recherche Scientifique - Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers - Laboratoire Environnement et Paléoenvironnements Océanique.
- [42] Garcia A., Blanchet H., Gouillieux B., Bachelet G., Leconte M., Lavesque N., Lebleu P., Bouillard H. et Prince

- F., 2008. Contrôle de surveillance DCE 2008 Suivi de la faune invertébrés benthiques Masses d'eaux côtières : FRFC06 - Arcachon amont, FRFC07 - Arcachon aval, FRFC08 - Côte Landaise, FRFC11 - Côte Basque Rapport Directive Cadre sur l'Eau Université de Bordeaux 1
- Centre National de la Recherche Scientifique - Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers.
- [43] Garcia A., Blanchet H., Gouillieux B., Bachelet G., Leconte M., Lavesque N., Lebleu P., Bouillard H. et Prince F., 2009. Échantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières pour le paramètre « faune invertébrée benthique » Rapport No. 2008 5 210 115 District hydrographique Adour-Garonne - UMR 5805 EPOC.
- [44] Galparsoro I., Chust G., de Casamajor M.-N., Muxika I., del Campo A., DELbée J., Caill-Milly N., Borja A., Soulier L. et Augris C., 2008. Cartographie des habitats marins de la baie de Txingudi AZTI-Tecnalia pour Euskadi-Aquitania 101 p. + annexes.
- [45] Auby I., Trust G., Blanchet H., Gouillieux B., Lavesque N., et Pothier A., 2008. Echantillonnage des sites de référence DCE pour les paramètres faune invertébrée benthique et végétation Rapport RST /LER/AR/08-001 Ifremer - Agence de l'eau Adour-Garonne 26 pp.
- [46] Cottet M., Gouillieux B., Blanchet H., De Montaudouin X., Lavesque N., Leconte M. et Sauriau P.G., 2007. Étude préliminaire de la macrofaune benthique des masses d'eau côtières et de transition du District hydrographique Adour-Garonne District hydrographique Adour-Garonne 60 pp.
- [47] De Montaudouin X., Binias C. et Lavesque N., 2010. Aménagement d'une jetée à Andernos-Les-Bains : état initial des communautés benthiques, impact Rapport Campagne océanographique ANDERNOS, 23 pp.
- [48] Bachelet G., Simon-Bouhet B., Desclaux C., Garcia-Meunier P., Mairesse G., De Montaudouin X., Raigné H., Randriambao K., Sauriau P.-G. et Viard F., 2004. Invasion of the eastern Bay of Biscay by the nassariid gastropod *Cylope neritea*: origin et effects on resident fauna. *Marine Ecology Progress Series*, 276 : 147-159 pp.
- [49] Blanchard F., Le Loc'h F., Hily C. et Boucher J., 2004. Fishing effects on diversity, size et community structure of the benthic invertebrate et fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France. *Marine Ecology Progress Series*, 280 : 249-260 pp.
- [50] InVivoEnvironnement, 2011. Rapport d'avancement pour le Lot Natura 2000 en Mer « Parc Naturel Marin des 3 Estuaires » Rapport provisoire Version 3, 21 pp.
- [51] InVivoEnvironnement, 2010. Justification du plan d'échantillonnage pour le lot Natura 2000 en Mer « Baie de Seine Occidentale ». Rapport provisoire Agence des Aires Marines Protégées, 28 pp.
- [52] InVivoEnvironnement, 2010. Justification du plan d'échantillonnage pour le Lot Natura 2000 en Mer « Récifs du Cap Levi » Agence des Aires Marines Protégées, 26 pp.
- [53] Astérie et Ecosub, 2010. Natura 2000 en Mer - Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant. Lot 3 : Golfe Normand-Breton. Rapport intermédiaire Agence des Aires Marines Protégées, 171 pp.
- [54] Astérie et Ecosub, 2011. Natura 2000 en Mer - Démarche Parc Naturel Marin. Synthèse de l'existant dans le Golfe Normand-Breton. Tome 0 : Document provisoire Agence des Aires Marines Protégées 199 pp.
- [55] TBM/Chauvaud et Hocer, 2010. Avancement du marché « Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant - Natura 2000 en mer - Lot n4 Sites DFF Atlantique Bretagne Nord » Agence des Aires Marines Protégées - Natura 2000 - Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, 5 pp.
- [56] Anonyme. Inventaires biologiques et analyse de l'existant - Lot n5 Sites DFF Atlantique Bretagne Sud Natura 2000 en mer
- [57] Anonyme, 2011. Inventaire cartographique des habitats marins du site Natura 2000 Plateau du Four FR5202010, 2011 - Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant Lot 5 Sites DFF Atlantique Bretagne Sud Natura 2000 en mer.
- [58] Créocéan, IMA, EPOC, et LIENs/CNRS, 2010. Natura 2000 en Mer - Lot 2 Pertuis Charentais et Estuaire de la Gironde : Cartographie et Evaluation des habitats marins. Phase 1 : Synthèse bibliographique des connaissances sur les habitats marins de la zone d'étude du futur PNM Dossier 1-10007R Agence des Aires Marines Protégées - Natura 2000 - Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer 175 pp., La Rochelle.
- [59] Créocéan et IMA, Décembre 2010. Natura 2000 en Mer - Lot 4 Aquitaine - Côte Basque : Cartographie et Evaluation des habitats marins. Phase 1 : Synthèse bibliographique des connaissances sur les habitats marins de la zone d'étude Dossier 10007-S Agence des Aires Marines Protégées - Natura 2000 - Ministère de l'écologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer 234 pp., La Rochelle.
- [60] Créocéan, EPOC, et IMA, 2010. Natura 2000 en Mer - Lot 4 Aquitaine - Hourtin : Cartographie et Evaluation des habitats marins. Phase 1 : Synthèse bibliographique des connaissances sur les habitats marins de la zone d'étude Dossier 10007-S Agence des Aires Marines Protégées - Natura 2000 - Ministère de l'écologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer 70 pp., La Rochelle.
- [61] Créocéan, EPOC, G. E. O. Transfert, et IMA, 2010. Natura 2000 en Mer - Lot 3 Bassin d'Arcachon : Cartographie et évaluation des habitats marins. Phase 1 : Synthèse bibliographique des connaissances sur les habitats marins de la zone d'étude du futur PNM. Dossier 1-10007-T Agence des Aires Marines Protégées - Natura 2000 - Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer 113 pp., La Rochelle.