

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 de l'infralittoral

Jacques Grall
et Ondine Cornubert (IUEM, Brest).



1. INTRODUCTION

1.1. CATÉGORIES D'HABITATS

Les habitats de fonds meubles de l'infralittoral peuvent être répartis en deux principales catégories : les fonds meubles de milieu semi-fermé et les fonds meubles de milieu ouvert.

Les fonds meubles de milieu semi-fermé se caractérisent par le fait qu'ils se trouvent à l'abri des fortes influences hydrodynamiques grâce à la présence de zones rocheuses (pointes, îlots, îles), qui réduisent drastiquement les courants de marées. Il en résulte généralement une forte sédimentation des particules fines, surtout à proximité des estuaires.

Les fonds meubles de milieu ouvert sont sous l'influence d'un fort hydrodynamisme – courants de marée et houles du large –, dans un milieu dispersif où les dépôts de particules fines sont limités.

Les deux types d'habitats cités ci-dessus sont directement sous la menace de la pêche aux engins traînants dont les impacts sont multiples. En effet, ces engins déstructurent les sédiments, dégradent les communautés benthiques en faisant disparaître certaines espèces de grande taille (parfois structurantes elles aussi), entraînant baisse de la diversité, altération du fonctionnement écologique et des flux de matière entre le fond et la colonne d'eau.

Les biocénoses des fonds meubles traitées ici appartiennent au domaine infralittoral, qui se trouve dans le prolongement de l'étage médiolittoral, de la limite inférieure de basse mer jusqu'à la limite avec le circalittoral, définie par la disparition de 99 % de la lumière reçue en surface. Cette transition se caractérise par la disparition des organismes benthiques photosynthétiques tels que les macroalgues.

Les biocénoses auxquelles il sera fait référence ici concernent uniquement les sédiments infralittoraux. Si elles n'apparaissent que sous deux entrées dans les cahiers d'habitats côtiers (1110 Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine et 1160 Grandes criques et baies peu profondes), l'emploi de la typologie EUNIS permet d'apporter des distinctions pratiques entre les communautés ayant fait l'objet d'étude sur les côtes Manche-Atlantique françaises.

Types de Biocénoses	Typologie EUNIS	Équivalents cahiers d'habitats
SABLES GROSSIERS ET GRAVIERS	A5.1	1110_3 & 1110_4
SABLES FINS À MOYENS	A5.2	1110_1 & 1110_2
VASES ET VASES SABLEUSES	A5.3 & A5.7	1160_1
SÉDIMENTS HÉTÉROGÈNES	A5.4	1160_2

Tableau 1 : Grands types d'habitats de l'infralittoral meuble et équivalence dans les classifications cahiers d'habitats N2000 ou EUNIS 2004.

1.1.1. Sables grossiers et graviers

Cet habitat se caractérise par des sédiments grossiers – de 500 µm à 1mm – mobiles qui peuvent couvrir de grandes surfaces. La fraction de coquilles mortes peut parfois représenter une part importante du sédiment (plus de 20 %), typiquement dans les avant-plages de la Manche et de la mer du Nord. La structuration des peuplements dépend essentiellement de la taille des particules sédimentaires et de l'hydrodynamisme ambiant (instabilité sédimentaire). Pour l'essentiel, ce sont des milieux ouverts dans lequel peuvent circuler les particules en suspension qui serviront de nourriture aux premiers niveaux trophiques de la faune.

Les bivalves tels que la palourde du Pacifique *Clausinella fasciata* ou les vénus *Spisula* spp., ainsi que le céphalochordé *Branchiostoma lanceolata*, sont caractéristiques de cet habitat. Sa richesse spécifique est moyenne,

mais il se caractérise également par des populations d'invertébrés abondantes. Il joue alors un rôle fonctionnel important dans les systèmes où il est présent, en tant que nourricerie de poissons plats (soles, plies, limande...) et comme abri pour les poissons fourrage.

Ce type d'habitat n'est que faiblement influencé par les apports de matière organique en excès et l'eutrophisation, du moins dans les conditions naturelles, hors apports directs sur le fond. Par contre, il fait l'objet d'extraction pour différents usages, activités qui peuvent avoir un fort impact sur les communautés présentes.

1.1.2. Sables fins à moyens

Il s'agit en fait d'avant-plages (prolongement sous-marin des plages intertidales) constituées par des sables fins – 100-200 μm – qui peuvent constituer un substrat très compact. Localement, en mer du Nord et Manche orientale, ces substrats peuvent être plus grossiers et mobiles (sables dunaires -200-400 μm). La structuration des peuplements dépend essentiellement de la taille des particules sédimentaires et de l'hydrodynamisme ambiant (instabilité sédimentaire).

Les sables fins se caractérisent par les espèces de bivalves telles que les tellines *Donax* spp. et *Abra alba* ou la mactre coralline *Macra stultorum*, ainsi que par les amphipodes Haustoridae et Ampeliscidae, tandis que les fractions plus grossières se caractérisent par une faune adaptée à l'instabilité sédimentaire (amande de mer, *Glycymeris glycymeris*, *Capsella variegata*, Haustoridae).

Cet habitat riche en espèces montre des populations d'amphipodes et de bivalves en forte abondance. Celles-ci sont exploitées par une riche faune de prédateurs tels que poissons plats (soles, turbots, plies), mullets et bars, ce qui souligne le rôle fonctionnel de nourricerie essentiel joué par cet habitat dans les systèmes côtiers. La principale menace qui pèse sur les sables fins est l'eutrophisation *via* la prolifération des algues vertes (marées vertes) engendrées par les apports terrigènes d'azote inorganique en excès. L'extraction sédimentaire, pour les fractions les plus grossières du sédiment, et la pêche aux engins traînants constituent également une menace pour cet habitat.

1.1.3 Vases et vases sableuses

Les secteurs les plus abrités de l'infralittoral peuvent abriter cet habitat caractérisé par la dominance des fractions sédimentaires les plus fines (< 63 μm). La structuration des peuplements est essentiellement contrôlée par la teneur en particules fines du sédiment ainsi que par la capacité de la faune présente à descendre en profondeur dans le sédiment (vase molle, vases indurées). L'activité bioturbatrice peut avoir une forte influence sur la structuration de la communauté elle-même. Ces vases se caractérisent par l'abondance des peuplements de polychètes maldanidés, ampharétidés, voire d'un amphipode ultra-dominant (*Haploops* spp.¹), par la présence d'épifaune vagile (turitella) ou fixée (cérianthes, virgulaires) et par une grande richesse spécifique avec de nombreuses espèces peu communes. Ces vases sublittorales constituent des zones de nourricerie pour les crustacés et poissons (raies).

Cet habitat étant sous l'influence de la sédimentation de la matière organique et constituant un milieu dans lequel la production benthique peut être forte, il s'agit d'un habitat présentant naturellement des risques d'hypoxie du fait du faible renouvellement des eaux. En cas d'eutrophisation, ce type d'habitat peut donc être directement impacté et ses communautés s'en trouver dégradées (baisse de la diversité, dominance d'espèces opportunistes).

1.1.4. Sédiments hétérogènes

Cet habitat se caractérise par la coexistence de trois fractions sédimentaires en proportion significative : vase, sables et graviers. Il est structuré par des conditions hydrodynamiques contraires, ou qui s'alternent saisonnièrement. Quoiqu'il en soit, il est toujours sous l'influence d'apports significatifs en particules fines essentiellement en été, tandis que la fraction grossière provient essentiellement des coquilles mortes de

1 Ce qui crée un habitat particulier qu'il aurait été nécessaire de traiter à part.

mollusques. Les espèces caractéristiques de cet habitat sont les mollusques *Nucula nucleus*, la vénus ovale *Timoclea ovata* et les polychètes *Lanice conchylegua* et *Terrebellides stroemi*. La fraction grossière peut servir de support à la fixation d'algues rouges épiphytes qui participent à l'hétérogénéité du substrat en favorisant toute une faune d'amphipodes qui s'en nourrissent (Melitidae, Aoridae...). La richesse spécifique est très élevée et les biomasses sont fortes. Ces communautés constituent des sources alimentaires pour des crustacés et poissons (dorades, rougets, jeunes bars, etc.) ; mais il héberge aussi des populations importantes d'espèces de fort intérêt commercial telles que coquilles Saint-Jacques, praires, palourdes, etc. En outre, les oiseaux plongeurs hivernants – grèbes, cormorans, harles et plongeurs – y trouvent une grande partie de leur nourriture.

Cet habitat étant sous l'influence de la sédimentation, et étant en outre le lieu d'une forte production benthique (macroalgues), il est également très sensible à l'eutrophisation en période estivale, qui affecte fortement structure et fonction des communautés qui y vivent. En outre, la présence d'espèces de mollusques commerciales en fait une cible privilégiée de la pêche à la drague, qui dégrade sévèrement la structure sédimentaire de l'habitat et la biodiversité qui y est associée. Enfin, cet habitat est très propice à l'installation de la crépidule, qui peut ultérieurement y proliférer.

1.2. CONTEXTE GÉNÉRAL DE LA SOUS-RÉGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE

Le golfe de Gascogne ainsi désigné par la DCSMM correspond à la partie de la façade Atlantique qui va de la frontière espagnole jusqu'à la baie d'Audierne incluse. Cette vaste zone englobe donc les sous-régions de la Bretagne sud, de la Loire-Gironde et enfin des côtes basques et landaises, et compte un certain nombre de systèmes hydro-biologiques importants tels que l'estuaire de la Loire, l'estuaire de la Gironde, et le bassin d'Arcachon.

La zone Loire-Gironde est très exposée aux houles venues du large qui déferlent sur le plateau continental. La côte est très découpée, présentant des alternances d'estrans rocheux et sableux et des habitats diversifiés [1].

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. Elles regroupent 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 quant à eux de regrouper les informations relatives aux travaux du REBENT et de la DCE. Les documents d'objectifs Natura 2000 fournis par l'Agence des aires marines protégées nous ont 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 Annexe – Tableau 2.

2.2. INVENTAIRE DES DONNÉES EXISTANTES

Voir Annexe – Tableau 1.

2.2.1. Données anciennes (avant 2001)

Michel Glémarec fut le premier à mener des études en baie de Concarneau vers 1969 dans le cadre de sa thèse [6], où il décrit cependant uniquement des vases. Il y poursuivit les suivis de 1974 à 1983 [7].

Le Bris et Glémarec ont étudié ponctuellement en 1982 la baie de Lorient [8] [9] [10] avec 29 stations réparties dans la baie. Ces travaux de recherches ont donné lieu notamment à la thèse de Hervé Le Bris [8].

La baie de Quiberon est peu documentée sur les biocénoses benthiques cependant Michel Glémarec [6] y décrit en 1969 4 peuplements à partir d'une radiale traversant la baie du nord-ouest au sud-est.

Les travaux dans le golfe du Morbihan remontent à la thèse de Glémarec [6] puis à la thèse d'Afli [11], dont les résultats ont été repris en 2000 dans une publication d'Afli et Glémarec [12]. On ne dispose d'aucune information sur l'état de ces peuplements après 1995.

Les travaux de Le Bris et Glémarec en 1985 [7] [8] [9] [10] ont permis de mettre à jour un certain nombre de types de biocénoses en baie de Vilaine (secteur côte) qui sont majoritairement des vases.

Les bancs de crépidules dans la baie de Marennes-Oléron ont été identifiés en 1995 au cours de la campagne océanographique MOB qui visait à établir l'inventaire des espèces de la macrofaune benthique de substrats meubles dans les pertuis charentais [13] [14].

La campagne CORDOUAN présente les résultats d'une étude biosédimentaire réalisée au large de l'embouchure de la Gironde. Elle comprend le site de travaux de dragages commencés en juin 1978 pour la rectification de la passe d'entrée en Gironde ainsi que le périmètre prévu pour les rejets de matériaux issus de ce creusement. Le suivi a été réalisé sur 77 stations entre 1977 et 1979, sur les sédiments de la zone dont la majeure partie appartient aux sables fins gris (38 sur 77 stations) [15] [16] [17] [18] [19] [20].

Tout le bassin d'Arcachon a été extrêmement bien étudié depuis 1973, avec l'étude du wharf de la Salie qui est soumis à un suivi depuis 1973 (jusqu'en 2009) dans le cadre des campagnes WHARF (3 campagnes : 1973-1974, 1979, 2008-2009) [17] [18] [21] [22] [23]. Les travaux de Bachelet et Dauvin (1993) [24] et de Bachelet, Montaudouin et Dauvin [25] ont initié un grand nombre d'études dans tout le bassin d'Arcachon. En 1993, Bachelet a étudié les sédiments meubles de la partie aval du bassin (Campagne SABLES_GB), résultats mis en valeur dans une publication [24].

Les sédiments subtidaux sur les côtes landaises n'ont pas été étudiés depuis l'année 1972 [30] puis 1983 [31] où ces auteurs ont mis en lumière trois types d'habitats.

2.2.2. Données récentes (post-2001)

Les invertébrés de la baie d'Audierne sont étudiés depuis 2003 *via* le REBENT et la DCE. On y trouve des sables fins dans sa partie sud, alors que sa partie nord est plutôt rocheuse [32] [33] [34] [35].

En baie de Concarneau, ce sont les travaux du REBENT, de l'Ifremer de Brest ainsi que les suivis DCE coordonnés par la station biologique de Roscoff qui suivent depuis 2003 les biocénoses répertoriées, dont des vases sableuses à *Haploops*, avec un total de 25 stations suivis par le REBENT sur l'ensemble de la zone d'étude.

Au large de Concarneau, l'archipel des Glénan est aussi bien étudié depuis 2003 dans le cadre du REBENT [36] [35]. Les sédiments vont des sables grossiers et graviers à *Branchiostoma lanceolatum* aux vases sableuses à *Amphiura filiformis*. On précisera que l'on retrouve, tout comme en baie de Concarneau, un peuplement de vases sableuses à *Haploops* dans la partie orientale de l'archipel, peuplement qui est lui aussi suivi depuis 2003. L'archipel des Glénan est classé réserve Natura 2000 (Site d'Importance Communautaire (SIC)) depuis 2008 et il a été largement échantillonné dans ce cadre en 2010. [37].

Les sables fins plus ou moins envasés de la baie de Lorient sont suivis dans le cadre de la DCE et du REBENT, travaux coordonnés par la Station Biologique de Roscoff [32] [34].

En baie d'Étel, les invertébrés des sables fins sont suivis sur un point REBENT [35].

Les travaux réalisés dans la baie de Quiberon dans le cadre du programme IMPACT (Impact physique des engins de pêche sur les fonds marins) [38] ont permis d'enrichir l'inventaire des invertébrés de cette baie, notamment en ce qui concerne les sables vaseux à turritelles *Turritella communis* et annélides polychètes *Owenia fusiformis*. Dans le cadre du REBENT, un nombre important de peuplements est suivi depuis 2003 [34] [39], dont les principaux sont les sables fins à moyens légèrement envasés à tellines, *Abra alba* et annélides polychètes, *Aponuphis bilineata* et les vases sableuses à sable vaseux à *Abra alba* et *Ampharete finmarchica*. Une station DCE est aussi suivie depuis 2007 [32].

Depuis les travaux en baie de Vilaine de Le Bris et Glémarec en 1985 [7] [8] [9] [10], les seuls travaux récents sont ceux du REBENT et de la DCE qui suivent l'ensemble des biocénoses de la baie depuis 2003, voire 2004 pour le REBENT [34] et depuis 2007 pour les stations DCE sur la côte et au large de la baie [32].

Au large de la baie de Vilaine on trouve le plateau du Four, réserve Natura 2000 dont les suivis ont commencé en avril 2011. Les premiers résultats font apparaître, entre autres, un important peuplement à *Haploops tubicola* qui couvre 2 629,64 ha [40].

Le site de la Lambarde, en face de l'embouchure de la Loire, sert de site d'immersion des déblais de dragage issus de l'entretien des fonds de la circonscription du port autonome de Nantes-Saint-Nazaire. Ce site est suivi depuis 2004 tous les 2 à 3 ans par le bureau d'étude indépendant Créocéan pour estimer l'évolution des zones impactées par les déblais, tout comme les zones hors influence de ce site. Une liste importante de biocénoses est donc suivie [41] [42] [43]. La DCE suit aussi l'évolution d'un site dans ce secteur, celui des Bouquets, qui abrite un peuplement à *Haploops tubicola* [32].

Aux alentours de l'île d'Yeu ainsi qu'au nord des Sables-d'Olonne, on ne trouve que 2 points de suivi, et aucune étude récente. Il s'agit de la pointe de Corbeaux, au sud-est de l'île d'Yeu et d'un point au large de Brétignolles (nord des Sables-d'Olonne), les deux étant suivis dans le cadre de la DCE depuis 2007 [32].

Sont également suivis 2 points DCE dans le Pertuis breton, à Arcay et La Flotte [32]. Dans le cadre de la DCE une seule station est suivie depuis 2007 sur la côte nord-est de l'île d'Oléron, à l'anse de Malconche. Il s'agit de vases sableuses [32] [44] [45] [46].

Les Pertuis charentais et d'Antioche ont été bien étudiés dans le cadre de la campagne FONSOLE (2007) qui visait à estimer la biodiversité marine de cette zone et la qualité des nourriceries de soles (*Solea solea*). Un large panel de biocénoses, telles que des sables propres, des sables fins envasés, des sables hétérogènes envasés, des vases pures et des vases sableuses y ont été échantillonnées. Malheureusement sur les 98 stations échantillonnées, seules les biocénoses de 29 stations ont été triées et identifiées.

La station de Boyardville est suivie une fois par an au mois de mars à avril dans le cadre de la DCE [32] [44] [45] [46]. On y retrouve majoritairement des vases sableuses. Cette même station, mais cette fois identifiée comme comportant des sables fins envasés à tellines, *Abra alba* et annélides polychètes, *Pectinaria koreni*, est maintenant suivie depuis avril 2011 dans le cadre d'un suivi OBIONE et de l'Université de La Rochelle, et ce pour une durée de 24 mois.

Comme nous l'avons vu, tout le bassin d'Arcachon a été extrêmement bien étudié depuis 1973 avec l'étude du wharf de la Salie qui a été suivi de 1973 jusqu'en 2009 dans le cadre des campagnes WHARF, dont l'une s'est déroulée en 2008-2009 [23]. Les travaux de Bachelet et Dauvin [24] et de Bachelet, Montaudouin et Dauvin [25] ont initié un grand nombre d'études dans tout le bassin d'Arcachon avec notamment la thèse de Hugues Blanchet en 2004 (Campagne ARC_HB) [14] [26] [27] [28] [29].

Plusieurs campagnes de suivi dans le cadre d'études d'impacts sur différents sites du bassin ont vu le jour à partir de 2002, sous la responsabilité de Xavier de Montaudouin. Tout d'abord les sables moyens des bancs de la Matelle ont fait l'objet d'un suivi de 2002 à 2008 (Campagne MATELLE, étude d'impact avant et après les travaux sur ce site, dont la thèse de H. Blanchet a fait l'état des lieux) [27] [47] [48] [49] [50], tout comme les chenaux du bassin qui ont été suivis entre 2002 et 2007, avant et après les travaux de dragage (Campagne CHENAUX_XM) [51] [52] [53] [54] [55] [56].

La campagne PHYLA a aussi débuté en 2002 (jusqu'en 2010) avec l'ensablement des plages du Pyla à partir du dragage des bancs de sables de Bernet [57] [58] [59] [60] [61] [62] [63]. Les sables moyens propres de la station Arc_148, située dans la zone aval du bassin, sont suivis dans le cadre de la DCE depuis 2007 [32] [64] [65] [66].

Enfin la campagne OBS_ARC a permis de suivre 20 stations du bassin d'Arcachon, de la Bidassoa, des côtes landaises, des côtes basques et du lac d'Hossegor de 2006 à 2008 dans le cadre de programmes de surveillances et d'observations [66] [67] [68] [69] [70] [71].

Les vases à *Tubificoides benedii* du lac d'Hossegor sont suivies depuis 2007 dans le cadre de la DCE [72] [73] [74] [75] [76]. Les espagnols du Pays basque ont aussi travaillé sur cette zone dans le cadre des travaux de l'AZTI-Tecnalia [72] [73] [74] [75] [76]. Seuls les sables moyens de la station de la DCE de cette région sont suivis depuis 2007 [32] [64] [65] [66].

3. SYNTHÈSE PAR BIOCÉNOSE ET TENDANCES

3.1. SABLES GROSSIERS ET GRAVIERS

Les sables grossiers sont plutôt présents dans le sud de la sous-région marine. Ils ont essentiellement fait l'objet de suivis sur la côte landaise, dans le bassin d'Arcachon et à l'embouchure de la Loire. Il s'agit donc d'un habitat pour lequel il est possible de décrire les variabilités spatiales, voire temporelles, mais la dispersion des données et l'hétérogénéité des techniques employées empêchent aujourd'hui de tirer des conclusions sur d'éventuelles tendances évolutives. En tout état de cause, le développement des extractions en mer des sables grossiers soulignent toutefois les besoins d'approfondissement de connaissances sur le rôle fonctionnel de cet habitat et sur la résilience de sa communauté.

3.2. SABLES FINS À MOYENS

Du fait de l'ouverture de la région sur les grandes houles d'ouest, cet habitat est extrêmement commun dans le golfe de Gascogne et en Bretagne sud. Il a fait l'objet de nombreuses investigations sur l'ensemble de la sous-région, ce qui fait que cet habitat est probablement celui qui est le mieux maîtrisé à cette échelle.

Plus récemment, le développement de séries dédiées à la Directive Cadre sur l'Eau a permis d'y mener des observations pérennes. Il manque néanmoins dans la région des séries à long terme menées sur cet habitat telles que celles qui sont menées sur le site Pierre Noire en baie de Morlaix. De telles séries permettent d'appréhender la variabilité temporelle naturelle des communautés et constituent des outils très précieux pour la compréhension de la dynamique des peuplements benthiques. Dans un but de comparaison avec les dynamiques observées en Manche, il serait nécessaire de mettre en place des séries de ce type sur ce même habitat.

3.3. VASES ET VASES SABLEUSES

Cet habitat est très commun dans la partie nord de la sous-région marine, où il couvre des surfaces très importantes, notamment dans le golfe du Morbihan, la baie de Vilaine et les pertuis. Il a largement été étudié sur l'ensemble de la sous-région marine, à l'exception du golfe du Morbihan, écosystème dans lequel les dernières investigations datent d'une quinzaine d'années. Néanmoins, l'essentiel des études y faisant référence datent du siècle dernier, il est donc impossible de dégager des tendances évolutives le concernant.

Étant donné l'importance de cet habitat à l'échelle de la sous-région, il serait nécessaire de mettre en place des séries d'observations complémentaires de celles qui le sont déjà dans le cadre du réseau REBENT et de relancer un programme d'acquisition dans le golfe du Morbihan.

3.4. SÉDIMENTS HÉTÉROGÈNES

Cet habitat est relativement peu représenté dans la sous-région marine, hormis dans les grandes baies semi-abritées du sud Bretagne (baie de Concarneau, golfe du Morbihan, baie de Vilaine) et dans le bassin d'Arcachon.

Les données disponibles ne permettent pas pour l'instant de dégager de tendances évolutives. Néanmoins, étant donné l'importance de cet habitat en termes de biodiversité, de fonctionnement des écosystèmes, et de potentiel intégrateur des épisodes d'eutrophisation, il semble impératif de relancer des programmes d'observations pérennes sur quelques stations des grands ensembles vaseux de la région.

4. DISCUSSION, IDENTIFICATION DES LACUNES

Les études des biocénoses des fonds meubles sont relativement nombreuses et pour certaines anciennes. Elles permettent d'avoir une vision générale des espèces présentes, de la biodiversité et parfois de leur fonctionnement écologique. Bien que du point de vue régional, des études provenant de l'ensemble de la côte aient pu être identifiées, il semble néanmoins y avoir des lacunes dans la connaissance précise de la répartition des habitats et de la structure de leur communautés. Certains habitats sont clairement absents ou sous-représentés dans les études que nous avons recensées ici et nécessiteraient exploration et compréhension. Les zones géographiques sur lesquelles il n'y a aucune donnée quantitative récemment acquises sont nombreuses.

L'hétérogénéité des techniques employées et la dispersion des données rend difficile une étude globale des biocénoses concernées. Néanmoins, la mise en place de bases de données (type base de données RESOMAR), rassemblant des données de tous types d'études des années 1950 jusqu'à nos jours, fournira des outils très utiles à une meilleure compréhension de l'écologie du benthos des eaux françaises.

Ces lacunes relevées soulignent également en creux tout l'intérêt de la mise en place de réseaux d'observation de type DCE ou REBENT (avec ses deux volets complémentaires sectoriel et stationnel), qui, bien qu'incomplets et parfois discontinus, apportent un minimum d'information sur les variabilités spatiales et temporelles de biocénoses d'importance. Sur le long terme, ils permettront de mieux comprendre la dynamique des biocénoses suivies ainsi que le fonctionnement général des écosystèmes côtiers. Il semble donc nécessaire de développer et pérenniser ces approches.

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 de tendances évolutives) à l'échelle régionale.

Ces éléments montrent que malgré les connaissances acquises au cours des cinquante dernières années, le besoin d'acquisition de données et de compréhension de la dynamique des communautés benthiques reste fort. Les biocénoses benthiques constituent un maillon essentiel des écosystèmes marins, et 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		
Finistère Sud	Baie de Concarneau Rade de Lorient Baie de Quiberon Golfe du Morbihan Baie de Vilaine Face sud de l'île d'Yeu	Faculté des Sciences, Université de Paris UBO Ifremer	1966 - 1995		<p>Graviers envasés à <i>Tapes aureus</i> - <i>Venus verrucosa</i> - <i>Eunice vittata</i> Sables fins à <i>Tellina fabula</i> Sables fins envasés à <i>Pectinaria koreni</i> Sables hétérogènes envasés à <i>Aapseudes latreilli</i> - <i>Melinna palmata</i> Sables envasés à <i>Ampelisca tenuicornis</i> Sables à <i>Abra alba</i> puis à <i>Ampelisca spinipes</i> Sables fins envasés à <i>Nephtys Lanice</i> Sables hétérogènes envasés à <i>Lanice conchilega</i> - <i>Nephtys hombergii</i> Sables hétérogènes envasés à <i>Crepidula fornicata</i> Sables hétérogènes envasés à <i>Nematodes</i> Sables heterogenes envasés à <i>Nucula nucleus</i> Sables hétérogènes envasés à <i>Tharys marioni</i> - <i>C. capitata</i> Sables heterogenes envasés à <i>Venerupis aurea</i> Vases sableuses à <i>Chaetozone setosa</i>- <i>Melinna palmata</i> Vases sableuses et sables envasés à <i>Turritella communis</i> Vases sableuses à <i>Maldane glebifex</i> Vases heterogenes à <i>Tharys marioni</i> Vases molles à <i>Nephtys hambregii</i> Vases molles à <i>Nucula turgida</i> Vases molles à <i>Turritella communis</i> Vases pures à <i>Andouinia tentaculata</i> Vases pures à <i>Melinna palmata</i> - <i>Clymene oerstedii</i> Vases sableuses à <i>C. neritea</i> Vases sableuses à <i>Melinna palmata</i> - <i>Marphysa bellii</i> Vases sableuses à <i>Nucula turgida</i> Vases sableuses compactées à <i>Melinna palmata</i> Vases à <i>Haploops tubicola</i> Vases à <i>Sternaspis Nucula</i> Vases sableuses à <i>Ampelisca spinimana</i> Vases sableuses à <i>Mysella bidentata et Abra sp.</i> Sédiments meubles indéterminés</p>	(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

Finistère Sud	Baie d'Audierne Archipel des Glénans Baie de Concarneau Baie de Lorient Baie de Quiberon Baie de Vilaine	Station biologique de Roscoff (Université Pierre et Marie Curie - CNRS) Ifremer Brest IUEM / UBO / LEMAR		2003 - 2009	Graviers et cailloutis Graviers et sable grossier envasés Gravier sableux à <i>Branchiostoma lanceolatum</i> - <i>Clausinella fasciata</i> Sables grossiers et graviers à <i>Branchiostoma lanceolatum</i> Sédiment hétérogène grossier Sédiments hétérogènes envasés avec présence de Maërl Sédiments hétérogènes grossiers plus ou moins envasés Sables plus ou moins envasés Sables vaseux à <i>Turritella communis</i> - <i>Owenia fusiformis</i> Sables fins envasés à <i>Amphiura filiformis</i> Sables plus ou moins envasés Sables fins à <i>Callista chione</i> Sables propres à <i>Nephtys cirrosa</i> - <i>Aponuphis bilineata</i> Sables fin à moyens à <i>Nephtys cirrosa</i> - <i>Poecilochaetus serpens</i> Sables fins à moyens légèrement envasés à <i>Abra alba</i> - <i>Aponuphis bilineata</i> Sables moyens propres et grossiers à <i>Nephtys cirrosa</i> - <i>Aponuphis bilineata</i> Sables fins à moyens mobiles infralittoraux à faune éparse à <i>Abra prismatica</i> - <i>Ophelidés</i> Sables propres mobiles avec faune dispersée, dont <i>Gastrosaccus spinifer</i> , <i>Nephtys cirrosa</i> et <i>Eurydice pulchra</i> Sables moyens à <i>Nephtys cirrosa</i> Sables fins à <i>Magelona filiformis</i> Vase sableuse à Haploops Vase pure à <i>Amphiura filiformis</i> - <i>Sternopsis scutata</i> Vases sableuses Vase sableuse à sable vaseux à <i>Abra alba</i> - <i>Ampharete finmarchica</i> Vase sableuse à sable vaseux à <i>Maldane glebifex</i> Vase pure à <i>Sternopsis scutata</i> , <i>Amphiura filiformis</i> - <i>Nucula nitidosa</i> Vases sableuses Vases sableuses à <i>Owenia fusiformis</i>	(28, 29, 30, 32, 33, 71, 72, 73)
Pays de la Loire	Grand port maritime de Nantes- St-Nazaire Site de La Lambarde - Loire (large) Pointe des Corbeaux Large de Brétignolles	GPMNSN - Créocéan Nantes Conseil Régional Poitou- Charentes CNRS - Université La Rochelle		2004 - 2009	Sable grossier à gravier propres à <i>Abra alba</i> Sable grossier propres à <i>Lumbrineris latreilli</i> Sable moyen envasé à <i>Aponuphis bilineata</i> Sables moyens à <i>Anapagurus laevis</i> Sables moyens à <i>Magelona mirabilis</i> Sables fins plus ou moins envasés Sables fins à <i>Travisia forbesii</i> Sables fins plus ou moins envasés subtidiaux (peuplement à Haploops) Sables hétérogènes envasés Vase à <i>Barnea candida</i> Vase à <i>Myrtea spinifera</i> Vase à <i>Pectinaria auricoma</i> Vase sableuse à <i>Abra alba</i> Vase sableuse à <i>Nucula turgida</i> Vase sableuse à <i>Ophiura brachiata</i> Vase sableuse à <i>Sternaspis scutata</i> Vases Pures Vases sableuses	(29, 35, 36, 37)
Golfe de Gascogne Sud	Ile d'Oléron Pertuis Breton Pertuis Charentais Pertuis d'Antioche La Rochelle	CNRS l'Houmeau Conseil Régional Poitou- Charentes OBIONE / Université La Rochelle		2007 - 2011	Sables hétérogènes envasés Sables fins envasés à <i>Abra alba</i> - <i>Pectinaria koreni</i> Sables propres Sables fins envasé Vases pures Vases sableuses	(29, 39, 40)

Golfe de Gascogne Sud	Baie de Marenne-d'Oléron Pertuis Charentais Panache de la Gironde	CPER Poitou-Charente et Contrat Conseil Général Charente-Maritime Port Autonome Bordeaux	1977 - 1995		Bancs de crépidules Sables grossiers Sables moyens Sables fins à moyens Sables fins Sédiments meubles indéterminés	(8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)
Bassin d'Arcachon	Bassin d'Arcachon	Agence de Bassin Adour Garonne CNEXO Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon Station marine d'Arcachon (Université de Bordeaux1) Commune de La Teste-de-Buch Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon	1988 - 2011		Graviers Sables moyens à grossiers Sables hétérogènes Sables moyens Sables moyens propres deltaïques Sables fins Sables fins légèrement envasés à Annélides Sables vaseux à vases sableuses Sédiments meubles indéterminés	(9, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 29, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 74, 75, 76)
Bassin d'Arcachon	Bassin d'Arcachon	Station Biologique d'Arcachon (Université de Bordeaux1) Université Aix-Marseille	1972 - 1988		Sédiments grossiers sablo-graveleux à <i>Clausinella fasciata</i> - <i>Branchiostoma lanceolatum</i> Sables vaseux à <i>Tubificoides benedeni</i> Sables fins envasés à <i>Fabulina fabula</i> , <i>Magelona mirabilis</i> Sables fins à moyens mobiles à <i>Abra prismatica</i> et <i>Ophelidés</i> Sédiments Meubles indéterminés	(19, 20, 25, 26)
Côte Basque / Côte Landaise	Lac d'Hossegor Cote Basque Baie d'Hendaye	Station Biologique d'Arcachon (Université de Bordeaux1) AZTI-Tecnalia - Euskadi-Aquitania	2007 - 2008		Graviers à <i>Dendrodoa grossularia</i> - <i>Smittina trispinosa</i> Sables et graviers appauvris de l'infralittoral à <i>Glycera lapidum</i> Sables grossiers et graviers à <i>Pontocrates arenarius</i> - <i>Eurydice pulchra</i> Sables fins plus ou moins envasés à <i>Venus fasciata</i> Sables moyens Sables fins Vases à <i>Tubificoides benedii</i>	(29, 58, 59, 60, 66, 67, 68, 69, 70, 77, 78)

Tableau 2 : Biocénoses de l'infralittoral des fonds meubles de la Manche Mer-du-Nord (Tableau récapitulatif). Un autre tableau beaucoup plus détaillé est disponible.

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.fr
Lavesque Nicolas	Université de Bordeaux - Station Marine d'Arcachon	x	GG Sud Bretagne Sud	n.lavesque@epoc.u-bordeaux1.fr
Le Bris Hervé	Agro-Campus Ouest	x		herve.lebris@agrocampus-rennes.fr
Lebailleur Lise	GIP Loire Estuaire	x		lise.lebailleur@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 3 : 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	(77)
2	Baie de Seine	In Vivo / Florian Labadie		Terminée (Juin 2011)		Non diffusés	(78, 79)
3	Golfe Normand-Breton	EcoSub / Astérie	E. Feunteun, C. Hily	Substrat Durs			(80, 81)
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	(82)
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	(37, 40)
6	Pertuis Charentais et Estuaire de la Gironde	Créocéan	P.G. Sauriau				(83)
7	Aquitaine	Créocéan	P.G. Sauriau				(84, 85)
8	Bassin d'Arcachon	Créocéan	P.G. Sauriau				(86)

Tableau 4 : 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 M.O. Hill, 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] Glémarec M., 1969. Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. Thèse de Doctorat, Université de Paris, 167.
- [7] Glémarec M., Le Bris H., Le Loc'h F. et Leguellec C., 1986. Modifications of coastal muddy area ecosystems of Southern Brittany. *Hydrobiologia*, 142 : 159-170 pp.
- [8] Le Bris H., 1988. Fonctionnement des Écosystèmes Benthiques Côtiers au Contact d'Estuaire : la Rade de Lorient et la Baie de Vilaine. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 311 pp.
- [9] Le Bris H. et Glémarec M., 1995. Macrozoobenthic communities of an oxygen under-saturated coastal ecosystem : The Bay of Vilaine (Southern Brittany). *Oceanologica Acta*, 18(5) : 573-581 pp.
- [10] Le Bris H. et Glémarec M., 1996. Marine et Brackish Ecosystems of South Brittany (Lorient et Vilaine Bays) with Particular Reference to the Effect of the Turbidity Maxima. *Estuarine, Coastal et Shelf Science*, 42 : 737-753 pp.
- [11] Afi A., 1999. Variabilité temporelle du benthos de la partie orientale du golfe du Morbihan (Bretagne). Thèse de Doctorat, Université de Brest, 194 pp.

- [12] Afli A. et Glemarec M., 2000. Long-term fluctuation of macrobenthic communities of the Morbihan gulf (Brittany, France). *Cahiers de Biologie Marine*, 41(1) : 67-89 pp.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] Bachelet G., 1981. Étude d'impact des travaux de dragage dur le milieu biologique de l'embouchure de la Gironde (Mai 1979 - Novembre 1980) Rapport Contrat Port Autonome de Bordeaux / ADERA 68 pp.
- [16] Cornet M., 1979. Étude biosédimentaire au large de l'embouchure de la Gironde (Décembre, 1977 - Novembre 1978). *Annales de l'Institut Océanographique*, 61(1) : 59-74 pp.
- [17] Cornet M., 1985. Recherches sur l'écologie des Mollusques Bivalves du plateau continental Sud-Gascogne. *Annales de l'Institut Océanographique*, 61(1) : 59-74 pp.
- [18] Cornet M., 1986. Estimation de la production d'*Abra alba* (mollusque bivalve) du plateau continental Sud-Gascogne. *Oceanologica Acta*, 9(3) : 323-332 pp.
- [19] Berghe E.V., Claus S., Appeltans W., Faulwetter S., Arvanitidis C., Somerfield P. J., Aleffi I. F., Amouroux J.-M., Anisimova N., Bachelet G., Cochrane S., Costello M.-J., Craeymeersch J., Dahle S., Degraer S., Denisenko S., Dounas C., Duineveld G., Emblow C., Escaravage V., Fabri M.-C., Fleischer D., Gremare A., Herrmann M., Hummel H., Karakassis I., Kedra M., Kendall M., Kingston P., Kotwichi L., Labruno C., Laudien J., Nevrova H., Occhipinti A., Olsgard F., Palerud R., Petrov A., Rachor E., Revkov N., Rumohr H., Sarda R., Sisternans W.-C.-H., Speybroeck J., Janas U., Hoey G.V., Vincx M., Whomersley P., Willems W., Wlodarska-Kowalczyk M., Zenetos A., Zettler M.-L. et Heip C., 2009. MacroBen integrated database on benthic invertebrates of European continental shelves : a tool for large-scale analysis across Europe. *Marine Ecology Progress Series*, 382 : 225-238 pp.
- [20] Webb T.J., Aleffi I.F., Amouroux J.M., Bachelet G., Degraer S., Dounas C., Fleischer D., Gremare A., Hummel H., Karakassis I., Kedra M., Kendall M.A., Kotwichi L., Labruno C., Nevrova E.L., Occhipinti A., Petrov A., Revkov N.K., Sarda R., Simboura N., Speybroeck J., Hoey G.V., Vincx M., Whomersley P., Willems W. et Wlodarska-Kowalczyk M., 2009. Macroecology of the European soft sediment benthos : insights from the Macroben database. *Marine Ecology Progress Series*, 382 : 287-296 pp.
- [21] Bouchet J.M. et Cornet M., 1976. Étude biosédimentaire au large de La Salie et de l'entrée du Bassin d'Arcachon Rapport Campagne océanographique WHARF La Cellulose du Pin - Université Bordeaux 1 76 pp.
- [22] Bouchet J. M., Bachelet G., Cornet M., Lissalde J.P. et Sorbe J.C., 1982. Etude de l'impact d'un émissaire en mer, à La Salie (sud des passes d'Arcachon) Rapport Campagne océanographique WHARF CNEXO / Université Bordeaux 1 89 pp.
- [23] De Montaudouin X., Bernard G., Blanchet H., Lavesque N. et Cornet M., 2009. Comparaison des peuplements benthiques autour de l'émissaire du Wharf, plage de la Salie, entre 1979 et 2009 Rapport Campagne océanographique WHARF 30 pp.
- [24] 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.
- [25] Bachelet G., De Montaudouin X. et Dauvin J.C., 1996. The Quantitative Distribution of Subtidal Macrozoobenthic Assemblages in Arcachon Bay in Relation to Environmental Factors : a Multivariate Analysis. *Estuarine, Coastal et Shelf Science*, 42 : 371-391 pp.
- [26] Blanchet H., De Montaudouin X., Chardy P. et Bachelet G., 2005. Structuring factors et recent changes in subtidal macrozoobenthic communities of a coastal lagoon, Arcachon Bay (France). *Estuarine, Coastal et Shelf Science*, 64 : 561-576 pp.
- [27] Blanchet H., 2004. Structure et fonctionnement des peuplements benthiques du bassin d'Arcachon. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1, 221 p. + Annexes.
- [28] Bachelet G., Simon-Bouhet B., Desclaux C., Garcia-Meunier P., Mairesse G., De Montaudouin X., Raigné, Randriambao H. K., Sauriau P.-G. et Viard F., 2004. Invasion of the eastern Bay of Biscay by the nassariid gastropod *Cyclope neritea* : origin et effects on resident fauna. *Marine Ecology Progress Series*, 276 : 147-159 pp.
- [29] 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.
- [30] Mombet Y., 1972. Étude bionomique du plateau continental au large d'Arcachon ; application de l'analyse factorielle. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille, 98 pp.
- [31] Cornet M., Lissalde J.P., Bouchet J. M., Sorbe J.C. et Amoureux L., 1983. Données quantitatives sur le benthos et le suprabenthos d'un transect du plateau continental sud-Gascogne.

- [32] 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.
- [33] Gentil F., 2005. Suivi stationnel des sables sublittoraux pour l'année 2005 Résultats de la surveillance du Benthos Région Bretagne Rapport REBENT - Station Biologique de Roscoff.
- [34] Gentil F., 2009. Suivi stationnel des sables sublittoraux pour l'année 2009. Résultats de la surveillance du Benthos - Région Bretagne Rapport REBENT Station Biologique de Roscoff.
- [35] Guillaumont B., Barnay A.S., Croguennec C. et Oger-Jeanneret H., 2006. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre Eau : Etat des lieux et propositions - District Loire-Bretagne Ifremer - REBENT.
- [36] Ehrhold A., Blanchet A., Hamon D., Chevalier C., Gaffet J. D. et Alix A.S., 2006. Réseau de surveillance benthique (REBENT) - Région Bretagne. Approche sectorielle subtidale : Identification et caractérisation des habitats benthiques du secteur Glénan RST/IFREMER/DYNECO/Ecologie benthique/06-03/REBENT REBENT 60 p. + 8 annexes.
- [37] Anonyme. Inventaires biologiques et analyse de l'existant - Lot n5 Sites DFF Atlantique Bretagne Sud Natura 2000 en mer.
- [38] Guyonnet B., Grall J. et Vincent B., 2008. Modified otter trawl legs to reduce damage et mortality of benthic organisms in North East Atlantic fisheries (Bay of Biscay). *Journal of Marine Systems*, 72 : 2-16 pp.
- [39] Ehrhold A., Blanchet A., Hamon D., Chevalier C., Gaffet J.D. et Alix A.S., 2010. Réseau de surveillance benthique (REBENT) - Région Bretagne. Approche sectorielle subtidale : Identification et caractérisation des habitats benthiques du secteur Quiberon RST/IFREMER/DYNECO/Ecologie benthique/10-03/REBENT REBENT 81 p. + 8 annexes.
- [40] 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.
- [41] Créocéan, 2004. Rapport d'étude Créocéan pour le Grand Port Maritime de Nantes-St-Nazaire - Campagne 2004 de suivi biosédimentaire de la zone d'immersion de La Lambarde et de ses abords. Dossier n104414 Grand port maritime de Nantes-St-Nazaire.
- [42] Créocéan, 2008. Rapport d'étude Créocéan pour le Grand Port Maritime de Nantes-St-Nazaire, Campagne 2007 de suivi biosédimentaire des sédiments à draguer et des zones d'immersion Dossier n1072060 Grand port maritime de Nantes-St-Nazaire.
- [43] Créocéan, 2009. Rapport d'étude Créocéan pour le Grand Port Maritime de Nantes-St-Nazaire - Suivi des peuplements benthiques - Site de la Lambarde, dans le cadre des mesures de suivi requises par l'autorisation d'immersion des déblais de draguage. Dossier n1-09041-R Grand port maritime de Nantes-St-Nazaire.
- [44] Sauriau P.-G., Leguay D., Lachausse N., Pothier A. et Thomas J., 2009. Surveillance faune Masses d'Eau Côtières DCE FRFC01 Nord-Est Oléron FRFC02 Pertuis Charentais Fiche de fin des opérations à la mer Contrat de prestation Ifremer Ifremer - Agence de l'eau Adour-Garonne.
- [45] Sauriau P.-G., Leguay D., Lachausse N., Pothier A. et Thomas J., 2008. Surveillance faune et flore benthique DCE Prospection Masse d'Eau FRFC01 : Nord-Est Oléron et FRFC02 : Pertuis charentais Fiche de fin des opérations à la mer Contrat de prestation Ifremer Ifremer - Agence de l'eau Adour-Garonne.
- [46] 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.
- [47] 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.
- [48] 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.
- [49] 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.
- [50] 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.
- [51] De Montaudouin X., Lavesque N., Blanchet H. et Lebleu P., 2004. Dragage des bancs de Courbey-Ouest et Graouères : impact sur les peuplements benthiques (année 1) Rapport Campagne océanographique Chenaux-XM

- [52] De Montaudouin X., Cottet M., Blanchet H. et Lebleu P., 2005. Dragage des bancs de Courbey-Ouest et de Graouères : impact sur les peuplements benthiques (année 2) Rapport Campagne océanographique CHENAUX-XM Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 49 pp.
- [53] De Montaudouin X., Cottet M., Blanchet H. et Lebleu P., 2005. Dragage des bancs La Vigne : impact sur les peuplements benthiques (année 1) Rapport Campagne océanographique CHENAUX-XM Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 28 pp.
- [54] De Montaudouin X., Cottet M., Desclaux C., Lavesque N., Blanchet H. et Lebleu P., 2006. Dragage des bancs de Jane Blanc: impact sur les peuplements benthiques (année 1) Rapport Campagne océanographique CHENAUX-XM Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 28 pp.
- [55] De Montaudouin X., Cottet M., Desclaux C., Lavesque N., Blanchet H. et Lebleu P., 2006. Dragage des bancs La Vigne : impact sur les peuplements benthiques (année 2) Rapport Campagne océanographique CHENAUX-XM Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 29 pp.
- [56] De Montaudouin X., Gouillieux B., Lavesque N. et Lebleu P., 2007. Refoulement de sédiments sur l'estran autour du chenal de Graveyron : état initial des communautés benthiques et des herbiers, impact Rapport Campagne océanographique CHENAUX-XM Laboratoire d'Océanographie Biologique - SIBA 22 pp.
- [57] 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.
- [58] 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.
- [59] 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.
- [60] 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.
- [61] 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.
- [62] 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.
- [63] 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.
- [64] 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.
- [65] 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'eau 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.
- [66] Garcia A., Blanchet H., Gouillieux B., Bachelet G., Leconte M., Lavesque N., Lebleu P., Bouillard H. et Prince F., 2009. Echantillonnage 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.
- [67] Cottet M., Gouillieux B., Blanchet H., De Montaudouin X., Lavesque N., Leconte M. et Sauriau P.G., 2007. Etude préliminaire de la macrofaune benthique des masses d'eau côtières et de transition du District hydrographique Adour-Garonne District hydrographique Adour-Garonne 60 pp.
- [68] Auby I., Trust G., Blanchet H., Gouillieux B., Lavesque N. et Pothier A., Février 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.
- [69] Gouillieux B., Bachelet G., De Montaudouin X., Blanchet H., Gremare 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.
- [70] Gouillieux B., Bachelet G., De Montaudouin X., Blanchet H., Gremare 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.
- [71] 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., Gremare 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*.
- [72] Garmendia M., Borja A. et Muxika I., 2008. Long-term environmental, climatic et anthropogenic factors affecting subtidal soft-bottom benthic communities, within the Basque coast. *Revista de Investigación Marina*, 2.
- [73] Borja Á., Aguirrezabalaga F., Martínez J., Sola J.C., García-Arberas L. et Gorostiaga J.M., 2004. In A. Elsevier Oceanography Series, Elsevier, editors, Borja, á., collins, m. oceanography et marine environment of the basque country, volume 70, 455-492 pp.
- [74] Borja Á., Valencia V., García L. et Arresti A., 1995. In Actas del iv coloquio internacional de oceanografía del golfo de vizcaya, 165-181 pp.
- [75] Borja Á., Valencia V., Uriarte A. et Castro R., 1998. Red de vigilancia y control de la calidad de las aguas litorales del País Vasco : otoño 1996-verano 1997 Unpublished report. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN 313 pp. + Annexes.
- [76] Martínez J. et Adarraga I., 2001. Distribución batimétrica de comunidades macrobentónicas de sustrato blando en la plataforma continental de Guipúzcoa (Golfo de Vizcaya). *Boletín del Instituto Nacional de Oceanografía*, 17 : 33-48 pp.
- [77] InVivoEnvironnement, 2011. Rapport d'avancement pour le Lot Natura 2000 en Mer « Parc Naturel Marin des 3 Estuaires » Rapport provisoire Version 3 21 pp.
- [78] 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.
- [79] 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.
- [80] 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.
- [81] 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.
- [82] 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.
- [83] 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.
- [84] Créocéan et IMA, 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.
- [85] 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.
- [86] 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.