

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 bathyal et de l'abyssal

Brigitte Guillaumont,
Inge van den Beld,
Jaime Davies,

Christophe Bayle (Ifremer, Brest).

Avec la collaboration de Marie-Claire Fabri (Ifremer, La Seyne-sur-Mer).



1. INTRODUCTION

Les conditions géologiques, géochimiques et physiques des fonds marins et de la colonne d'eau définissent des habitats variés abritant des communautés biologiques spécifiques. Au-delà du plateau, la pente continentale, majoritairement recouverte de sédiments, entaillée par endroits par des canyons sous-marins présentant des substrats rocheux, se prolonge jusqu'à la plaine abyssale, elle aussi généralement recouverte de sédiments fins. Ces sédiments sont formés essentiellement par les résidus des écosystèmes planctoniques et pélagiques, auxquels se rajoutent les apports d'origine continentale transitant par les canyons ou sédimentant le long de la marge. De manière générale, les apports décroissent quand la profondeur augmente, mais ils varient également selon le niveau et le régime de production primaire. Ces apports représentent également la source d'énergie qui va alimenter les communautés biologiques qui se développent sur le plancher océanique. Ces fonds sont caractérisés par des apports nutritifs faibles qui généralement décroissent quand la profondeur et la distance à la côte augmentent.

Pour les communautés sédimentaires de la sous-région marine golfe de Gascogne, l'élément structurant est en premier lieu le gradient bathymétrique fort (de 200 à 5 000 m) qui influe en particulier sur les conditions de température, de courant et d'apports trophiques. De ce fait, les communautés biologiques seront aussi structurées d'abord en relation avec le gradient bathymétrique.

Il convient cependant de rajouter à ces traits généraux une hétérogénéité des conditions environnementales, due en particulier à la proximité du continent et à la présence de nombreux canyons sous-marins, conduisant à une hétérogénéité des communautés benthiques et à un niveau élevé de la biodiversité [1].

1.1. COMMUNAUTÉS BIOLOGIQUES SÉDIMENTAIRES

Les communautés biologiques sédimentaires ont une densité et une biomasse qui décroissent avec la profondeur. Pour en faciliter l'étude et la compréhension, la communauté scientifique divise cette faune en classes de taille allant de la mégafaune, visible à l'œil nu, à la macrofaune (quelques centaines de microns), la méiofaune (quelques dizaines de microns) et les microorganismes (quelques microns). Hormis pour les microorganismes, chaque classe de taille subit une décroissance de densité et de biomasse avec la profondeur, les organismes de grande taille subissant la plus forte décroissance [2].

Alors que les traits structuraux des communautés sédimentaires sont bien connus pour varier spatialement avec un certain nombre de paramètres environnementaux comme la profondeur, la latitude et l'ensemble des facteurs associés [3] [4], ce n'est que récemment qu'ont été mis en évidence des changements saisonniers ou à d'autres rythmes, liés en particulier à la variabilité de la production primaire en surface en zone tempérée, aux changements climatiques globaux, ou à d'autres phénomènes climatiques erratiques ou récurrents [5] [6] [7].

Bien qu'encore bien mal connue, la diversité biologique des sédiments profonds est aujourd'hui suspectée d'être comparable à celle des forêts tropicales [8] [9] [10]. Cependant, si la diversité des organismes de petite taille au niveau local est aujourd'hui connue pour être très élevée (plusieurs centaines d'espèces de protozoaires et de métazoaires par m²) [11], la diversité globale de la communauté sédimentaire profonde reste encore très difficile à évaluer, de même que la distribution géographique des espèces. De plus, plusieurs études récentes montrent que plus de 90 % des espèces animales récoltées dans les grands fonds sont inconnues [12]. Quant à la diversité bactérienne, le déficit en connaissances est encore plus élevé.

Le golfe de Gascogne a fait l'objet de prospections pour l'étude des communautés benthiques profondes et de leur environnement à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle. Une première synthèse a été rédigée par Le Danois en 1948 [13]. Puis, dans les années 1970, le CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans) a mené douze campagnes, focalisées pour l'essentiel sur une radiale au nord du golfe, dans la zone de la terrasse de Meriadzeck, par des fonds supérieurs à 2 000 m. Les principaux résultats ont été rassemblés dans l'ouvrage coordonné par Laubier et Monniot (1985) [14]. Plus récemment, quelques études ont été réalisées sur la zone du canyon du Cap Ferret au sud du golfe.

1.2. ESPÈCES REMARQUABLES

Une attention particulière est portée au sein des conventions internationales et des directives européennes sur certains habitats et espèces rares, sensibles, fonctionnellement importants, menacés ou en déclin, qu'il s'avère nécessaire de protéger contre les effets néfastes des activités humaines, en particulier les effets destructeurs des activités de pêche. Certains de ces habitats, tels que les « vases à pennatules et macrofaune fouisseuse », les « jardins de coraux » et les « agrégats d'éponges » sont présents sur les fonds meubles profonds du golfe de Gascogne. L'intégrité de ces habitats ou espèces peut être utilisée comme un indicateur de la qualité du milieu. Les premières données sont décrites dans l'ouvrage de Le Danois [13]. De nouvelles données ont été acquises dans le cadre du projet européen CoralFISH mené entre 2008 et 2012, projet dont l'objectif général était d'étudier les relations coraux/poissons/pêcheries.

Il s'agissait en particulier d'acquérir des images du fond sur la pente continentale où se concentrent ces « Écosystèmes Marins Vulnérables » (EMVs). Ces données d'imagerie, ainsi que des données plus anciennes résultant de campagnes halieutiques ou géologiques et des données résultant de campagnes étrangères, ont été analysées pour fournir une première synthèse provisoire de leur répartition [15].

Le rebord du plateau, situé aux environs de 200 m [16], a été retenu comme limite supérieure du bathyal. En l'absence d'indication régionale, 2 700 m a été retenu comme limite inférieure du bathyal [17], la zone la plus profonde correspondant à l'abyssal. La zone bathyale est formée d'une succession de canyons et d'interfluves [18] présentant une morphologie particulièrement complexe : présence de ravines, de chenaux, de zones d'effondrement, de crêtes, de marches, de falaises...

2. DONNÉES DISPONIBLES

Les données concernant les communautés des substrats meubles de la zone considérée proviennent de la bibliographie, des bases de données Ifremer Biocean [19] et OSPAR, de la base de données décrite par Hall-Spencer en 2007 [20] et d'analyses d'enregistrements vidéo des fonds de mer.

Les données les plus anciennes proviennent de l'étude de Le Danois en 1948 [13] qui s'est intéressé, au cours de trente années de travaux de recherche, aux conditions environnementales géologiques et hydrologiques et aux peuplements benthiques profonds du golfe de Gascogne, de l'Irlande à l'Espagne (figure 1). À noter que, si Le Danois s'est appuyé sur de nombreux points d'observation dont la localisation est connue, peu de données brutes ont été retrouvées.

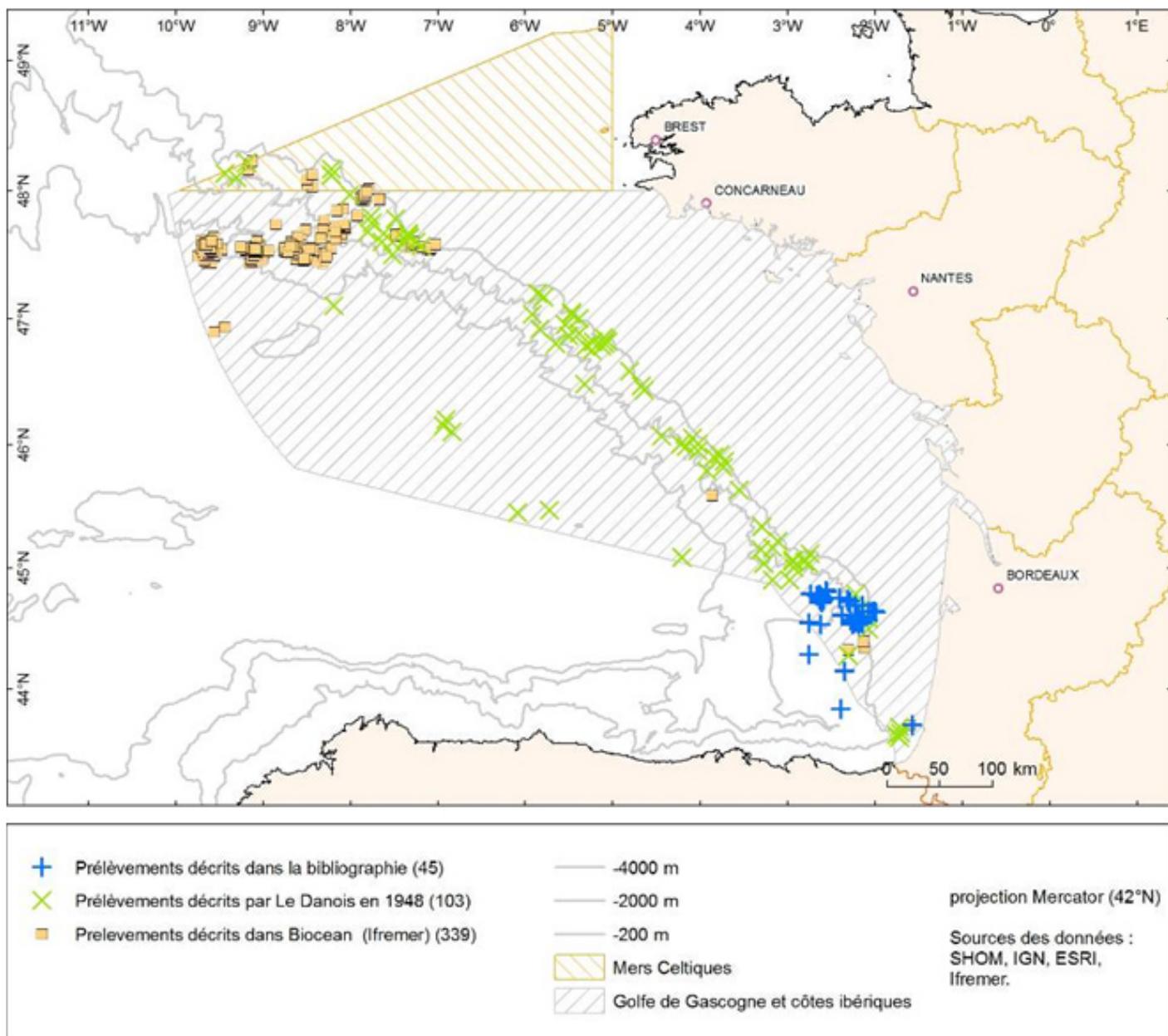
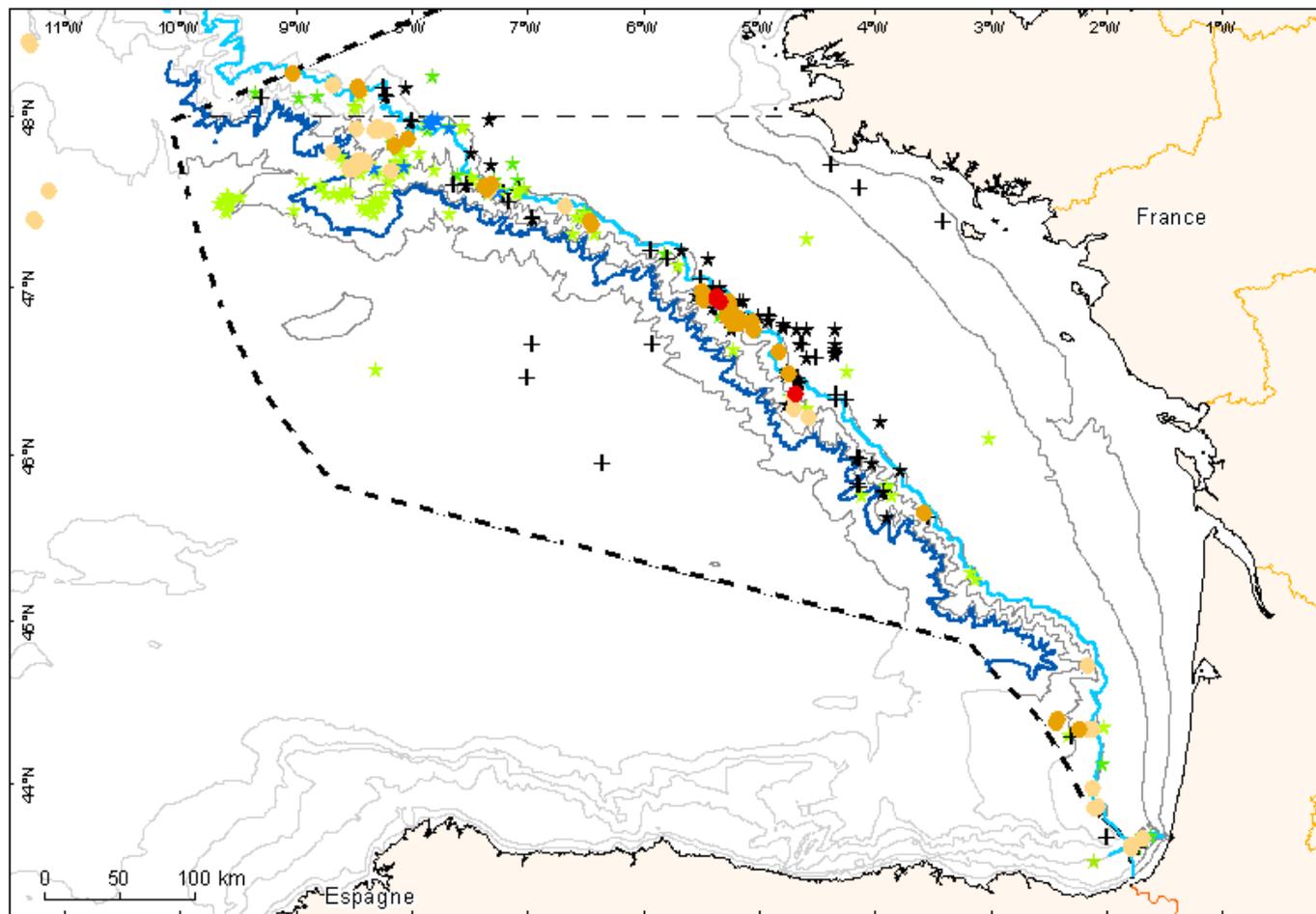


Figure 1 : Localisation géographique des prélèvements concernant des communautés de substrats meubles dans le domaine bathyal-abyssal, sous-région marine golfe de Gascogne (Sources : SHOM, IGN, ESRI, Ifremer, 2011).

Les données de la base Biocean proviennent pour la majeure partie des douze campagnes du programme BIOGAS mené par le CNEXO, et réalisées entre 1972 et 1981 ; l'essentiel des résultats a été publié en 1985 dans l'ouvrage de Laubier et Monniot [14]. La très large majorité des prélèvements se situe au nord de la zone sur un axe est-ouest situé à proximité de la terrasse de Meriadzeck (figure 1). Deux sites du sud du golfe de Gascogne ont été échantillonnés de manière moins intensive.

À noter que la bancarisation a été effectuée par les taxinomistes à partir d'échantillons prélevés, tous les groupes n'ayant pas été traités, les listes d'espèces ne sont donc pas exhaustives. De plus, certains taxons vulnérables, largement répandus mais uniquement observés et non prélevés, ne figurent pas non plus dans la base alors que des observations de terrain mentionnent des densités relativement importantes : c'est le cas des éponges et des protozoaires de grande taille de type xénophyophores. La composition spécifique des échinodermes de ces communautés ainsi que les traits structuraux des communautés de mégafaune, macrofaune et méiofaune ont également fait l'objet de publications ultérieures [21] [22].

Dans le sud du golfe de Gascogne (figure 1), outre les données bancarisées dans Biocean [19], les informations sont d'origine bibliographique et concernent essentiellement les foraminifères benthiques [23] [24] [25] [26], la communauté de macrofaune suprabenthique [27] [28] et les amphipodes [29].



Transects vidéos

- Analyse complète
- Analyse partielle (Distribution des espèces et habitats vulnérables)
- Analyse sommaire (Présence/absence d'EMVs)

Bases de données, Littérature

- ★ OSPAR Habitats menacés ou en déclin, données acquises depuis 1950
- ★ OSPAR Habitats menacés ou en déclin, données acquises avant 1950
- ★ Autres bases et données de la littérature acquises depuis 1950
- + Autres bases et données de la littérature acquises avant 1950

--- Limite de la sous-région golfe de Gascogne

-.-.- Limite ZEE

— Rebord du plateau

— Isobathe 2700m (Limite Bathyal/Abyssal)

projection Mercator (46°N)
Sources des données : Ifremer, OSPAR, UNEP, SHOM, IGN, ESRI

Figure 2 : Localisation géographique des bases de données relatives aux EMVs et plongées d'observations effectuées dans le domaine bathyal-abyssal, sous-région golfe de Gascogne (Sources : Ifremer, OSPAR, UNEP, SHOM, IGN, ESRI, 2010).

La majeure partie des données sur les Écosystèmes Marins Vulnérables (EMVs) provient de l'analyse (focalisée sur la présence d'EMVs) de vidéos du fond collectées au cours de près de 70 plongées réalisées entre 1981 et 2010, au cours de 12 campagnes françaises et européennes : CYMOR2 (1981), OBSERVHAL (1996 et 1998), VITAL (2002), Belgica (2006, 2008), CE0908 (2009), EVHOE (2008, 2009, 2010), BOBGEO1 et 2 (2009, 2010) (figure 2).

Pour les 3 premières campagnes, des submersibles habités (Nautilie ou Cyana) ont été utilisés. Pour les campagnes VITAL, Belgica et CE0908 des ROVs (« Remotely Operated Vehicles », véhicules sous-marins téléguidés) ont été employés. Dans les deux cas, outre l'imagerie recueillie, ces campagnes ont permis la récolte de rares échantillons. Pour les missions BOBGEO et EVHOE les prises de vue ont été réalisées à l'aide d'une structure sur câble équipée d'une caméra et d'un appareil photo (SCAMPI) ; aucune prise d'échantillon n'était possible.

Les six dernières campagnes ont été réalisées dans le cadre du projet européen FP7 CoralFISH pour l'étude des habitats coralliens et des relations entre récifs de coraux, poissons et pêcheries. Une nouvelle campagne de grande ampleur (BOBECO) était prévue en septembre-octobre 2011 avec le ROV Victor. Les résultats de ce projet étaient attendus pour la fin de l'année 2012.

Dans le cadre du projet CoralFISH, les données analogiques des campagnes anciennes ont été numérisées et géoréférencées, à l'exception de CYMOR2 pour laquelle les données de navigation ne sont plus disponibles. La procédure d'annotation des vidéos développée dans le cadre de CoralFISH a été appliquée à la campagne CE0908 qui a été entièrement analysée, permettant la caractérisation de l'ensemble de l'épifaune de grande taille. En vue du bilan initial, les autres campagnes CoralFISH ainsi que les campagnes VITAL et BELGICA 2008 ont fait l'objet d'une procédure d'analyse simplifiée qui n'a concerné que les espèces et habitats d'EMVs (coraux et éponges). Pour les campagnes les plus anciennes, seule la présence/absence de ces EMVs par plongée a été signalée.

Des données complémentaires sur les EMVs sur substrat meuble (scléactiniaires solitaires, gorgones, pennatulaires, éponges) sont issues de la base de données décrite par Hall-Spencer *et al.* en 2007 [20]. Ces données proviennent essentiellement des travaux de taxonomie et de synthèse de Zibrowius en 1980 [30] pour les scléactiniaires et de Grasshoff en 1981 [31] [32] pour les octocoralliaires et les antipathaires (figure 3). À noter que des erreurs de localisation de données anciennes, liées à un mauvais choix du méridien de référence (Greenwich en lieu et place de Paris) ont été détectées. L'actualisation de la distribution des scléactiniaires réalisée en 2008 par Reveillaud *et al.* [33] a également été prise en compte.

Toutes les sources d'informations biologiques ont été harmonisées selon le référentiel taxonomique WORMS Register. Seules les occurrences dans la ZEE française des espèces d'EMVs profondes sont prises en compte.

3. COMMUNAUTÉS DE SUBSTRATS MEUBLES

À partir des données récoltées au cours de trente années d'études dans le golfe de Gascogne, Le Danois a décrit des faciès « bionomiques » et en a étudié la répartition géographique. Bien qu'anciennes, ces données sont les seules qui donnent une idée générale des communautés de substrats meubles pour la zone qui nous intéresse. Sur la pente Atlantique, il a identifié plusieurs faciès « vaseux » stratifiés le long du gradient bathymétrique de 200 à 5 000 m de profondeur. À chaque faciès est associée une liste d'espèces représentant la majorité des groupes faunistiques, mettant en exergue les espèces caractéristiques des différents faciès ainsi que quelques espèces accompagnatrices.

Ainsi, entre 200 et 500 m, la faune de grande taille est dominée par les échinodermes dont les échinides sont les principaux représentants, puis les holothurides, les ophiurides (qui forment des faciès spécifiques) et les astérides. Le Cidaridae *Cidaris cidaris* (espèce clé de ce biotope) et l'holothuride *Parastichopus tremulus* sont les espèces dominantes.

Entre 500 et 1 000 m, ce sont les astérides qui dominent avec l'espèce clé *Pontaster tenuispinus*, accompagnée de nombreuses Brisingidae. La présence des pennatulacées (*Kophobelemnion stelliferum*) et *Umbellula* est notée (voir ci-dessous les espèces remarquables).

Entre 1 000 et 2 000 m, zone de transition où l'influence des apports d'origine continentale s'atténue, de grands changements faunistiques interviennent. Ici sont signalées des formations placées à la base des massifs coralliens, désignées comme faciès infra-coralliens, abritant des espèces remarquables (voir ci-dessous). Ce sont les oursins mous échinothuridés qui dominent la communauté sédimentaire, accompagnés par les astérides et les ophiurides. Le Danois note également une décroissance de la densité animale.

Entre 2 000 et 3 000 m, c'est le niveau dont la limite supérieure est marquée par l'apparition des holothurides élasipodes (à l'exception du genre *Laetmogone* présent plus haut) et des éponges hexactinellides du genre *Hyalonema*.

À partir de 3 000 m se produit un important changement faunistique ; c'est surtout la raréfaction de la vie animale qui est marquante. Ici, les holothurides élasipodes (dont *Oneirophanta*, *Psychropotes* et *Benthodytes* sont les genres principaux) dominent la communauté, accompagnées par des astérides et ophiurides. Il convient de noter que les communautés biologiques décrites par Le Danois correspondent à la faune de grande ou moyenne taille, prélevée par chalutage ou dragage. L'endofaune (macro- et méiofaune) qui représente la quasi-totalité de la diversité biologique des sédiments profonds n'est pas considérée dans ce travail.

Le programme BIOGAS mené dans les années 1970 avait pour objectif principal une étude d'écologie quantitative des communautés benthiques profondes du golfe de Gascogne. Un suivi saisonnier de six stations bathyales et abyssales a été réalisé entre 1 000 et 5 000 m de profondeur afin d'étudier la variabilité spatiale et temporelle des communautés en relation avec les paramètres environnementaux, et en particulier d'étudier l'influence des apports d'origine continentale sur la faune. Images du fond, chalutages, dragages et carottages ont permis de décrire les communautés de faune de grande taille, mais aussi de l'endofaune (macro- et méiofaune) [14].

Globalement, les communautés sédimentaires présentent les caractéristiques généralement observées dans ces milieux ; à savoir une raréfaction liée à la profondeur croissante, plus forte pour les organismes de grande taille que pour les organismes de petite taille. Ainsi, entre 2 000 et 4 700 m, la densité varie de 2 300 à 100 individus par ha pour la mégafaune, de 500 à 300 par m² pour la macrofaune et de 500 à 260 par 10 cm² pour la méiofaune [14] [21] [22].

C'est la structure de la faune de grande taille qui varie le plus entre les stations, non seulement avec la profondeur mais aussi selon les conditions hydrologiques profondes. Les organismes détritvovores (échinodermes en particulier) forment souvent la majeure partie de ces communautés, mais on remarque aussi la présence de suspensivores (actiniaires, coraux, éponges), probablement liée à des conditions hydrodynamiques particulières.

La macrofaune sédimentaire est composée majoritairement de vers annélides polychètes, de petits crustacés péricarides et de mollusques gastéropodes et bivalves, alors que la méiofaune est en général dominée par les vers nématodes (> 90 % des métazoaires) et par les foraminifères.

Concernant la diversité, les données disponibles dans la base Biocean indiquent la présence de 1 527 espèces, dont 144 ont été décrites comme nouvelles pour la science. On peut penser que ces chiffres correspondent à la majorité des organismes de la mégafaune et de la macrofaune. Cependant, la richesse biologique des communautés sédimentaires profondes est connue pour être liée essentiellement au compartiment de la méiofaune, la richesse spécifique serait donc possiblement de l'ordre de plusieurs dizaines ou centaines de milliers d'espèces, dont probablement plus de 90 % sont encore inconnues. Aucune évaluation de la diversité microbienne n'est disponible.

Dans le sud du golfe de Gascogne, les données disponibles nous renseignent essentiellement sur le groupe des foraminifères benthiques vivants aux alentours et dans le canyon du Cap Ferret, en particulier sur leur variation de structure en relation avec la profondeur [23], sur leurs variations saisonnières et interannuelles [24] [34] et sur leur rôle de traceurs d'évolution du climat [35]. Les foraminifères sont considérés comme d'excellents traceurs de modifications du milieu. Dans la mesure où les foraminifères des environnements profonds répondent clairement aux apports de matière organique, ils doivent jouer un rôle-clé dans la fixation et la minéralisation du carbone organique détritvovore et dans les cycles biogéochimiques marins. Dans la même région, des données existent sur la structure de la communauté suprabenthique [28] [36] et sur les amphipodes [29].

4. ESPÈCES REMARQUABLES

4.1. CORAUX

Les coraux [37] rassemblent un certain nombre de cnidaires qui soit (1) sont capables de produire un squelette continu de carbonate de calcium, soit (2) possèdent de microscopiques et nombreux petits éléments appelés sclérites, ou bien (3) qui possèdent un axe protéinique noir ressemblant à de la corne.

Dans le golfe de Gascogne, les principaux groupes de coraux présents en profondeur sur substrats meubles et reconnus comme EMVs sont les scléactiniaires (« coraux durs » possédant un squelette externe calcifié) solitaires libres, et les octocoralliaires (squelette avec des sclérites), dont font partie quelques gorgones et les pennatules.

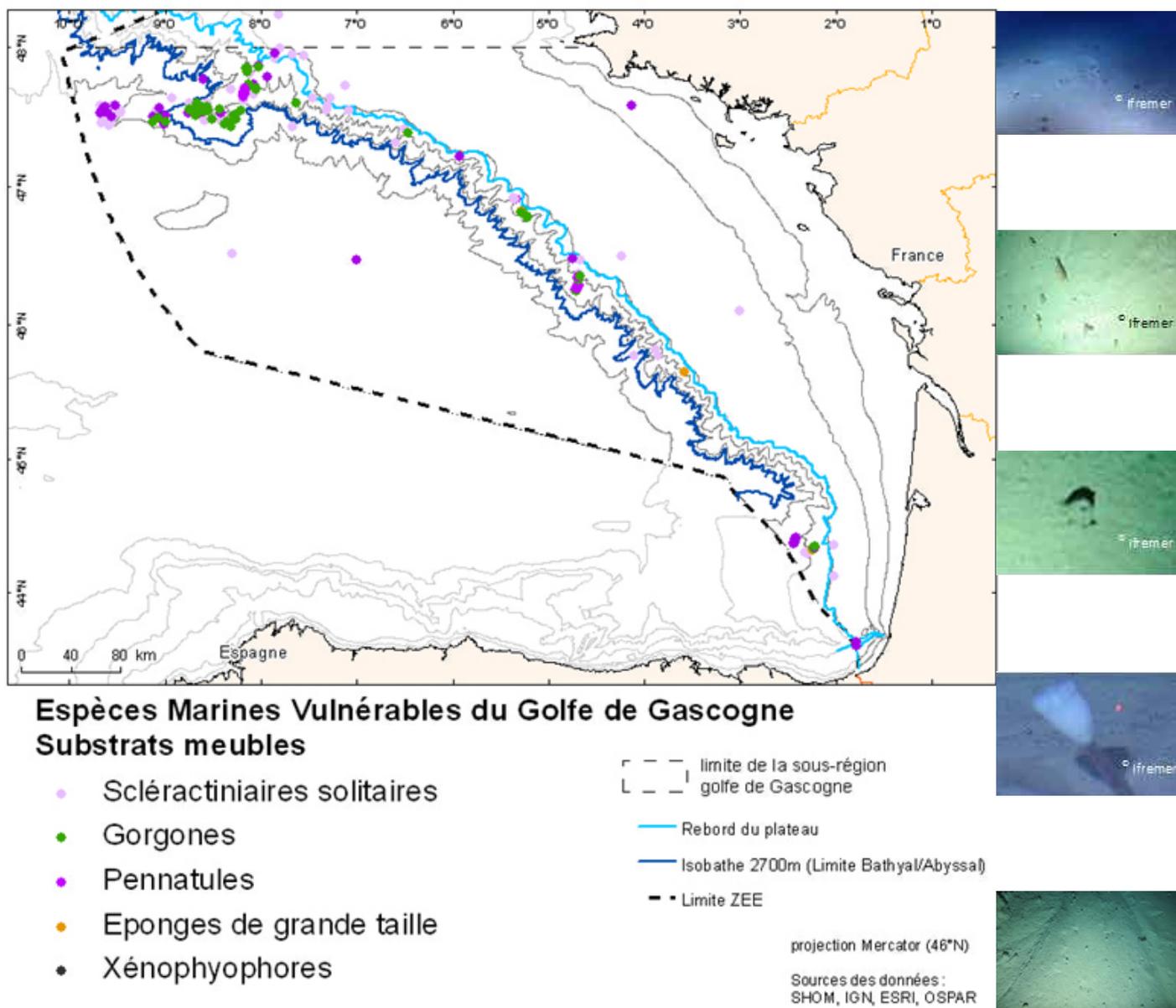


Figure 3 : Distribution des espèces de coraux et d'éponges de substrats meubles (bases de données et imagerie), sous-région golfe de Gascogne. a) Gorgones *Acanella arbuscula*. et *Lepidisis* spp., b) communauté de pennatules, c) Eponge *Pheronema carpenteri*, d) Eponge *Hyalonema* spp., e) Foraminifères xénophyophores sur trace d'impact de pêche (Sources : Ifremer, OSPAR, SHOM, IGN, ESRI, 2010).

4.1.1. SCLÉRACTINIARES SOLITAIRES LIBRES

Un certain nombre de scléactiniaires solitaires peuvent vivre librement sur des substrats meubles, beaucoup possèdent toutefois un stade juvénile fixé sur des particules de faible dimension et peuvent ensuite être « libérés ».

Fréquents dans la zone bathyale, notamment vers 2 000-2 500 m, certaines espèces comme *Fungiacyathus marenzelle* sont rencontrées en profondeur jusqu'à plus de 4 000 m. Au niveau de la terrasse de Meriadzeck, certaines espèces sont localement très abondantes avec plusieurs individus par m² : il s'agit de *Caryophyllia ambrosia*, *Caryophyllia cornuformis* et *Flabellum alabastrum*.

4.1.2. GORGONES

Certaines gorgones, comme l'Isididae (« coraux bambous ») *Acanella arbuscula* sont capables de coloniser des substrats meubles et de former des populations denses sur de larges étendues entre 750 et 2 800 m. Cette espèce est parfois associée autour de 1 500 m à une autre Isididae de grande taille (*Lepidisis* sp.) et à des éponges pédonculées (*Hyalonema* spp.).

4.1.3. PENNATULES

Ces espèces sont particulièrement présentes en profondeur jusqu'à plus de 4 000 m (*Umbellula* spp.) Parmi les espèces qui peuvent former des concentrations importantes dans les zones de vase, on note :

- dans les niveaux supérieurs du bathyal du sud du golfe (gouf de Capbreton), *Funiculina quadrangularis* qui forme des agrégations locales en association avec la mégafaune fouisseuse. Des individus de cette espèce ont également été prélevés plus en profondeur ;
- au nord du golfe, *Kophobelemnon macrospinum*, parfois associé avec des Cerianthes, caractérise des fonds vaseux supérieurs à 1 000 m ;
- des concentrations remarquables de *Distichoptilum gracile* sont observées localement par 2 000 m de fond.

Outre différentes espèces de Pennatula, on rencontre également de manière erratique d'autres espèces comme *Scleroptilum grandiflorum*, *Protoptilum carpenteri* ainsi que des *Gyrophyllum* sp. dont la distribution mondiale semble très restreinte.

4.2. ÉPONGES

Les éponges les plus remarquables visibles sur les images sont d'une part *Pheronema* spp. qui peut former des agrégats retrouvés entre 850 et 1 500 m de profondeur, tant au nord du Golfe qu'au sud, et les éponges pédonculées *Hyalonema* spp. qui peuvent être localement associées à *Acanella arbuscula*.

4.3. AUTRES ESPÈCES REMARQUABLES

Parmi les espèces de grande taille particulièrement fragiles aux perturbations mécaniques, on note la présence au nord du Golfe, entre 1 300 et 1 500 m, de grands protozoaires xénophyophores, ainsi que de grands cérianthes tant au nord qu'au sud (gouf de CapBreton).

5. ÉTAT ÉCOLOGIQUE ET TENDANCES

De manière générale, le niveau des connaissances ne permet pas de dégager de tendance. En effet, les données sur les communautés de substrats meubles sont ponctuelles, partielles et souvent anciennes. Toutefois, sur les vidéos récentes, les fonds situés entre le rebord du plateau et 1 000 à 1 500 m apparaissent communément affectés par des impacts de chalutage.

Les zones les plus affectées sont celles situées dans les interfluves ainsi que sur le plateau des Landes. La présence de pennatules en grande densité n'est observée que dans la zone interdite au chalutage du CapBreton. Il est probable qu'une partie des zones considérées comme meubles aujourd'hui était auparavant colonisée par des coraux constructeurs de récifs.

L'attention est attirée sur la vulnérabilité particulière de certains fonds à Isididae, dont certaines espèces de grande taille présentent une distribution restreinte, et des fonds à éponges pédonculées et à *Pheronema* spp. Le changement climatique serait susceptible d'amener des modifications du fait d'un réchauffement, de modifications d'apports particuliers et d'une acidification des eaux qui conduirait inexorablement à une remontée de la limite de saturation des carbonates et en premier lieu de l'aragonite, limitant l'extension en profondeur des organismes qui en dépendent. Les conséquences sur les organismes concernés sont encore très mal connues.

La zone considérée est également riche en canyons, structures complexes jouant un rôle considérable dans le transfert de toutes matières provenant du continent, y compris déchets et polluants chimiques ; leurs effets sur le milieu vivant sont encore inconnus.

D'autre part, les organismes des profondeurs sont connus pour avoir des taux de reproduction, de croissance et d'activité biologique relativement bas. La capacité de résilience ou de restauration de ces communautés en cas de perturbation ou de destruction est faible.

6. LACUNES ET BESOINS DE CONNAISSANCES

Concernant les substrats meubles en général, la surface échantillonnée est dérisoire par rapport à l'étendue de la zone considérée. Compte tenu de l'hétérogénéité des conditions morphologiques, sédimentaires et hydrodynamiques dans la zone, et en particulier du fait de la présence de nombreux canyons, il conviendrait de définir une stratégie d'exploration complémentaire des communautés de substrat meuble qui tienne compte des connaissances actuelles sur les relations faune-habitat dans ces milieux particuliers.

D'autre part, ces données sont ponctuelles également dans le temps et l'on sait aujourd'hui que des variations temporelles naturelles de la structure de ces communautés interviennent. Il conviendrait donc de réaliser un suivi de ces communautés à long terme.

Un autre élément essentiel est la particularité de ces communautés dont la richesse biologique est constituée par des organismes de petite taille (quelques dizaines de microns), sans évoquer le compartiment microbien, sur lequel aucune donnée n'est disponible. Vu le niveau de méconnaissance de ces organismes et le déficit croissant d'expertise taxonomique, il sera nécessaire de développer de nouvelles méthodes d'évaluation de la diversité biologique de ces milieux et de sa variabilité par des approches moléculaires : génétique, barcoding, génomique environnementale.

Les données vidéo récentes ont jusqu'ici été analysées uniquement pour repérer la présence d'EMVs, leur analyse focalisée sur tous les autres organismes de grande taille apportera des informations précieuses.

Concernant les EMVs, les lacunes d'exploration concernent principalement le sud du golfe et la zone plus profonde, notamment entre 1 000 et 2 500 m de profondeur, car les quelques plongées profondes des campagnes CYMOR2 et VITAL semblent indiquer la présence de jardins de coraux dans cette gamme de profondeur et les travaux de Le Danois suggèrent une extension importante des fonds à éponges.

En vue de l'identification des taxa sur images, des échantillons complémentaires devront être prélevés permettant de finaliser le catalogue de référence des images d'espèces *in situ*.

Des procédures et des tests devront être conduits pour définir des modalités de surveillance adaptées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Menot L., Sibuet M., Carney R.S., Levin L.A., Rowe G.T., Billett D.S.M., Poore G., Kitazato H., Vanreussel A., Galéron J. et al., 2010. New perceptions of continental Margin Biodiversity. In : Alasdair D. McIntyre (eds) *Life in the world's oceans*, p.79-101.
- [2] Rex M.A., Etter R.J., Morris J.S., Crouse J., McClain C.R., Johnson N.A., Stuart C.T., Deming J.W., Thies R., Avery R., 2006. Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. *Marine Ecology-Progress Series* 317 : 1-8.
- [3] Galéron J., Sibuet M., Mahaut M.L., Dinet A., 2000. Variations in structure and biomass of the benthic communities at the three contrasting sites in the tropical Northeast Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 197 : 121-137.
- [4] Thurston M.H., Rice A.L., Bett B.J., 1998. Latitudinal variation in invertebrate megafaunal abundance and biomass in the North Atlantic Ocean Abyss. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* 45(1-3) : 203-224.
- [5] Billett D.S.M., Bett B.J., Rice A.L., Thurston M.H., Galéron J., Sibuet M., Wolff G.A., 2001. Long-term change in the megabenthos of the Porcupine Abyssal Plain (NE Atlantic). *Progress in Oceanography* 50(1-4) : 325-348.
- [6] Pfannkuche O., Soltwedel T., 1998. Small benthic size classes along the NW European continental margin : spatial and temporal variability in activity and biomass. *Progress in Oceanography* 42(1-4) : 189-207.
- [7] Ruhl H.A., Ellena J.A., Smith K.L., 2008. Connections between climate, food limitation, and carbon cycling in abyssal sediment communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105(44) : 17006-17011. 10.1073/pnas.0803898105.
- [8] Bouchet P., 2006. The magnitude of marine biodiversity. In : (ed.) CMD (eds) *The Exploration of Marine Biodiversity*, p.32-64.
- [9] Baker M., Ebbe B., Hoyer J., Menot L., Narayanaswaswamy B., Ramirez-Llodra E., Steffensen M., 2008. *Lumière sur les fonds obscurs*. p.85. DESEO, Bergen.
- [10] Desbruyères D., 2010. *Les trésors des abysses*. p.183. QUAE, Versailles.
- [11] Paterson G.L.J., Wilson G.D.F., Cosson N., Lamont P.A., 1998. Hessler and Jumars (1974) revisited : abyssal polychaete assemblages from the Atlantic and Pacific. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* 45(1-3) : 225-251.
- [12] Ramirez-Llodra E., Brandt A., Danovaro R., De Mol B., Escobar E., German C.R., Levin L.A., Arbizu P.M., Menot L., Buhl-Mortensen P. *et al.*, 2010. Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences* 7(9) : 2851-2899. 10.5194/bg-7-2851-2010.
- [13] Le Danois E., 1948. *Les profondeurs de la mer, trente ans de recherches sur la faune sous-marine au large des côtes de France*. p.1-303. Payot, Paris.
- [14] Laubier L., Monniot C., 1985. *Peuplements profonds du Golfe de Gascogne*. p.629. Ifremer.
- [15] Guillaumont B., Van den Beld I.M.J., Davies J.S., Bayle C., Bourillet J.-F., De Mol L., 2011. Vulnerable Marine Ecosystems of the Bay of Biscay (NE Atlantic). The Geohab 2011 conference, Marine geological and biological habitat mapping, 3-6 May. Special Issue 1 Bulletin of the Geological Society of Finland, Espoo, Geological Survey of Finland, pp. 46.

- [16] Bourillet J-F., Zaragosi S. et Muller T., 2006. The French Atlantic margin and the deep sea submarine systems. *Geo-Marine letters*, 26(6) : 311-315.
- [17] Howell K.L., 2010. A benthic classification system to aid in the implementation of marine protected area networks in the deep/high seas of the NE Atlantic. *Biological Conservation* 143(5) : 1041-1056. 10.1016/j.biocon.2010.02.001.
- [18] Bourillet J-F., de Chambure L., Loubrieu B. et Guillaumont B., 2011. Geomorphological classification of cold water coral seabed (Bay of Biscay – NE Atlantic). In : A. , Kotilainen, A. Kaskela (Editor), *The Geohab 2011 conference, Marine geological and biological habitat mapping*, 3-6 May. Special Issue 1 Bulletin of the Geological Society of Finland, Espoo, Geological Survey of Finland, pp. 16.
- [19] Fabri M.C., Galéron J., Larour M., Maudire G., 2006. Combining the Biocean database for deep-sea benthic data and online Ocean Biogeographic Information System. *Marine Ecology Progress Series* 316 : 215-224.
- [20] Hall-Spencer J., Rogers A., Davies J., Foggo A., 2007. Deep-sea coral distribution on seamounts, oceanic islands, and continental slopes in the Northeast Atlantic. *Conservation and Adaptive Management of Seamount and Deep-Sea Coral Ecosystems* : 135-146.
- [21] Sibuet M., 1987. Structure des peuplements benthiques en relation avec les conditions trophiques en milieu abyssal dans l’océan Atlantique. Thèse de doctorat d’état ès Sciences Naturelles.
- [22] Sibuet M., Lambert C.E., Chesselet R., Laubier L., 1989. Density of the major size groups of benthic fauna and trophic input in deep basins of the Atlantic-ocean. *Journal of Marine Research* 47(4) : 851-867.
- [23] Fontanier C., Jorissen F.J., Licari L., Alexandre A., Anschutz P., Carbonel P., 2002. Live benthic foraminiferal faunas from the Bay of Biscay : faunal density, composition, and microhabitats. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 49(4) : 751-785.
- [24] Fontanier C., Jorissen F.J., Chaillou G., David C., Anschutz P., Lafon V., 2003. Seasonal and interannual variability of benthic foraminiferal faunas at 550 m depth in the Bay of Biscay. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 50(4) : 457-494. 10.1016/s0967-0637(02)00167-x.
- [25] Fontanier C., Jorissen F.J., Chaillou G., Anschutz P., Gremare A., Griveaud C., 2005. Live foraminiferal faunas from a 2800 m deep lower canyon station from the Bay of Biscay : Faunal response to focusing of refractory organic matter. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 52(7) : 1189-1227. 10.1016/j.dsr.2005.01.006.
- [26] Fontanier C., Jorissen F.J., Michel E., Cortijo E., Vidal L., Anschutz P., 2008. Stable oxygen and carbon isotopes of live (stained) benthic foraminifera from Cap-Ferret Canyon (Bay of Biscay). *Journal of Foraminiferal Research* 38(1) : 39-51.
- [27] Dauvin J.C., Vallet C., 2006. The near-bottom layer as an ecological boundary in marine ecosystems : Diversity, taxonomic composition and community definitions. *Hydrobiologia* 555 : 49-58. 10.1007/s10750-005-1105-5.
- [28] Sorbe J.C., 1999. Deep-sea macrofaunal assemblages within the Benthic Boundary Layer of the Cap-Ferret Canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic). *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* 46(10) : 2309-2329.
- [29] Bachelet G., Dauvin J.C., Sorbe J.C., 2003. An updated checklist of marine and brackish water Amphipoda (Crustacea : Peracarida) of the southern Bay of Biscay (NE Atlantic). *Cahiers De Biologie Marine* 44(2) : 121-151.
- [30] Zibrowius H., 1980. Les sclérectiniaires de la Méditerranée et de l’Atlantique nord-oriental. *Memoire de l’institut océanographique* 11 : 247pp.
- [31] Grasshoff M., 1981. Die Gorgonia, Pennatularia und Antipatharia des Tiefwassers der Biskaya (Cnidaria, Anthozoa). Ergebnisse der französischen Expeditionen Biogas, Polygas, Géomanche, Incal, Noratlante und Fahrten der Thalassa II. II Taxonomischer Teil *Bull Mus Natn Hist Nat Paris* 3 : 941-978.
- [32] Grasshoff M., 1981. Die Gorgonia, Pennatularia und Antipatharia des Tiefwassers der Biskaya (Cnidaria, Anthozoa). Ergebnisse der französischen Expeditionen Biogas, Polygas, Géomanche, Incal, Noratlante und Fahrten der Thalassa II. I Allgemeiner Teil *Bull Mus Natn Hist Nat Paris* 3 : 731-766.
- [33] Reveillaud J., Freiwald A., Van Rooij D., Le Guilloux E., Altuna A., Foubert A., Vanreusel A., Roy K.O.L., Henriot J.P., 2008. The distribution of scleractinian corals in the Bay of Biscay, NE Atlantic. *Facies* 54(3) : 317-331. 10.1007/s10347-008-0138-4.
- [34] Fontanier C., Jorissen F., Anschutz P., Chaillou G., 2006. Seasonal variability of benthic foraminiferal faunas at 1000 M depth in the Bay of Biscay. *Journal of Foraminiferal Research* 36(1) : 61-76.
- [35] Fontanier C., Mackensen A., Jorissen F.J., Anschutz P., Licari L., Griveaud C., 2006. Stable oxygen and carbon isotopes of live benthic foraminifera from the Bay of Biscay : Microhabitat impact and seasonal variability. *Marine Micropaleontology* 58(3) : 159-183. 10.1016/j.marmicro.2005.09.004.
- [36] Dauvin J.C., Bachelet G., Bellan G., 2006. Biodiversity and biogeographic relationships of the polychaete fauna in French Atlantic and Mediterranean waters. *Scientia Marina* 70 : 259-267.
- [37] Cairns S.D., 2007. Deep-water corals: an overview with special reference to diversity and distribution of deep-water scleractinian corals *Bulletin of Marine Science* 81(3) : 311-322.