

PLAN D'ACTION POUR LE MILIEU MARIN

SOUS-RÉGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE

ÉVALUATION INITIALE DES EAUX MARINES

**ANALYSE DES CARACTERISTIQUES ET
DE L'ETAT ECOLOGIQUE**

Sommaire

PARTIE 1 - ETAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE

I. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

1. CLIMATOLOGIE MARINE	8
2. DEBITS FLUVIAUX	10
3. COURANTOLOGIE	14
4. EXPOSITION AUX VAGUES	19
5. BATHYMETRIE DES FONDS MARINS	22
6. NATURE DES FONDS MARINS.....	25
7. REGIME DE LA TEMPERATURE ET DE LA SALINITE	31
8. TURBIDITE	35

II. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

1. ACIDIFICATION DU MILIEU MARIN	38
2. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE L'OXYGENE.....	40
3. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DES NUTRIMENTS	44
4. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE LA CHLOROPHYLLE	49
5. SUBSTANCES CHIMIQUES PROBLEMATIQUES	53
6. QUESTIONS SANITAIRES	57

PARTIE 2 - ETAT BIOLOGIQUE

I. DESCRIPTIONS DES DIFFERENTS BIOTOPES

1. DISTRIBUTION DES BIOTOPES PRINCIPAUX DES FONDS MARINS.....	67
2. DISTRIBUTION DES BIOTOPES PRINCIPAUX DE LA COLONNE D'EAU	71

II. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES ET BIOCENOSSES

1. COMMUNAUTES DU PHYTOPLANCTON	76
2. COMMUNAUTES DU ZOOPLANCTON	83
3. BIOCENOSSES DU MEDIOLITTORAL.....	88
4. BIOCENOSSES DE L'INFRALITTORAL	105
5. BIOCENOSSES DU CIRCALITTORAL.....	119
6. BIOCENOSSES DU BATHYAL ET DE L'ABYSSAL.....	128
7. PEUPELEMENTS DEMERSAUX	140
8. POPULATIONS ICHTYOLOGIQUES PELAGIQUES	148
9. MAMMIFERES MARINS	162
10. REPTILES MARINS.....	169
11. OISEAUX MARINS.....	174
12. ESPECES INTRODUITES	178

Introduction de l'analyse des caractéristiques et de l'état écologique

L'analyse des caractéristiques et de l'état écologique constitue le premier volet de l'évaluation initiale des eaux marines françaises. Il répond à l'article 8.1.a de la DCSMM.

En vertu de cet article, l'évaluation initiale doit comporter une analyse des spécificités et caractéristiques essentielles et de l'état écologique de ces eaux. Cette analyse doit être fondée sur la liste indicative d'éléments du tableau 1 de l'annexe III de la directive, et couvrir les caractéristiques physiques et chimiques, les types d'habitats, les caractéristiques biologiques et l'hydromorphologie.

Ce document, disponible pour chacune des sous-régions marines Manche - mer du nord, mers Celtiques, golfe de Gascogne et Méditerranée occidentale, renseigne dans la mesure du possible l'état écologique à l'échelle spatiale et temporelle pertinente pour l'ensemble des items considérés. Il tient compte de données existantes si celles-ci sont disponibles.

Il a été construit à partir de contributions thématiques de 5 à 10 pages rédigées par des référents-experts (voir « introduction à l'évaluation initiale ») qui constituent le socle scientifique de cette évaluation. Ces synthèses avaient notamment pour objectif de mettre en évidence les niveaux et tendances perceptibles, ainsi que le caractère lacunaire des données (séries incomplètes, données manquantes, etc.) au regard de la couverture géographique et temporelle concernée. L'analyse descriptive de l'état écologique identifie dans certains cas les zones sensibles au regard de la thématique étudiée.

L'évaluation initiale se fonde sur les données existantes et disponibles. Elle utilise, lorsque cela est pertinent, les méthodes d'évaluation et d'analyse existantes dans le cadre d'autres politiques communautaires (Directive Cadre sur l'Eau (DCE), Directive Oiseaux (DO), Directive Habitat Faune Flore (DHFF), Politique Commune des Pêches (PCP)) ou internationales (convention de protection de l'Atlantique Nord Est OSPAR, autres accords internationaux). Elle tient notamment compte et est en cohérence avec les résultats préalablement rapportés à la commission européenne dans le cadre de la DCE, la DHFF, la DO et la PCP.

Le tableau ci-dessous recense pour chacun des items de l'état écologique les noms et établissements d'appartenance des personnes ayant coordonné la rédaction des travaux.

Tableau 1 : Noms des contributeurs et organismes d'appartenance pour chacune des thématiques traitées.

Thématiques traitées	Contributeurs
Climatologie marine	H. Le Cam, F. Baraer (Météo-France)
Topographie et bathymétrie des fonds marins	G. Morvan (SHOM)
Nature des fonds marins	T. Garlan, E. Marchès (SHOM)
Débits fluviaux	A. Dubois (SOES)
Régime de la température et de la salinité	F. Vandermeirsch (Ifremer)
Courantologie	P. Lazure (Ifremer), S. Desmare (SHOM)
Exposition aux vagues	F. Ardhuin, M. Accensi (Ifremer), H. Le Cam, F. Baraer (Météo-France)
Turbidité	F. Cayocca (Ifremer)
Acidification du milieu marin	C. Goyet (U. Perpignan)
Répartition spatio-temporelle de l'oxygène	M. Sourisseau, A. Daniel, M. Rogé (Ifremer)
Répartition spatio-temporelle des nutriments	M. Sourisseau, M. Rogé (Ifremer)
Répartition spatio-temporelle de la chlorophylle	F. Gohin (Ifremer)
Substances chimiques problématiques	D. Claisse (Ifremer)
Questions sanitaires	J-C. Reninger (ANSES)
Typologie des biotopes benthiques	J. Populus (Ifremer)
Typologie des biotopes pélagiques	M. Huret, I. Gailhard-Rocher (Ifremer)
Communautés du phytoplancton	C. Belin, H. Haberkorn, A. Ménesguen (Ifremer)
Communautés du zooplancton	B. Sautour, D. Heroin (U. Bordeaux 1-CNRS), T. Raud, J-M. Brylinski (ULCO), D. Thibault-Botha (INSU-CNRS), L. Stemmann, V. Raybaud (U. Paris 6-CNRS)
Fonds meubles des biocénoses du médiolittoral	J. Grall, O. Cornubert (UBO)
Fonds durs des biocénoses du médiolittoral	E. Ar Gall, C. Hily, J. Grall, M. Le Duff, C. Redon, F. Kerninon (UBO)
Habitats particuliers du médiolittoral	C. Hily, F. Kerninon (UBO)
Fonds meubles des biocénoses de l'infralittoral	J. Grall, O. Cornubert (UBO)
Fonds durs des biocénoses de l'infralittoral	S. Derrien- Courtel, A. Le Gal (MNHN)
Habitats particuliers de l'infralittoral	C. Hily, F. Kerninon (UBO)
Fonds meubles des biocénoses du circalittoral	P. Laffargue, E. Baudinière (Ifremer)
Fonds durs des biocénoses du circalittoral	S. Derrien- Courtel, A. Le Gal (MNHN)
Habitats particuliers du circalittoral	P. Laffargue, E. Baudinière (Ifremer), S. Derrien-Courtel, A. Le Gal (MNHN)
Fonds meubles des biocénoses bathyale et abyssale	J. Galleron, B. Guillaumont, M-C. Fabri, I. Van Den Beld, J. Davies, C. Bayle (Ifremer)
Fonds durs des biocénoses bathyale et abyssale	B. Guillaumont, I. Van Den Beld, J. Davies, C. Bayle (Ifremer)
Habitats particuliers du bathyal et abyssal	B. Guillaumont, I. Van Den Beld, J. Davies, C. Bayle (Ifremer)
Populations ichtyologiques démersales du plateau	J. Bertrand (Ifremer)
Populations ichtyologiques démersales profondes	P. Lorange (Ifremer)
Populations ichtyologiques de petits pélagiques	P. Petitgas, J. Massé, M. Huret, E. Duhamel, M. Doray (Ifremer)
Populations ichtyologiques de grands pélagiques	S. Bonhommeau, J-M. Fromentin (Ifremer)
Mammifères marins	L. Martinez, W. Dabin, F. Caurant, H. Peltier, J. Spitz, C. Vincent, O. Van Canneyt, G. Doremus, V. Ridoux (U. La Rochelle-CNRS), J. Kiszka (IRD-Ifremer-U. Montpellier II)
Reptiles marins	F. Claro, J-C De Massary (MNHN)
Oiseaux marins	P. Yésou (ONCFS)
Espèces invasives	P. Noel (CNRS-MNHN)

Le sommaire de ce volet est organisé dans le même ordre que le tableau 1 de l'annexe III de la directive : sont donc traitées successivement les caractéristiques physiques et chimiques, les types d'habitats et les caractéristiques biologiques. Toutefois le sommaire n'est pas rigoureusement identique au tableau 1, car certaines thématiques ont été séparées (ex : types d'habitats dissociés en « biotopes » et « biocénoses ») ; d'autres ont été déplacées (ex : « substances chimiques problématiques » et « questions sanitaires » traitées dans les caractéristiques chimiques et non dans une partie spécifique « autres caractéristiques ») ; enfin des thématiques ont été ajoutées (ex : « climatologie marine » et « chlorophylle »).

Le document est donc articulé en deux grandes parties : « état physique et chimique » et « état biologique » qui décrivent successivement les « caractéristiques physiques », les « caractéristiques chimiques », les « biotopes » et « biocénoses ». Ce découpage permet de présenter les conditions abiotiques qui règnent au sein de la sous-région et qui vont guider la répartition des communautés biologiques (faune et flore) décrites dans un second temps.

Par souci de lisibilité, les références bibliographiques ont été retirées du présent document, mais sont consultables exhaustivement dans les contributions thématiques individuelles. De même, les développements méthodologiques ont généralement été synthétisés ici.

Le lecteur trouvera en outre, en annexe de l'évaluation initiale, une liste des acronymes et abréviations utilisées, un glossaire, et un index.

PARTIE 1

ETAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE

I- CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

L'approche écosystémique de la DCSMM nécessite que soit précisé, en premier lieu, un certain nombre de caractéristiques physiques pour chaque sous-région marine, à savoir :

- la bathymétrie (hauteur de la colonne d'eau), la nature des fonds (substrat), la température et la salinité de l'eau de mer, la turbidité (particules biologiques et minérales en suspension dans l'eau de mer),
- ainsi que des variables de forçage telles que la climatologie marine (traduit l'importance des échanges mer – atmosphère), les débits des fleuves, la courantologie, et l'agitation par les vagues.

Tous ces éléments concourent à caractériser les masses d'eaux, la nature du substrat, la répartition des espèces végétales et animales et d'en percevoir les équilibres dynamiques. Cette connaissance ainsi que celle de leur variabilité naturelle permet par la suite d'aider à préciser la nature et les impacts des pressions exercées par les activités anthropiques.

1. Climatologie marine

La climatologie s'intéressera ici uniquement aux vents dominants qui ont une influence importante sur la dynamique des écosystèmes marins et notamment sur la circulation océanique.

Le nord de la sous-région marine est ouvert sur l'océan Atlantique. En naviguant vers le sud, les reliefs de l'Espagne perturbent la distribution du vent et parfois l'accélèrent par vent d'ouest à nord-ouest.

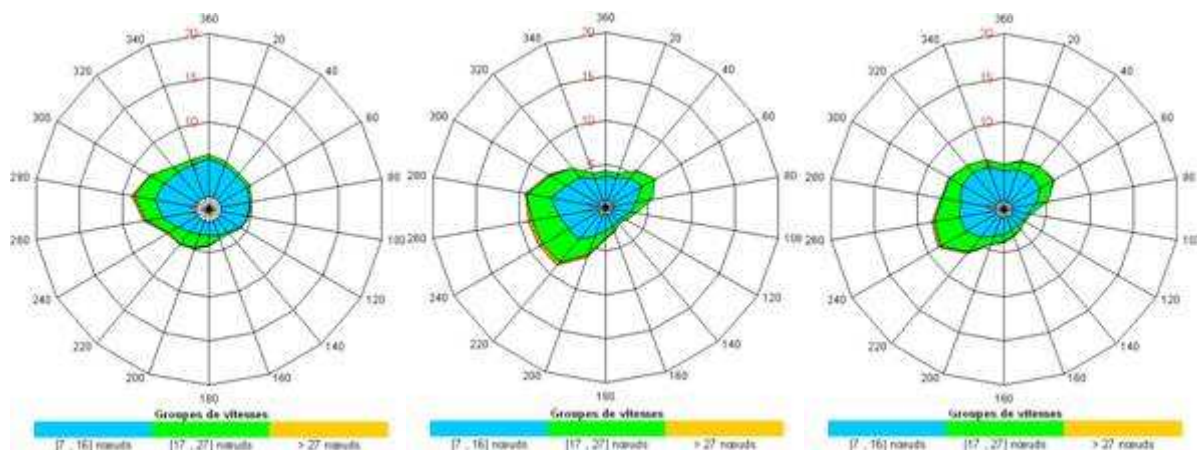


Figure 1 : Roses de vent annuelles pour 3 points situés au nord, au centre et au sud dans la sous-région marine golfe de Gascogne (de gauche à droite).

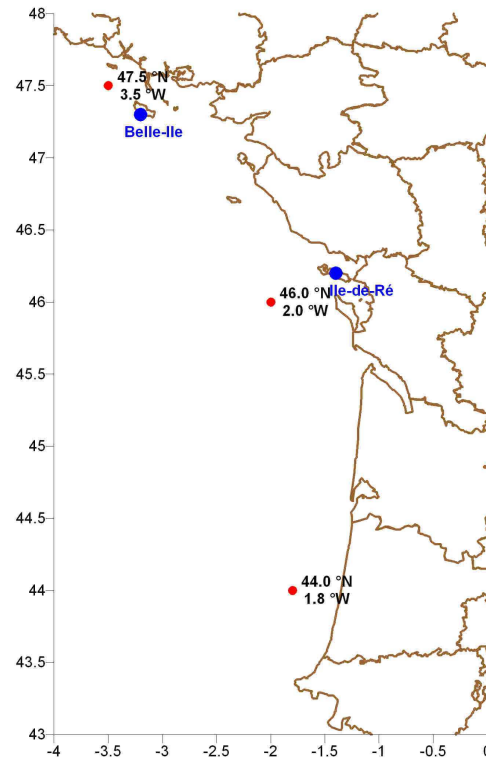


Figure 2 : Localisation des roses de vent dans la sous-région marine golfe de Gascogne.

La rose des vents de gauche (Figure 1) concerne un point au nord dans le golfe. Les vents dominants soufflent des secteurs sud-ouest au nord-est et surtout des directions du 220 au 300° avec un faible pourcentage de vents supérieurs à 27 nœuds (7 Beaufort, couleur orange).

Les directions de vent de nord et de sud-est sont moins observées. Sur la rose du milieu, un peu plus au sud dans le golfe, le pourcentage des vents supérieurs à 7 B faiblit. Le vent souffle un peu moins du 220 et 280° et un peu plus du 360°. Sur la rose de droite, la plus au sud dans la sous-région, le pourcentage de vent de sud-ouest faiblit (présence des reliefs de la côte espagnole). La vitesse du vent dépasse très rarement 7 B.

Des brises côtières se déclenchent du printemps au début de l'automne. Elles renforcent temporairement le vent, le plus souvent perpendiculairement à la côte l'après-midi.

Les vents moyens les plus élevés s'observent sur le nord de la sous-région. En allant vers le sud, le relief de l'Espagne augmente la fréquence des vents du 280°. Les hauteurs moyennes des vagues et de la houle décroissent du nord vers le sud. Elles sont plus élevées au large. Les houles d'ouest dominent sur le nord du golfe. Puis la direction de nord-ouest s'impose en descendant vers le sud (voir thématique « Exposition aux vagues »).

Les nombreux enregistrements des stations météorologiques côtières permettent de décrire les caractéristiques des vents tout au long de l'année, avec parfois des séries de données historiques. La localisation des masses d'air (anticyclones ou dépressions), ainsi que le relief et l'orientation des côtes, sont les principaux facteurs déterminant les directions et forces dominantes des vents dans cette sous-région. L'influence des vents y est prépondérante sur la circulation océanique de surface en raison de la faiblesse générale des courants de marée sauf dans la partie septentrionale.

2. Débits fluviaux

Les débits fluviaux sont indispensables pour permettre d'évaluer l'importance des apports d'eau douce à la mer ainsi que des contaminants solubles qui leur sont associés. Ces derniers peuvent avoir plusieurs rôles : soit de fertilisation des eaux marines par apports d'éléments minéraux essentiels à la production primaire, soit de perturbations des écosystèmes s'ils contiennent trop d'éléments toxiques. Enfin ils contribuent à la diversification des écosystèmes en les structurant par rapport au degré de dessalure des eaux.

Ce chapitre dresse un état des estimations des débits des cours d'eau, à la mer, sur la sous-région marine golfe de Gascogne. Ces débits sont évalués tous les ans, au titre de la convention internationale OSPAR, dans le cadre de son programme « Riverine Input Discharges ».

L'évaluation des apports fluviaux à la sous-région, correspondant à la région IV d'OSPAR, est basée sur un découpage stable dans le temps en 29 zones d'étude définies sur la base de critères hydrographiques. Les cours d'eau de ces zones sont ensuite classés selon l'importance des débits qu'ils représentent. On distingue ainsi les rivières principales, qui nécessitent un suivi détaillé, les cours d'eau secondaires dits « tributaires » et les zones d'apport diffus, sans cours d'eau prépondérant.

Sur chacun des cours d'eau identifiés, des stations de débit sont choisies de manière à disposer des chroniques les plus longues possibles, tout en respectant les principes édités par OSPAR, à savoir de disposer de stations le plus en aval possible mais non influencées par la marée. Les chroniques des débits journaliers sont, si nécessaire et possible, complétées afin de minimiser toute indisponibilité. Les contributions des zones « d'apport diffus » et celles pour lesquelles aucune station n'est disponible, au regard des critères de la convention OSPAR, sont estimées par rapprochement avec des zones drainées par un cours d'eau significatif.

2.1. Présentation du découpage hydrographique

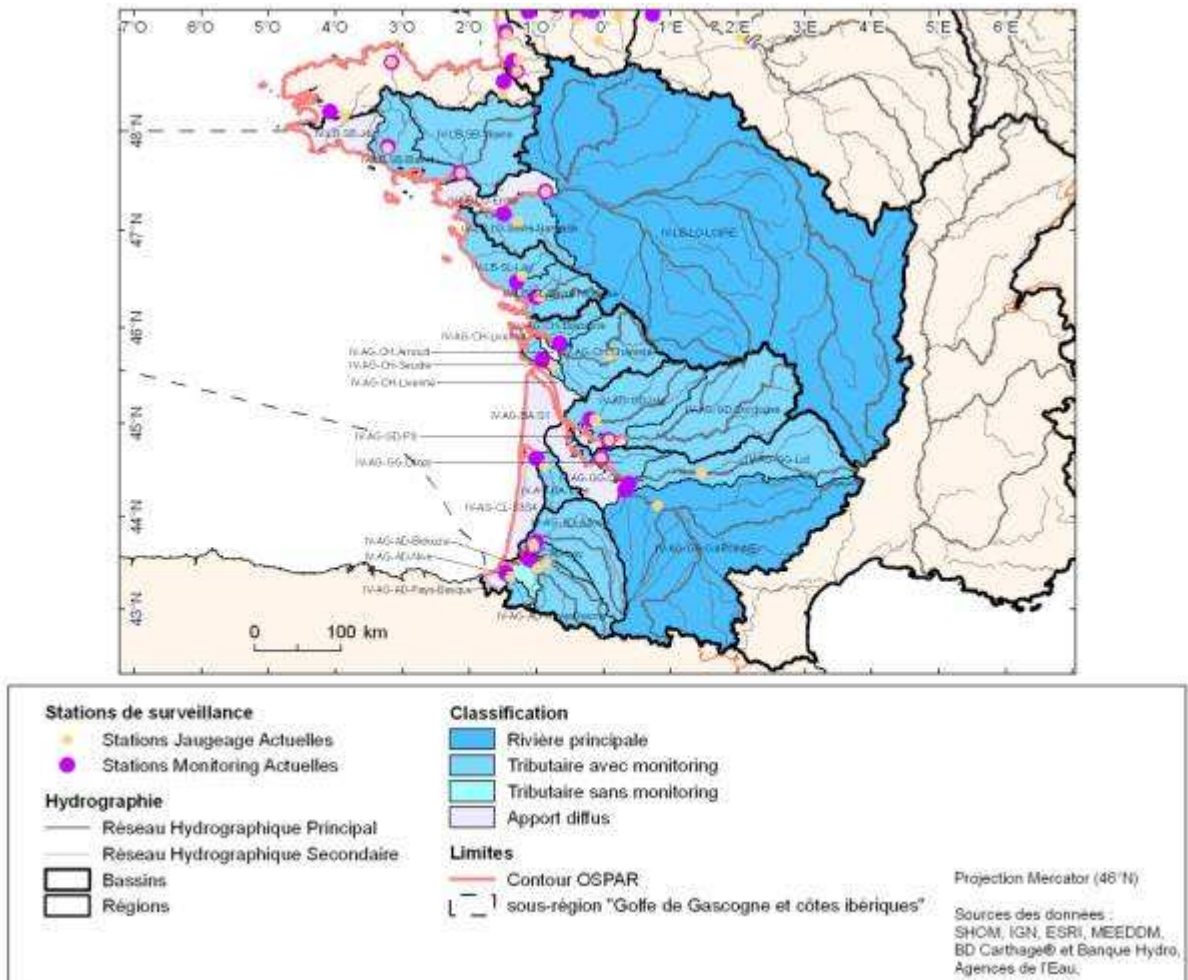


Figure 3 : Apport fluvial spécifique cumulé à l'échelle de la sous-région marine golfe de Gascogne depuis 1990.

Le golfe de Gascogne correspond en France à un bassin de 263 041 km², soit près de la moitié du territoire métropolitain (Figure 3). 17 millions de personnes y vivent. L'occupation des sols est marquée par une activité agricole importante, peu de zones urbaines et des espaces naturels couvrant près de 30 % de sa surface.

29 zones d'apport y ont été identifiées, dont les débits sont suivis par 20 stations hydrologiques sélectionnées. Les zones les plus importantes correspondent à la Loire puis, dans une moindre mesure, à la Garonne. Elles sont considérées comme les rivières principales de cette façade, drainant 56 % de la surface des bassins versants. La Loire draine à elle seule près de la moitié de la surface du bassin versant de cette façade : 110 178 km² contre « seulement » 38 227 km² pour la Garonne.

2.2. Evolution des débits

Sur la période 1990-2009, la disponibilité totale des données, sur chacune des 29 zones, n'est atteinte qu'à partir de 1999. Depuis 1990, la somme des débits des différentes zones ne représente donc pas forcément l'ensemble des contributions sur cette façade. De ce fait, les débits sont

transcrits par rapport à la surface drainée en débits spécifiques, en vue d'une comparaison inter-annuelle, comme indiqué ci-dessous (Figure 4).

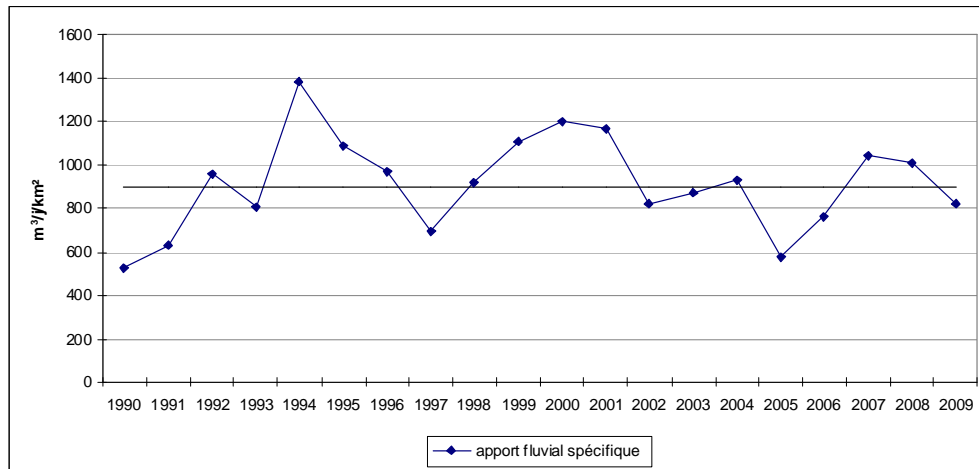


Figure 4 : Débits spécifiques moyens annuels et valeurs extrêmes de la Loire et de la Garonne de 1989 à 2009.

Les débits spécifiques sont compris entre 500 et 1 400 m³ par jour et km² drainé, pour un apport total situé entre 120 000 et 344 000 milliers de m³ par jour. Ils sont plutôt stables sur la période, autour de la moyenne à 900 m³/j/km², malgré les années plus sèches 1990, 1997 et 2005.

La tendance sur ces 10 dernières années est très marquée par la succession d'années sèches entre 2002 et 2006 et de ce fait, plutôt à la baisse.

Les deux fleuves principaux représentent à eux deux près de la moitié de l'apport fluvial sur cette façade en liaison avec la surface drainée : ils influencent par conséquent les évolutions interannuelles. Au total, les apports fluviaux de la Loire sont supérieurs à ceux de la Garonne. Mais les débits spécifiques (ramenés à la surface drainée) sont par contre inférieurs. La Loire draine en moyenne 67 835 contre 36 075 milliers de m³ par jour pour la Garonne soit un peu moins du double alors que son bassin versant est trois fois plus grand : le débit spécifique de la Garonne est en moyenne 1,5 fois plus fort que celui de la Loire. Plus généralement, certains tributaires contribuent plus que les fleuves principaux au regard de la surface de leur bassin versant : c'est le cas notamment des Gaves Réunis, de la Nive, de la Dordogne, de l'Adour, du Blavet, du Lot, du Luy et de la Sèvre niortaise, dont le débit spécifique dépasse en moyenne depuis 1999 le millier de m³/jour.

2.3. Evolution des débits de la Loire et la Garonne

2.3.1. Evolution annuelle

Le débit spécifique de la Loire est en très légère hausse sur la période 1989-2009 alors qu'il est plutôt stable, voire en légère baisse pour la Garonne.

Les plages de variation du débit de la Loire sont deux fois plus restreintes que celles de la Garonne : entre 1 et 50 l/s/km² contre respectivement 1 à 135 l/s/km².

2.3.2. Evolution saisonnière

La Loire et la Garonne présentent une évolution saisonnière assez proche, avec une période d'étiage l'été et des débits plus importants en période hivernale. Toutefois, la Garonne présente des épisodes de crues décalés l'été, en 1992 ou 2000 par exemple. Les débits ont souffert ces 10 dernières années de la succession d'années sèches entre 2002 et 2006.

Les débits fluviaux sont suivis annuellement par une vingtaine de stations hydrologiques correspondant à 29 zones d'étude définies sur la base de critères hydrographiques. Malgré un effort général pour disposer des plus longues séries chroniques possibles, la disponibilité totale des données n'est pas toujours réalisée. Les fluctuations interannuelles des débits sont importantes : après des pics jusqu'à la fin des années 1990, la tendance est plutôt à une stabilisation à un niveau inférieur. La Loire et la Garonne représentent la moitié de l'apport fluvial de la sous-région marine golfe de Gascogne.

3. Courantologie

La courantologie traduit l'importance et la nature de la circulation des eaux sur toute la colonne d'eau de chaque sous-région marine. Les principaux facteurs qui interviennent sur les courants sont la marée, les vents, les gradients de densité, certains ouvrages structurants (barrage, installations, etc.). Les courants interfèrent avec la distribution des espèces animales et végétales, les sédiments sur l'ensemble de la colonne et sur le fond.

3.1. Les principaux processus physiques

La sous-région marine golfe de Gascogne se distingue par une grande diversité des processus physiques qui génèrent les courants. Ceux-ci résultent des influences combinées de la marée, du vent, des différences de densité de l'eau de mer et de la circulation à grande échelle. Chaque processus génère des courants de nature différente. Celle-ci est également fortement contrainte par la bathymétrie. C'est pour cela que l'on distingue en général les courants sur le plateau, sur le talus continental et sur la plaine abyssale.

La marée provoque des courants alternatifs dont la période est d'environ 12h25. Ces courants par grand fond sont très faibles (< 10 cm/s). Sur le plateau continental, les courants se renforcent (voir le paragraphe 3.3). Ils comportent également une composante non périodique, appelée courant résiduel, qui est en moyenne très faible dans la sous-région. Par contre, à l'échelle locale, ils peuvent devenir importants voire dominants.

Les courants à l'échelle de quelques jours dans la sous-région sont sous l'influence majeure du vent. A la différence des courants de marée, les courants induits par le vent sont très variables selon la profondeur. Ces courants sont également très fluctuants et possèdent une variabilité saisonnière directement liée aux situations météorologiques. La circulation induite par le vent est également susceptible de générer des mouvements verticaux près des côtes appelés upwellings.

La circulation induite par les gradients de densité (liés aux différences de température ou de salinité) peut être localement ou temporairement dominante. C'est le cas des courants de surface à proximité des estuaires quand les fleuves sont en crue ou dans les fronts thermiques tels que le front estival d'Ouessant.

La circulation le long du talus continental dépend en général des gradients de température à grande échelle et de la situation météorologique. Sa direction privilégiée est le long des isobathes. Elle est très complexe et reste encore assez mal connue dans la sous-région.

Enfin, l'influence de circulation à l'échelle de l'Atlantique Nord-Est domine sur la plaine abyssale. Cette circulation est en générale très faible comme le long des côtes est des grands océans mondiaux.

3.2. La circulation générale, sa variabilité saisonnière et l'état des connaissances

La Figure 5 résume les grands traits de la circulation générale et sa variabilité saisonnière.

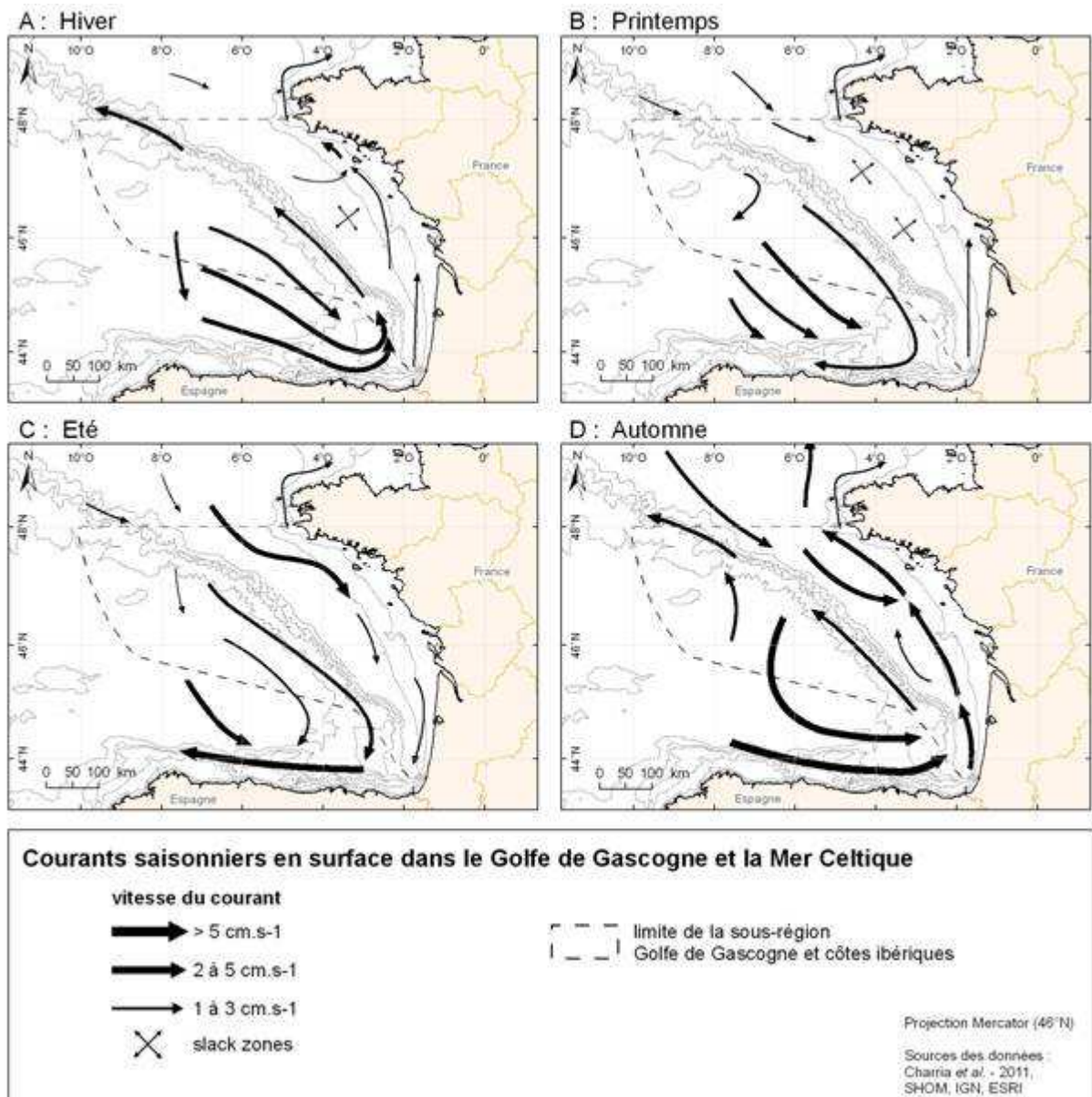


Figure 5 : Courants saisonniers en surface dans les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques.

- Circulation en automne (octobre, novembre, décembre) : l'ensemble de la sous-région marine golfe de Gascogne est le siège d'un vaste tourbillon cyclonique. Sur le plateau continental, un courant dirigé vers le nord-ouest apparaît en début d'automne sauf les années atypiques où le vent moyen est majoritairement de secteur est comme en 2007. Ce courant peut persister jusqu'en décembre et temporairement atteindre une vitesse de 30 cm/s. Il transporte vers le nord des eaux chaudes du coin sud-est du golfe et se traduit par une langue chaude qui s'étend du pays Basque à la Bretagne. Sur le talus, le courant est également dirigé vers le nord-ouest. On peut noter un contre-courant plus faible dirigé vers le sud-ouest entre le talus et l'isobathe 100 au nord de 47°N.
- Circulation en hiver (janvier, février, mars) : les courants restent dirigés majoritairement vers le nord sur le plateau et la pente continentale mais ils s'affaiblissent par rapport à l'automne. Ils sont dirigés vers le sud-est sur la plaine abyssale et sont plus forts dans la partie sud du golfe. Sur le plateau continental, ils sont faibles, voire très faibles entre 46 et 47°N. Près des côtes, au nord de l'estuaire de la Gironde, les eaux douces issues des

grands fleuves (Gironde, Loire, Vilaine) se mélangent en surface avec les eaux marines en se déplaçant le long de la côte vers le nord sous l'effet des différences de salinité et de la rotation terrestre.

- Circulation au printemps (avril, mai, juin) : les courants dominants sur le plateau sont encore faibles à très faibles en moyenne. Le printemps constitue une période de transition durant laquelle les vents moyens de secteur sud-ouest en hiver s'orientent au secteur nord-ouest. Les courants de surface vont alors progressivement s'orienter vers le sud. Le long de la côte des Landes, ils restent cependant dirigés vers le nord. Sur le talus continental, la circulation reste encore mal connue mais il semble que la circulation s'inverse vers le sud du golfe. Certaines mesures récentes (les campagnes ASPÉX) montrent que cette inversion du courant sur le talus ne se produit pas au nord de 46°N et que les courants pourraient persister vers le nord. Sur la plaine abyssale, les courants sont orientés vers le sud-est.
- Circulation en été (juillet, août, septembre) : la circulation sur le plateau continental s'est inversée. Sous l'effet de vents de nord-ouest dominants, les courants dans les couches de surface sont majoritairement dirigés vers le sud. Sur la plaine et le talus, cette inversion des courants est également présente et on peut noter un changement de sens de la circulation sur les grands fonds qui s'écoule désormais dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les multiples campagnes océanographiques et études menées sur la région ont permis d'avoir une assez bonne connaissance de la dynamique régionale du golfe de Gascogne. Néanmoins, de nombreux aspects de la circulation restent encore à explorer. La circulation sur le talus continental nécessitera encore de nombreuses mesures pour être correctement décrite. Enfin la variabilité inter annuelle n'est pas vraiment connue en terme de courant. Seules des mesures prévues sur le long terme pourraient permettre de faire avancer la connaissance. La structure tridimensionnelle des courants est encore très peu décrite.

La description des processus côtiers a fortement progressé grâce à l'utilisation des modèles numériques. Les moyens de calcul actuels permettent une modélisation fine des courants 2D et 3D à condition de disposer de suffisamment de connaissance de la bathymétrie, de la marée pour imposer des conditions aux limites et des mesures de courants pour valider les modèles.

Concernant les courants de marée, des publications anciennes regroupent les connaissances accumulées au fil des années et recueillies souvent auprès des navigateurs. Ces informations sont surtout qualitatives, mais restent néanmoins précieuses. Les mesures *in situ* de courant restent indispensables pour les études courantologiques de la circulation moyenne ou des courants de marée, elles constituent un moyen de vérification et de validation des modèles numériques. Elles permettent surtout une évaluation des différentes composantes du courant et de leur variabilité temporelle ou spatiale (dans les trois dimensions).

3.3. Les courants de marée

3.3.1. Onde de marée et marnage

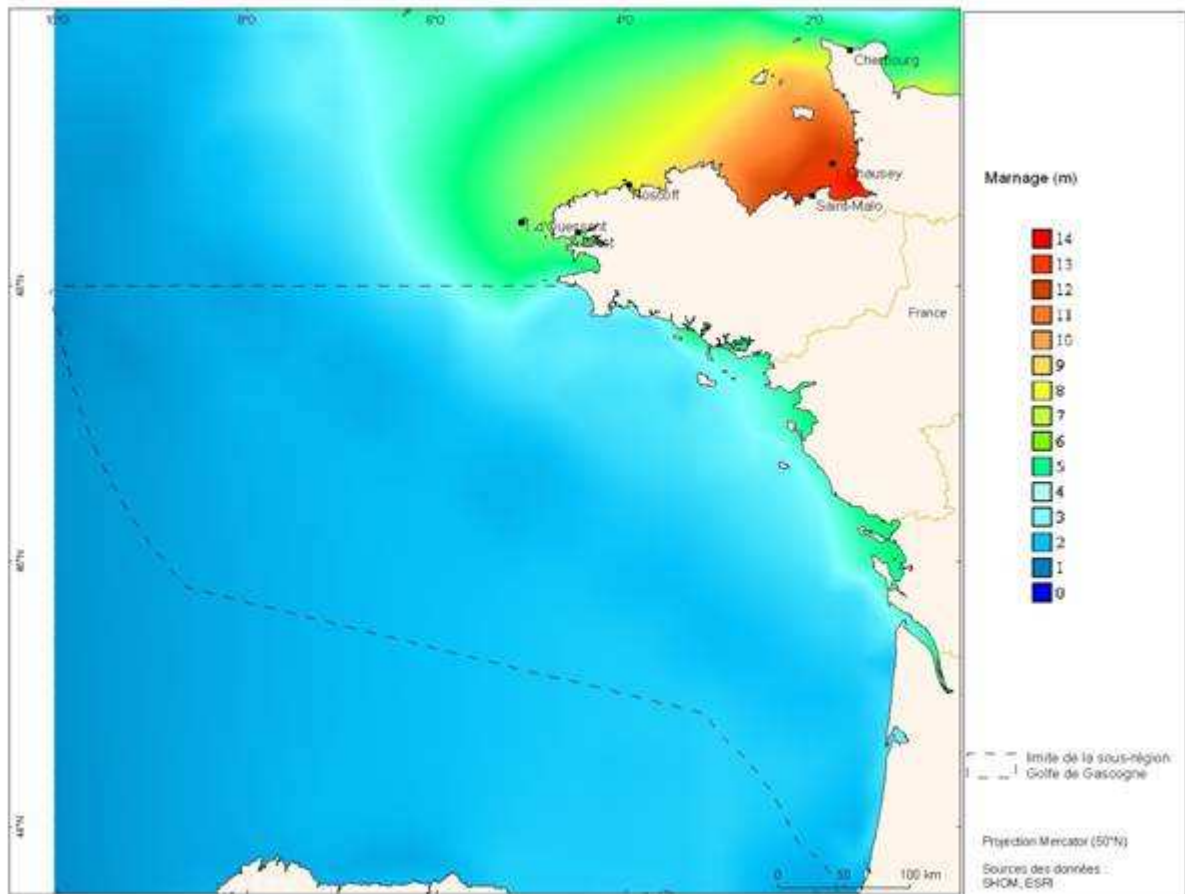


Figure 6 : Marnage dans la sous-région marine golfe de Gascogne (issu du modèle de marée SHOM).

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, la marée, liée à une onde progressive, se propage du sud vers le nord. Le marnage croît du large vers la côte et du sud vers le nord le long de la côte (Figure 6). Sa valeur est de l'ordre de 2,4 m au large, de l'ordre de 3 m le long des côtes bretonnes. Les plus fortes valeurs sont observées entre les deux estuaires de la Gironde et de la Loire (Saint-Nazaire). Le marnage relativement faible entre Groix et Penmarc'h est dû à l'interaction entre l'onde incidente de marée et la réflexion de cette onde contre les côtes de Bretagne Sud.

3.3.2. Amplitude des courants de marée

Les courants de marée agissent sur l'ensemble de la colonne d'eau. Relativement faibles sur la plaine abyssale (de l'ordre de 1 cm/s), ils sont intensifiés par petits fonds : de l'ordre de 20 à 30 cm/s sur le plateau armoricain et deviennent supérieurs à 80 cm/s vers les côtes nord de la zone. A proximité des côtes, ces courants peuvent être violents par endroit et atteindre 1,5 m/s aux abords des grands estuaires, dans les rivières ou chenaux d'accès. En morte-eau, les courants de marée perdent 20 à 30 % de leur vitesse, mais la morphologie de la côte, les forçages météorologiques, les apports fluviaux (Loire, Gironde, l'Adour) sont susceptibles de perturber ponctuellement les courants.

3.3.3. Evolution temporelle des courants de marée

Les courants de marée varient en intensité et en direction au cours du cycle tidal. Dans la sous-région, le courant est giratoire avec une orientation vers l'est en flot et vers l'ouest en jusant.

3.3.4. Processus moyenne échelle

La sous-région est le siège d'une forte activité de moyenne échelle. Un fort courant de marée et une forte remontée du fond favorisent une forte oscillation de la thermocline. Cette conjonction de conditions fait du banc de La Chapelle (47°40'N - 7°W) une zone privilégiée de génération de la marée interne. Les ondes internes générées au niveau du talus du golfe de Gascogne sont très énergétiques et ont un impact certain sur le mélange vertical.

Sous-région marine soumise à des courants de marée et à des marnages faibles à moyens dans le sud et se renforçant dans le nord, ces deux paramètres du golfe de Gascogne sont bien établis. Les mesures *in situ* par les courantographes rendent pertinentes les données issues des modèles hydrodynamiques qui offrent une résolution spatiale et temporelle de grande finesse. Toutefois des compléments sur la structure tridimensionnelle des courants, ainsi que sur la variabilité inter-annuelle et le rôle de la circulation à grande échelle, restent encore à acquérir, voire à explorer.

4. Exposition aux vagues

Les états de mer (houles et vagues) sont la composante rapide de la dynamique océanique de surface, avec des périodes généralement inférieures à 25 secondes dans la sous-région considérée. Ces états de mer ont pour conséquences des élévations de la surface libre dont la variation (de crête à creux) peut dépasser les 30 m, mais aussi des fluctuations de vitesse et pression qui peuvent se faire ressentir jusqu'au fond, en fonction de la longueur d'onde des vagues, ou encore une dérive moyenne. Cette liste n'est pas exhaustive. Le présent document traite essentiellement des hauteurs de vagues et des amplitudes d'agitation près du fond. Les états de mer peuvent être considérés comme une succession de vagues ou comme une superposition de trains d'ondes de différentes périodes et directions.

4.1. Source des données utilisées

Afin de trouver un compromis entre la représentativité des paramètres et leur variabilité inter-annuelle, il a été choisi d'illustrer la variabilité spatiale et l'ordre de grandeur des hauteurs et agitations sur le fond par les résultats des modèles numériques d'état de mer développés au SHOM puis à l'Ifremer. Le forçage de ces modèles utilise les analyses de vent de surface. Enfin, les courants et niveaux d'eau issus de modèles MARS2D ont été utilisés.

4.2. Moyenne et percentiles 90 et 99

Les hauteurs significatives diminuent sensiblement de l'ouvert de la sous-région marine golfe de Gascogne vers la frange littorale allant de Penmarc'h à la Gironde, avec des effets d'abri très importants dans les zones de Pertuis, et sur les côtes abrités par la presqu'île de Quiberon (Figure 7).

Les vitesses d'agitation près du fond, fortement influencées par la profondeur, augmentent depuis le rebord du talus continental jusqu'à la côte. Il convient de rappeler que la résolution horizontale du modèle utilisé ici (3,5 km) est insuffisante pour étudier la frange littorale où les vitesses d'agitations sont largement sous-estimées. On peut noter que le percentile 99 dépasse les 15 cm/s pour les profondeurs inférieures à 120 m.

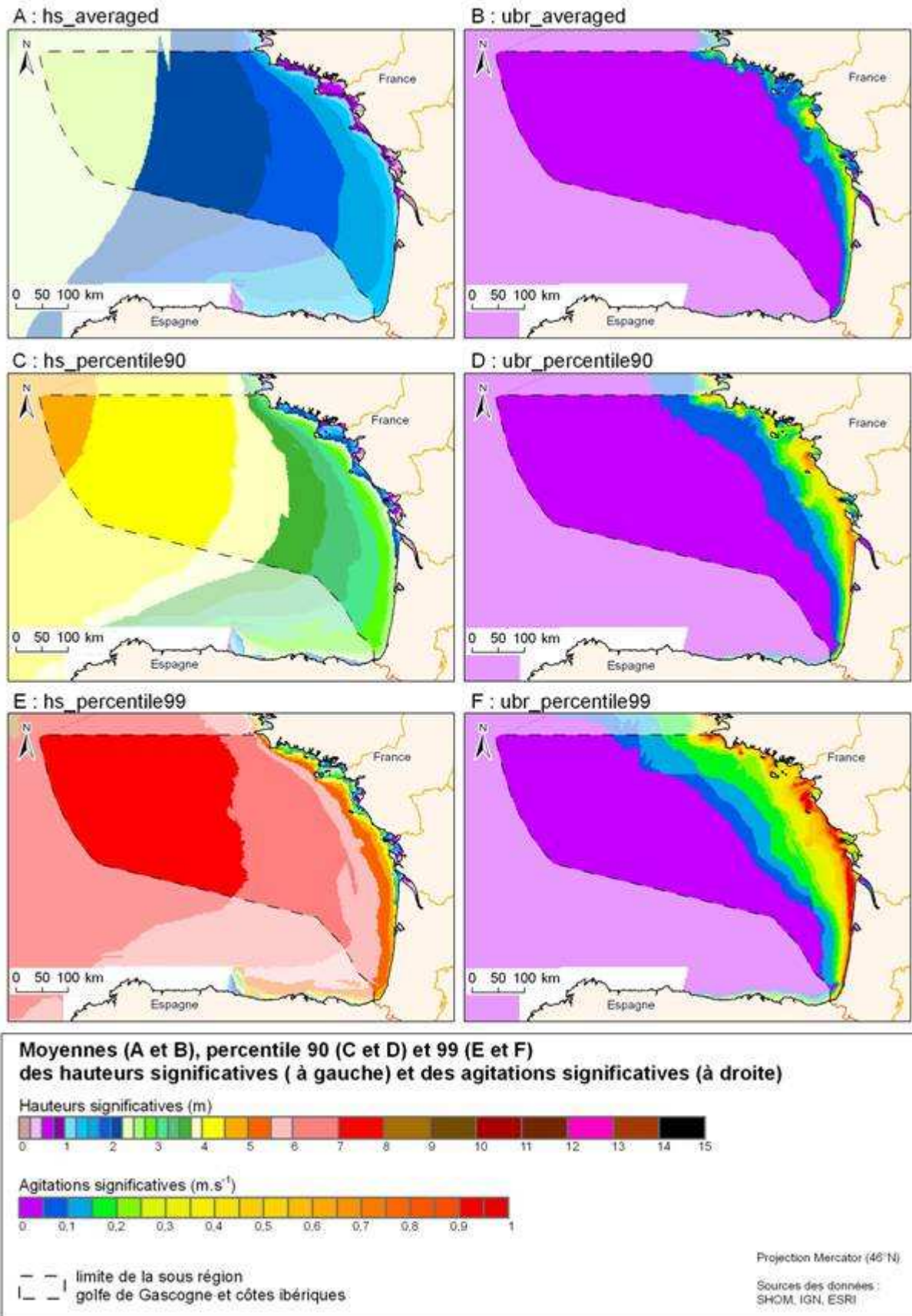


Figure 7 : Moyennes, percentile 90 et 99 des hauteurs significatives et des agitations significatives.

4.3. Analyse des houles et hauteurs d'eau

Dans le nord de la sous-région, les hauteurs moyennes les plus élevées se rencontrent l'hiver avec le passage des perturbations. Les hauteurs augmentent vers le large pour atteindre des valeurs égales ou supérieures à 3 m. L'été, près des côtes, les hauteurs restent le plus souvent inférieures à 1 m. Au large, elles restent généralement inférieures à 2 m. La houle d'ouest domine sur le nord de la sous-région puis la direction ouest-nord-ouest s'impose en hiver comme en été en descendant vers le sud. L'hiver une houle de hauteur moyenne supérieure à 2 m est fréquente au large et sur les côtes de la pointe de Bretagne. L'été, la hauteur moyenne, près des côtes, ne dépasse pas 1 m.

Dans le sud de la sous-région, les hauteurs moyennes les plus élevées se rencontrent pendant l'hiver. Elles augmentent vers le large pour atteindre des valeurs égales ou supérieures à 3 m. L'été, près des côtes, les hauteurs restent en général inférieures à 1 m du côté de La Rochelle et de l'embouchure de la Gironde. Elles sont légèrement plus hautes plus au sud. Au large, elles restent inférieures à 2 m. La houle de nord-ouest domine en hiver comme en été. Les hauteurs moyennes dépassent les 2 m à la côte en hiver et sont rarement au-delà du mètre l'été. Elles sont légèrement plus hautes au large. Les grandes houles sont peu fréquentes mais significatives.

En allant vers le sud, le relief de l'Espagne augmente la fréquence des vents du 280°. Les hauteurs moyennes des vagues et de la houle décroissent du nord vers le sud. Elles sont plus élevées au large. Les houles d'ouest dominant sur le nord du golfe. Puis la direction de nord-ouest s'impose en descendant vers le sud.

Largement ouverte sur l'océan Atlantique, la sous-région marine golfe de Gascogne connaît de fortes houles (supérieures à 2, voire 3 m surtout dans le nord en hiver), en particulier avec le passage des perturbations et des courants de marée contraires. Les hauteurs moyennes des vagues et de la houle décroissent du nord vers le sud. Elles sont plus élevées au large. Les houles d'ouest dominant sur le nord du golfe puis la direction de nord-ouest s'impose en descendant vers le sud. Historiquement mesurées par des houlographes, les hauteurs de vagues ainsi que l'agitation près du fond sont de plus en plus modélisées numériquement, avec localement une résolution assez fine.

5. Bathymétrie des fonds marins

La bonne connaissance de la topographie des fonds marins est fortement dépendante de deux aspects : le recensement des données existantes et la qualité intrinsèque des données et leur niveau de traitement.

Les initiatives nationales et européennes de mise à disposition de la connaissance bathymétrique de référence se heurtent systématiquement à cette double problématique de l'accès à la donnée et de leur interopérabilité, les incohérences entre les différentes sources et les « trous » de données étant loin d'être anecdotiques. Au plan national, les deux principaux producteurs de données, le SHOM et l'Ifremer, initient un projet de réalisation de modèles numériques de terrain (MNT) communs sur les eaux nationales ; au plan européen, le projet pilote EMODnet-Hydrography tente de fédérer les données existantes afin de réaliser des MNT de référence sur les bassins européens.

5.1. Couverture et qualité des données disponibles

5.1.1. Qualité des données disponibles

La qualité des données de bathymétrie et *a fortiori* leur utilisation directe ou pour la réalisation de produits exploitables dépendent des techniques de mesure de profondeur et de positionnement utilisées, fortement liées à l'époque de l'acquisition, de leur mise en œuvre et du niveau de traitement des données qui sont liés aux objectifs du projet.

Selon les techniques de mesure et de positionnement mises en œuvre, les lots de données disponibles fournissent une information différente en terme de précision sur la profondeur mesurée, sur le positionnement de cette profondeur et en termes d'exhaustivité. L'étude d'une zone particulière entraîne alors souvent des soucis d'interopérabilité des données acquises à l'aide de différentes méthodes et à différentes époques.

L'acquisition de la bathymétrie nécessite certaines précautions, en particulier en zone littorale et lors de l'usage d'un sondeur multifaisceaux. Par ailleurs, l'épuration de ces données et leur contrôle qualité sont des tâches coûteuses et nécessitant un savoir-faire certain. En fonction du projet entraînant l'acquisition de données de bathymétrie, ces précautions et traitements sont plus ou moins bien appliqués et il peut en résulter, là encore, des incohérences lors de fusion de données. Par ailleurs, il convient de distinguer les données acquises lors des transits (mesures effectuées en navigation, de qualité médiocre) de celles acquises lors de levés sur une zone donnée, en particulier dans le cas de données multifaisceaux, les premières étant bien souvent de qualité moindre.

5.1.2. Couverture des données disponibles

A l'échelle de la sous-région, la couverture des données de campagne disponibles apporte plusieurs enseignements :

- la couverture totale au sondeur multifaisceaux (SMF) n'est pas acquise, en particulier sur le plateau continental couvert essentiellement de transits et de levés de faible étendue. La

couverture SMF est plus importante sur la marge continentale, sujette à études, et sur les grands fonds, couverts plus rapidement car la largeur de fauchée insonifiée est proportionnelle à la profondeur ;

- la couverture du plateau continental est majoritairement assurée par des données issues de sondeurs monofaisceau ;
- la couverture au laser n'est que ponctuelle sur le littoral de cette sous-région : sud de la région de Penmarc'h, archipel des Glénan, golfe du Morbihan dans le cadre du levé pilote du projet Litto3D.

5.2. Particularités morphologiques et dynamiques

5.2.1. Particularités morphologiques

La Figure 8 présente la morphologie bathymétrique de la sous-région marine golfe de Gascogne et de ses environs. Celle-ci se compose majoritairement d'un plateau continental s'achevant à son extrémité ouest par un talus.

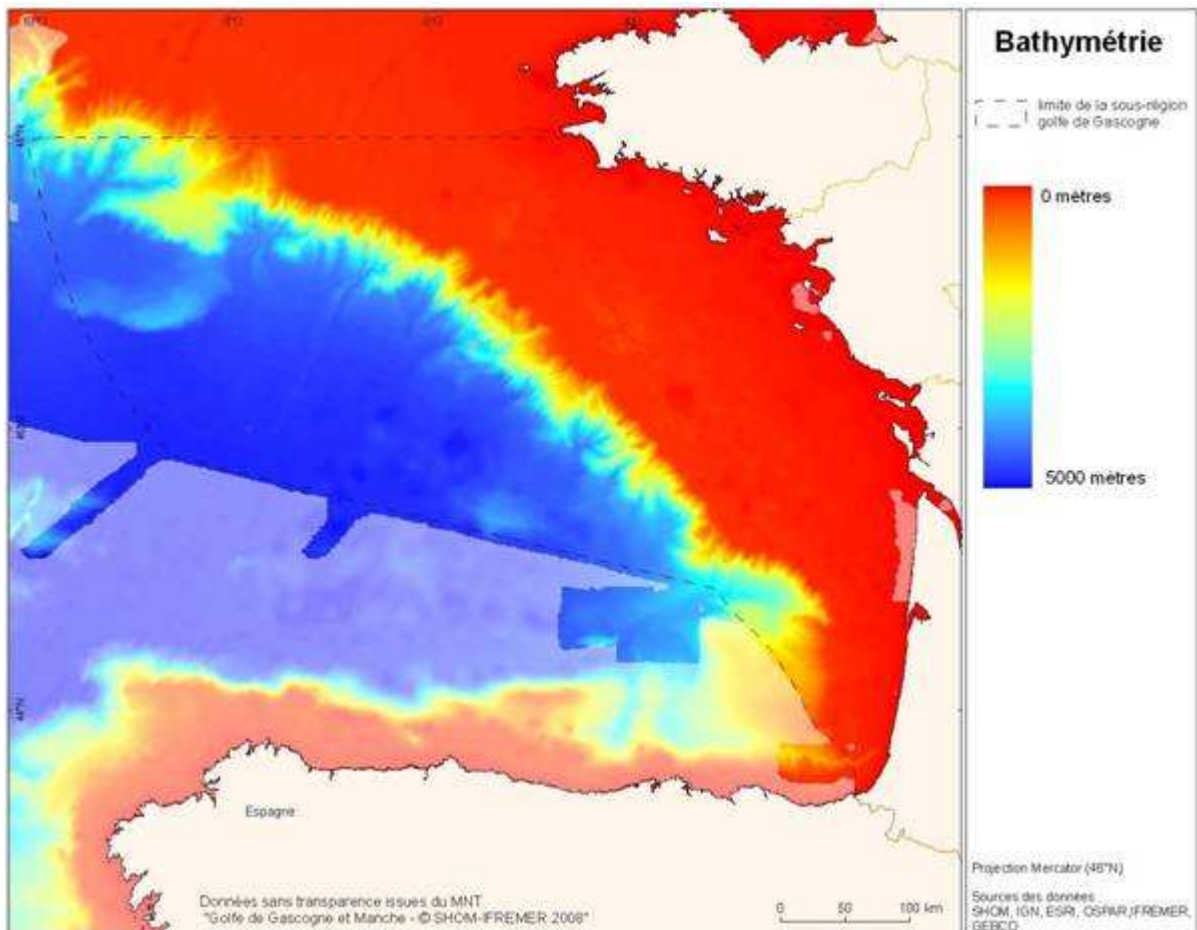


Figure 8 : Bathymétrie de la sous-région marine golfe de Gascogne.

Le plateau continental se caractérise par une pente douce et peu d'irrégularités. Les fonds y sont compris entre 0 et 200 m. La largeur du plateau continental est comprise entre 50 km au niveau des Landes et 200 km au large de la Loire-Atlantique.

La marge continentale, interface entre le plateau continental et la plaine abyssale, se présente sous la forme d'un talus abrupt permettant d'atteindre des fonds supérieurs à 3000 m en 30 à 40 km. Cette marge continentale présente de nombreux canyons et des plateaux tels que celui de Meriadec au nord de la sous-région et celui des Landes à son extrémité sud. La plaine abyssale atteint des fonds de l'ordre de 5000 m à l'extrémité ouest de la sous-région.

5.2.2. Particularités dynamiques

A l'échelle de la sous-région, la dynamique des fonds marins est a priori limitée, en particulier sur la zone de plateau continental dont la pente est faible (voir également la thématique « Nature des fonds marins »).

Cependant, les zones littorales présentent une dynamique qui peut être assez marquée, en particulier dans les secteurs sableux ou fortement sédimentaires. Ainsi, le trait de côte peut être sujet à des évolutions relativement rapides causées par des mouvements de dunes dues à la marée semi-diurne et aux contraintes météorologiques, ou résultant de transits de matières sédimentaires à l'embouchure des fleuves et des rivières. Ces évolutions sont difficilement appréhendées par des sondeurs acoustiques et nécessitent plutôt l'usage de sondeurs lasers aéroportés, plus adaptés à la modélisation de l'interface terre-mer.

Le long de la marge continentale, les nombreux canyons entaillant le talus sont le lieu de transits de matières sédimentaires pouvant y être stockées momentanément, mais qui finissent tôt ou tard par contribuer au remplissage de la plaine abyssale.

La sous-région est caractérisée par la présence de trois ensembles : un large plateau continental dont l'extension se développe fortement du sud vers le nord, un talus entaillé de canyons et une plaine abyssale. Il reste de nombreuses données à acquérir au sondeur multifaisceaux, de qualité supérieure aux autres moyens de prospection, pour couvrir la totalité de la zone. Ce suivi est indispensable à la connaissance de la dynamique sédimentaire et pour l'étude des biocénoses les plus sensibles associées au substratum à l'échelle pertinente.

6. Nature des fonds marins

La répartition des sédiments dans la sous-région marine golfe de Gascogne est principalement contrôlée par les courants marins qui sont importants près des côtes, la morphologie des fonds (distinction plateau continental/talus) et les apports directs par les fleuves. Les sédiments sont donc essentiellement constitués de sables et de sédiments fins. Les sables sont présents sur une majeure partie du plateau alors que les sédiments fins sont observés au niveau des vasières (débouchés des principaux fleuves) et du domaine morphologique profond (plaine abyssale).

6.1. Généralités sur la sédimentologie de la sous-région marine golfe de Gascogne

6.1.1. Généralités

Le golfe se caractérise par une grande diversité de la côte aux grands fonds et par deux ensembles comprenant un socle de roches résistantes (abords du Massif Armoricaïn et des Pyrénées) et de roches tendres (prolongement du Bassin Aquitain). Au dessus de ces roches, la structure verticale se caractérise par une couche de cailloutis sur laquelle repose une couverture de sédiments plus fins (sables et graviers, de sables bioclastiques et de sables fins plus ou moins envasés) dont l'épaisseur peut atteindre 20 m. Comme indiqué dans la partie précédente (voir thématique « Bathymétrie des fonds marins »), le golfe de Gascogne se caractérise par un plateau continental, un talus et une plaine abyssale.

La nature des fonds est essentiellement contrôlée par cette morphologie, par l'action des houles et par les apports sédimentaires issus des fleuves et de l'érosion côtière. Cependant, au niveau des vasières, les phénomènes de tempête et, dans une moindre mesure, l'activité anthropique (pêche aux arts traïnants notamment) peuvent jouer un rôle déterminant dans la remobilisation des sédiments.

6.1.2. Facteurs de contrôle de la sédimentation dans la sous-région marine golfe de Gascogne

6.1.2.1. Forçages hydrodynamiques

Les cycles de transgressions et régressions marines dus aux glaciations ont une influence prépondérante sur l'organisation des sédiments de la sous-région. Les dépôts situés en bordure de plateau continental lors du dernier optimum glaciaire, ont migré vers la côte lors de la dernière remontée du niveau des mers. Le remaniement des sédiments par les processus actuels provient essentiellement des houles et des tempêtes. La dynamique produite par les courants de marée a une compétence insuffisante pour agir seule sur les sédiments ; elle se limite alors à charrier le matériel remis en suspension par les houles. Près des côtes - golfe du Morbihan, Pertuis charentais, bassin d'Arcachon, etc. - et dans les estuaires, la dynamique tidale peut néanmoins devenir prépondérante.

La distribution des sédiments sur le plateau continental (Figure 9) montre une diminution de la taille des grains du nord (sables moyens à grossiers) vers le sud (sables fins à très fins). Les

sédiments en suspension provenant des estuaires ou de la remise en suspension des sédiments des vasières, migrent vers le nord sous l'action de la circulation résiduelle ou circulation moyenne.

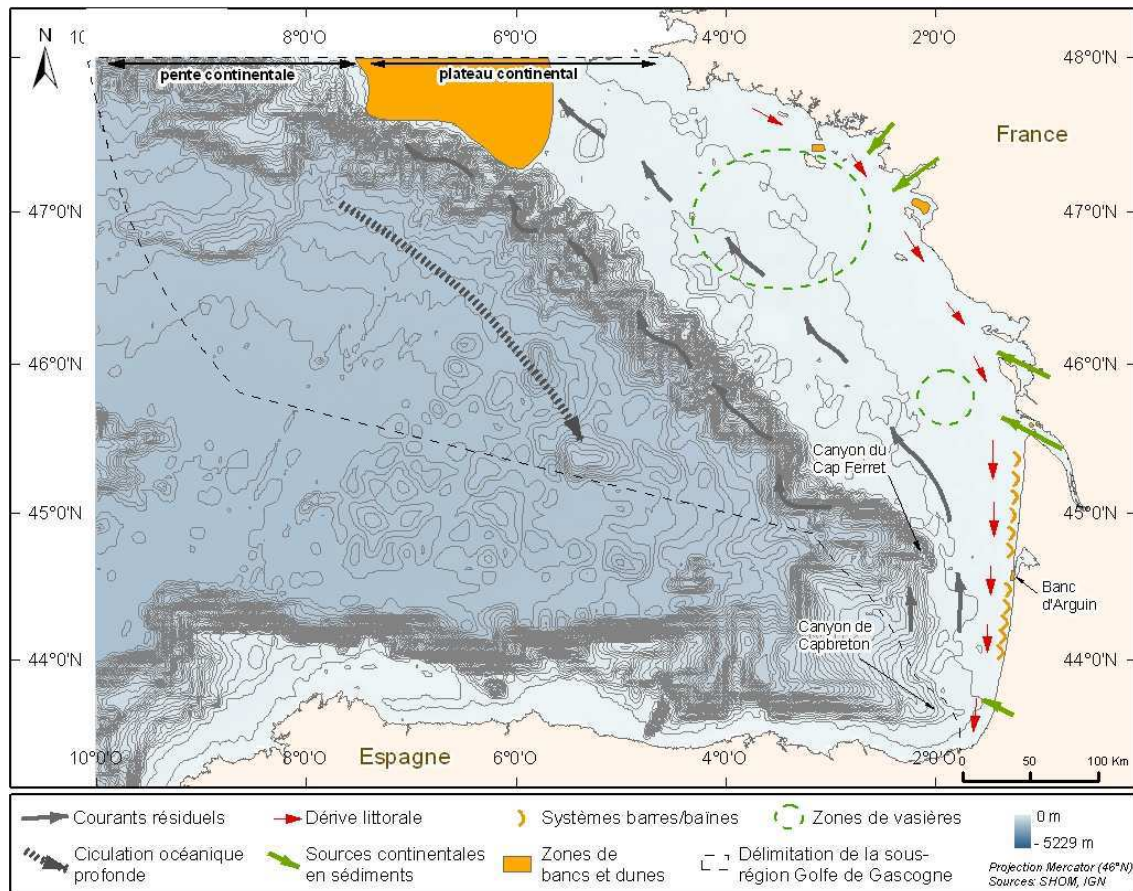


Figure 9 : Principaux transits sédimentaires et localisation des principales structures de la sous-région marine golfe de Gascogne.

La dérive littorale, courant induit par la houle et se déplaçant le long du rivage, est orientée du nord vers le sud mais peut s'inverser localement dans les baies ou aux abords des caps. Ce processus joue un rôle majeur dans le transport des sédiments et intervient ainsi dans la formation du domaine littoral comme par exemple la construction de la flèche du Cap Ferret. Sur tout le plateau du golfe, la houle contrôle la sédimentation mais, au-delà de 20 m de profondeur, cette action est limitée à quelques jours par an pendant les périodes de tempête.

6.1.2.2. Origine des sédiments

Les apports sédimentaires actuels proviennent des fleuves et de l'érosion côtière. Les sédiments sont essentiellement constitués de débris de roches et de minéraux, les débris d'origine biologique y sont plus rares qu'en Manche. Les fleuves majeurs : Garonne, Loire, Adour, Vilaine et Charente, alimentent le golfe en particules fines. Dans une moindre mesure, les particules fines proviennent de l'érosion des marnes grises du Jurassique et des activités ostréicole et conchylicole. Les côtes de Charente et d'Aquitaine fournissent des sables, provenant de l'érosion de l'ordre de 1 m/an, qui sont repris et transportés par les courants.

6.1.3. Synthèse sur les principaux objets sédimentaires

- Les reliefs : le littoral aquitain se caractérise par des systèmes de barres et de baïnes développées en zone intertidale et à quelques centaines de mètres du rivage. Ces reliefs sableux mobiles, migrent vers le sud et constituent un système de protection des côtes vis-à-vis de l'action des vagues. Des dunes de sable se créent près des estuaires et marquent une intensification de l'action des courants de marée (exemples de la Baie de Bourgneuf, des abords de la Gironde (Battures de Cordouan et dunes de la Palmyre), des passes du Bassin d'Arcachon (Banc d'Arguin)). Enfin, en bordure du talus, le nord-ouest de la région comprend une vaste zone de bancs et dunes sableuses dans le prolongement des bancs des mers Celtiques. Par ces mêmes profondeurs, comprises entre 150 et 200 m, mais plus au sud, des champs de dunes ont été évoqués, mais demeurent mal circonscrits.
- Les vasières existent : en zone côtière abritée, en domaine ouvert de plate forme et en milieu profond. L'originalité de la sous-région est la présence en milieu ouvert de vasières de plateau. La Grande Vasière occupe la partie médiane du plateau sur une longueur de 250 km, le long de l'isobathe 100 m. Sa teneur en vase et son épaisseur, qui peut atteindre 12 m, décroissent du nord au sud. Il s'agit d'un mélange de sables et de vases en proportion variable dans l'espace et dans le temps. L'action des houles peut diviser par deux sa superficie lors des périodes de tempêtes. La connaissance de l'extension et surtout de la variabilité de cette vasière est insuffisante. Une seconde vasière, plus restreinte, est située à l'ouest de l'estuaire de la Gironde.
- Les dépressions : le sud du plateau est entaillé par les canyons du Cap Ferret et de Capbreton qui entraînent l'export des sédiments vers les grands fonds via les canyons sous marins. Dans le reste du golfe, les canyons sont éloignés de la côte et sont moins concernés par le transit de sédiments mis en mouvement par l'action des houles et des courants de marée. Ils présentent cependant un transit de sédiments, en particulier au sud-ouest du Finistère où les courants générés par les ondes internes ont le maximum d'énergie.

6.2. Evaluation de la connaissance

6.2.1. Données anciennes

6.2.1.1. Types de données et méthodes d'acquisition

Durant plus d'un siècle, le Service Hydrographique de la Marine (SHM) a utilisé la technique du plomb suiffé (description visuelle des sédiments collés sous la semelle d'un plomb de sonde enduit de suif) pour avoir une information sur les constituants des fonds marins. Qu'il s'agisse d'éléments lithiques (graviers, sables, etc.) ou biologiques (maërl, débris coquilliers, herbiers), ces levés anciens constituent des indications précises sur la persistance au cours du temps de la nature des fonds et servent à la cartographie des sédiments. Dans le cas contraire ces données permettent de visualiser la dynamique des sédiments.

6.2.1.2. Données disponibles et qualité de la connaissance

Même si les premiers prélèvements à la benne et par carottage apparaissent dès la fin du XIX^{ème} siècle, seules les données plomb suiffé ont été conservées et numérisées.

6.2.2. Données récentes

6.2.2.1. Types de données et méthodes d'acquisition

Dans les années 1960, les levés étaient réalisés à l'aide de la drague Rallier du Baty. Cette méthode d'échantillonnage consistait à traîner la drague sur une distance variable selon les chercheurs et leur domaine de recherche. Dans les années 1980, les premières images de sonar latéral ont montré que les fonds étaient variables et que le dragage entraînait le mélange de plusieurs fonds sédimentaires. Les prélèvements sont depuis lors réalisés avec des bennes et des carottiers permettant de revenir à une mesure ponctuelle. A ces données de prélèvements s'ajoutent depuis la fin des années 1980 les données d'imagerie acoustique (sonar latéral, sondeur multifaisceaux) et celles issues des systèmes acoustiques de classification des fonds. Ces données ont servi à la réalisation de quelques cartes côtières et à la réalisation de synthèses au 1/ 500 000. La cartographie de la partie profonde est quant à elle issue de synthèses réalisées ces dernières années.

6.2.2.2. Données disponibles et qualité de la connaissance

Pour représenter l'état de la connaissance, une synthèse des données postérieures à 1950 a été réalisée. Celle-ci repose sur les données numérisées et intégrées au cours des 20 dernières années dans la Base de Données Sédimentologiques du SHOM. Elle prend en compte la technique mise en œuvre, la précision et densité des données, ainsi que l'ancienneté du levé afin de tenir à jour une cartographie de la qualité de la connaissance.

6.3. Cartes de la nature des fonds

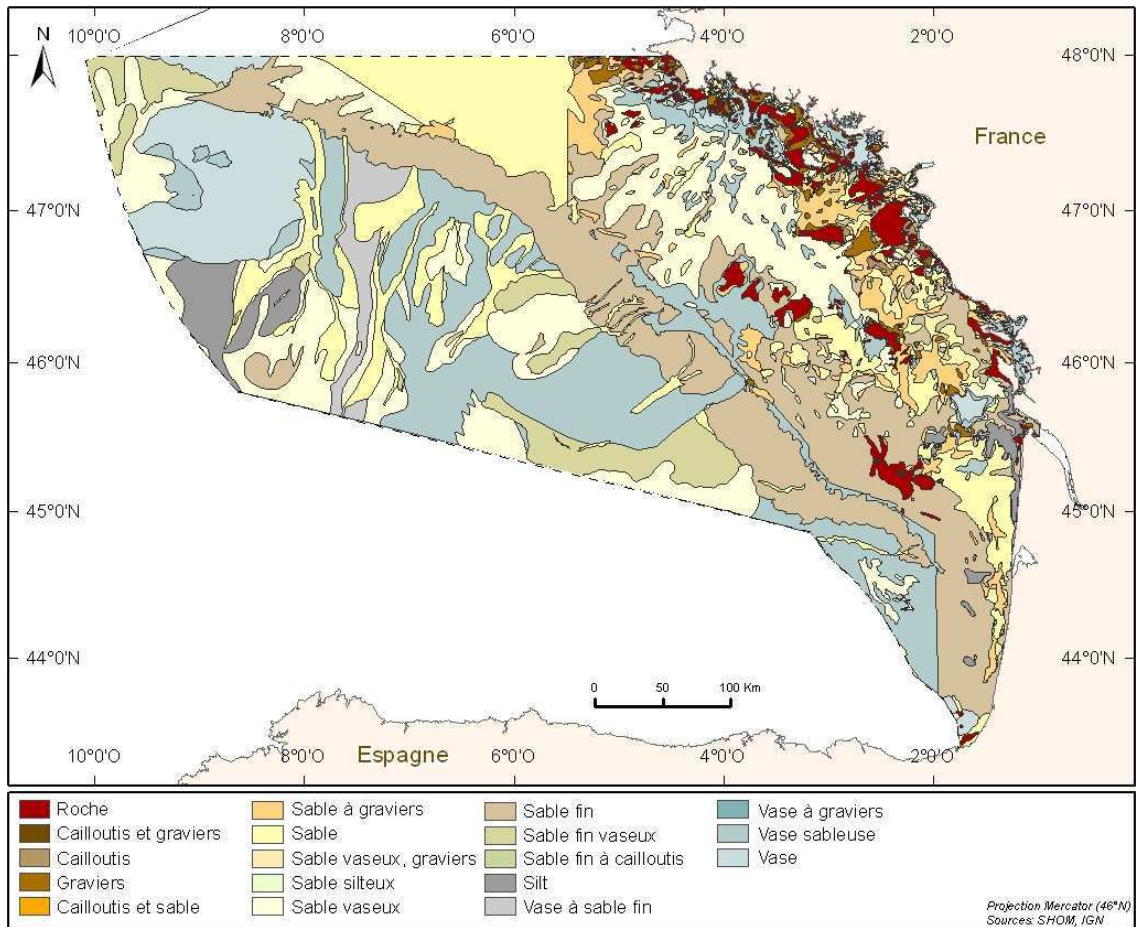


Figure 10 : Carte de nature des fonds basée sur les cartes publiées de 1970 à 2010.

Deux cartes de la nature sédimentaire des fonds ont été établies à partir des données anciennes et des données récentes. La Figure 10 représente la synthèse cartographique la plus récente de la zone, réalisée à une échelle du 1/500 000. Elle montre que :

- les sédiments sont majoritairement sableux sur le plateau continental. Les canyons permettent le transit de tels sédiments jusqu'aux grands fonds,
- les vases sont présentes en zones protégées côtières, dans les vasières du large et par grands fonds (talus, glacis),
- la roche et les sédiments grossiers sont confinés aux abords du massif armoricain (sud Bretagne) et des Pyrénées (Pays Basque) plus quelques plateaux mal connus au large.

Synthèse sur les sédiments et leurs mouvements

Le schéma cartographique obtenu est le résultat de l'action des houles appliquée aux structures morphologiques littorales et sous-marines de la région. A l'échelle locale, les fonds sédimentaires apparaissent variés et mobiles. Pour cette sous-région, des lacunes existent en particulier dans les secteurs où la couverture en données est de qualité faible à très faible. De plus la variabilité

saisonnaire et pluriannuelle de l'envasement reste à préciser ainsi que la localisation et la dynamique des systèmes de dunes et bancs sous-marins.

La répartition des sédiments dans la sous-région marine golfe de Gascogne est bien documentée à l'échelle de cette sous-région marine. Le schéma cartographique obtenu est le résultat de l'action des houles appliquée aux structures morphologiques sous-marines préexistante. Les techniques modernes (sonar latéral, sondeur multifaisceaux) doivent permettre d'améliorer la résolution spatiale et temporelle des suivis nécessaires aux autres thématiques dans le cadre d'une approche écosystémique.

7. Régime de la température et de la salinité

La température et la salinité sont deux paramètres descriptifs d'hydrologie qui caractérisent les masses d'eaux du milieu marin. Ils conditionnent la répartition, la migration, la nutrition et la reproduction des vertébrés et invertébrés marins.

7.1. Masses d'eaux

La majorité des masses d'eaux de la région ont leur source en Atlantique Nord dans laquelle les eaux de l'Atlantique et d'origine Méditerranéenne interagissent.

7.2. Principaux processus hydrologiques

Les principaux processus hydrologiques de la sous-région marine golfe de Gascogne sont décrits ci-dessous.

7.2.1. Bourrelet froid

Le bourrelet froid est une structure thermique en forme de dôme, située sous la thermocline saisonnière. Sa température est inférieure à 12°C et se répartit sur deux zones : de la « Grande Vasière », zone en Bretagne Sud s'étendant le long de l'isobathe 100 m du front de Penmarc'h jusqu'à l'estuaire de la Gironde et à l'ouest du front d'Ouessant. Cette masse d'eau est présente toute l'année avec des variations de température de moins de 1°C du printemps à l'automne et à des fluctuations inter-annuelles relativement faibles. La température moyenne d'été près du fond varie entre 10.9 et 11.5°C (Figure 11, Figure 12).

7.2.2. Panaches fluviaux

Les panaches fluviaux remarquables dans la sous-région marine sont formés par l'arrivée d'eau douce depuis les deux principaux estuaires de la Loire et de la Gironde (voir thématique « Débits fluviaux »). La structure verticale d'un panache en salinité prend la forme d'une demi-lentille d'eau fortement dessalée. Les panaches sont marqués en hiver par des eaux froides en surface : on observe une inversion thermique sur la verticale provenant principalement des eaux froides des fleuves et soutenue par une stratification haline.

L'étendue des panaches sur le plateau est liée en partie au débit des fleuves (de l'ordre de 900 m³/s en moyenne). Ils sont maximums en hiver et au printemps, saisons durant lesquelles ils peuvent dépasser 5000 m³/s. La période d'étiage correspond à la fin de l'été et les débits peuvent chuter à 200 m³/s. A cette variabilité saisonnière s'ajoute une variabilité inter annuelle forte qui distingue les années sèches des années pluvieuses.

Dans la région des panaches, la densité de l'eau de mer a fortement diminué : il en résulte des courants de densité, engendrés par l'équilibre géostrophique, qui tendent à dévier les panaches vers le nord.

Le troisième paramètre pilotant l'évolution spatiale des panaches sont les régimes des vents (voir thématique « Climatologie marine »). Les vents dominants de sud-ouest en automne et en hiver tendent à pousser les panaches vers le nord et à les maintenir à la côte tout en diminuant leur

stratification verticale. Au printemps, la rotation des vents au nord-ouest consécutive au renforcement de l'anticyclone des Açores provoque un changement de direction des panaches qui sont poussés vers le sud-ouest du golfe dans la couche de surface. Cela se traduit par des salinités plus faibles sur le plateau Aquitain que sur le plateau Armoricaïn.

7.2.3. Upwellings locaux

Les upwellings sont caractérisés par un refroidissement des eaux côtières dû à une remontée des eaux profondes sous l'influence du vent. Ils sont bien marqués de mai à septembre le long des côtes Landaises et en Bretagne Sud en présence de vents de nord ou nord-ouest. En Bretagne Sud, les courants de marée étant faibles, ils permettent une forte stratification de la colonne d'eau en été.

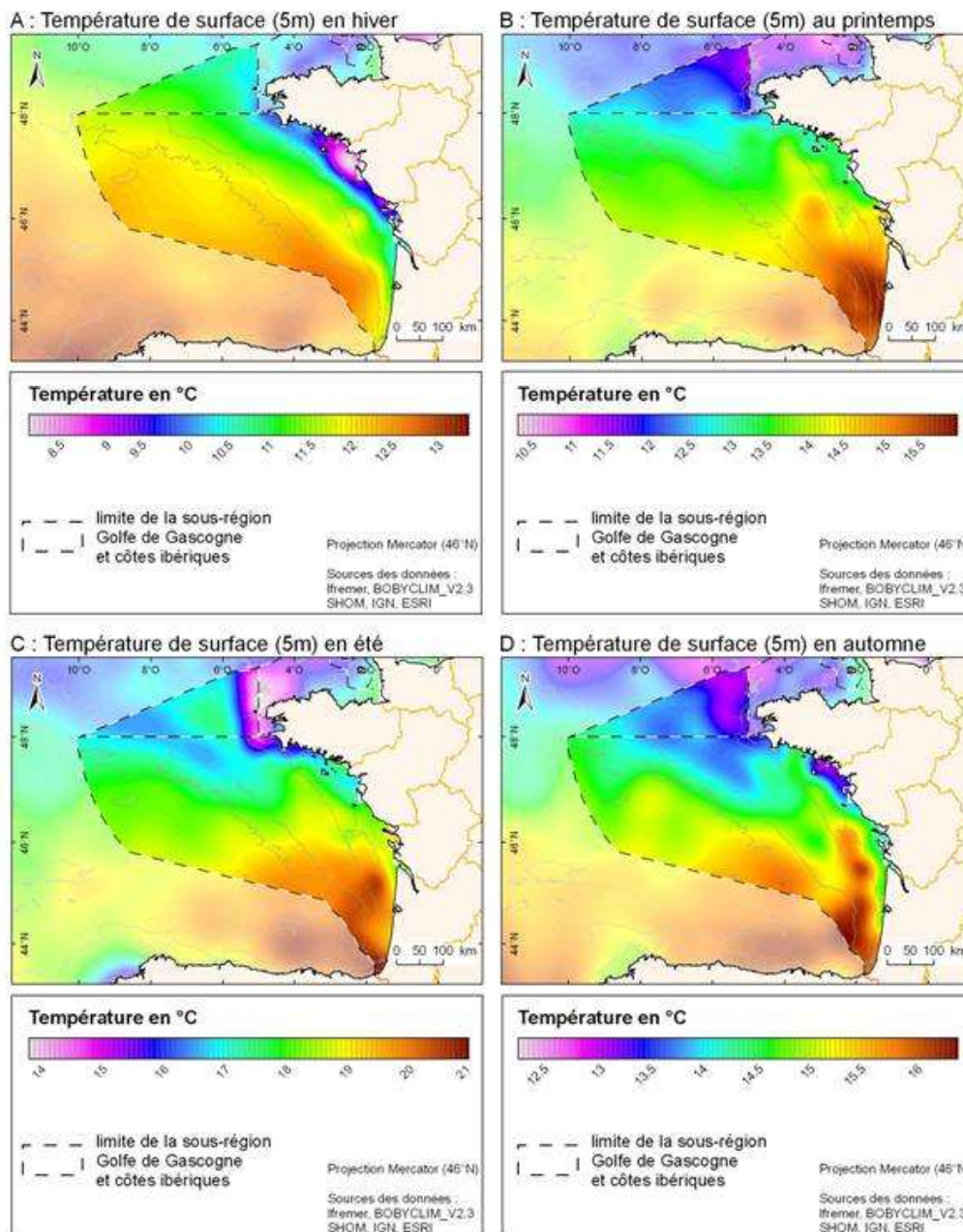


Figure 11 : Température saisonnière à 5 m de profondeur (source climatologie mensuelle Manche – golfe de Gascogne BOBYCLIM V2.3).

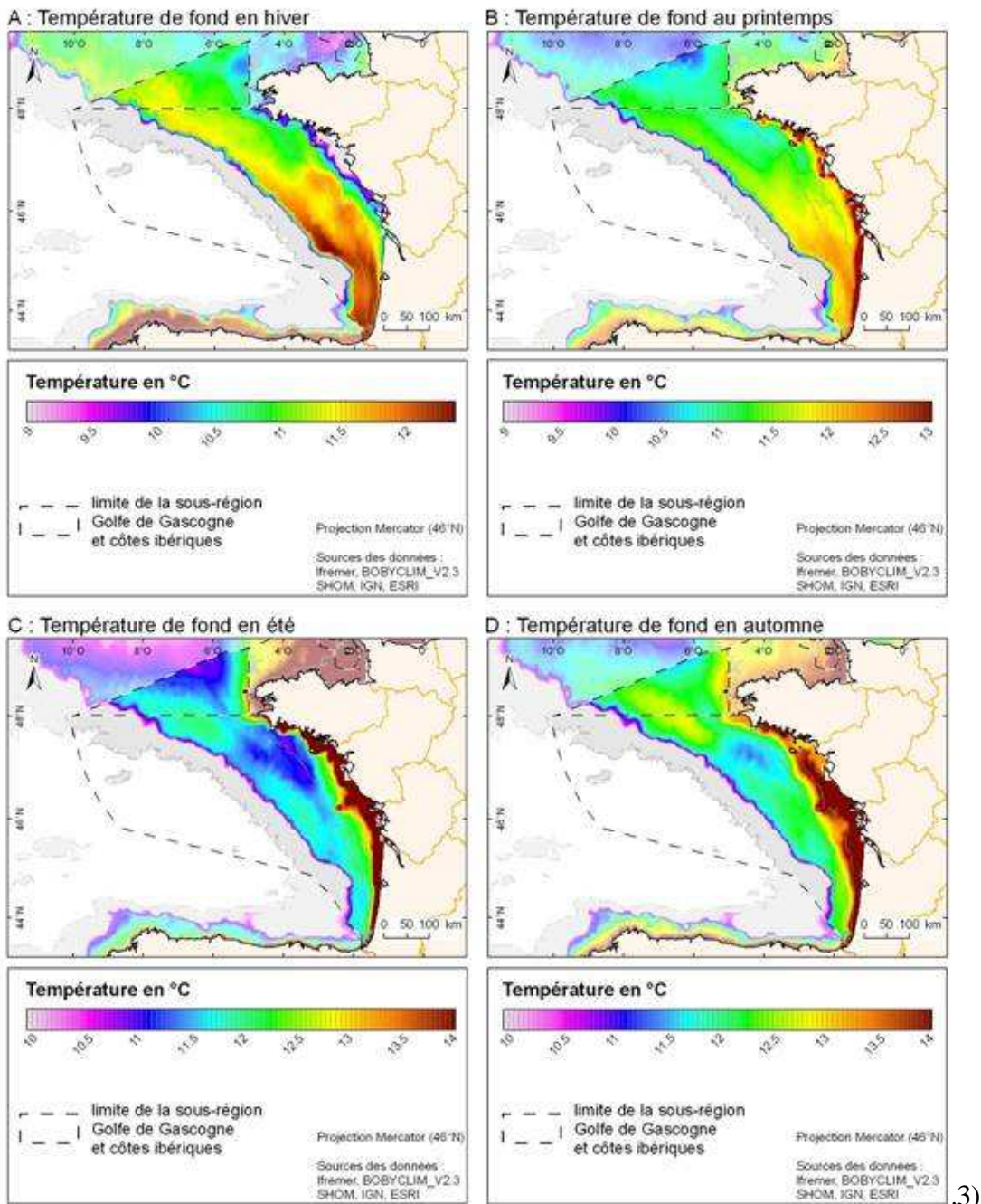


Figure 12 : Température saisonnière à proximité du fond (source climatologie mensuelle Manche – golfe de Gascogne BOBYCLIM V2.3).

7.2.4. Langue d'eau chaude automnale

En automne (octobre - novembre) dans le sud-est, une masse d'eau chaude accumulée durant l'été s'écoule vers le nord sous forme de langue d'eau chaude de 14-16°C pouvant s'étendre depuis le Pays Basque jusqu'à la latitude de la Loire. Le courant associé est dirigé vers le nord et peut atteindre 30 cm/s. Cette structure est caractérisée par une forte variabilité inter-annuelle : certaines années, elle peut être inexistante.

7.2.5. Stratification saisonnière

Les stratifications peuvent être d'origine haline ou thermique :

- Les apports d'eaux douces importants par les quatre principaux fleuves (Adour, Gironde, Loire, Vilaine) génèrent des stratifications halines qui peuvent être fortes notamment à proximité des estuaires (voir la partie 7.2.2).
- Le bilan de chaleur positif du début du printemps à l'automne induit des stratifications thermiques qui affectent l'ensemble de la sous-région. Ces stratifications se traduisent par la mise en place d'une thermocline à environ 20-30 m de profondeur qui isole les eaux de surface dont la température est d'environ 10°C supérieure à la température de fond (voir la partie 7.2.1).

L'interpolation de nombreuses données de température et salinité réparties sur la colonne d'eau permet la description saisonnière des principaux processus et structures hydrologiques de la sous-région golfe de Gascogne : front d'Ouessant, bourrelet froid, upwellings du talus, extension des panaches fluviaux. Une résolution plus fine améliorerait la compréhension de ces phénomènes à méso-échelle, dont les variabilités inter- et intra-annuelle sont marquées.

8. Turbidité

8.1. Généralités

La turbidité constitue l'un des paramètres physiques descriptifs de la colonne d'eau (on entend ici par « turbidité » l'obstruction à la pénétration de la lumière dans l'eau, due à la présence de particules solides en suspension dans l'eau). Elle est reliée à la masse de ces particules en suspension (communément appelées « matières en suspension » : MES, exprimée en g.l^{-1}). Hormis lorsque des filtrations d'eau prélevée *in situ* sont effectuées (ce qui conduit, par pesée, à l'estimation de ces MES), la mesure de turbidité se fait de manière indirecte, à partir de capteurs acoustiques ou optiques. La mesure obtenue, exprimée en unités normalisées (le plus communément NTU : Nephelometric Turbidity Unit ou FNU : Formazin Nephelometric Unit), ne peut être transformée en g.l^{-1} qu'à la suite d'une calibration, qui requiert systématiquement des prélèvements d'eau *in situ*.

Si les observations satellitales, désormais systématiques, permettent de reconstituer une climatologie de la turbidité de surface, elles ne renseignent pas sur la turbidité dans la colonne d'eau, ni au fond. Cette turbidité est due aux apports terrigènes d'une part, à la remise en suspension par les vagues et aux courants d'autre part, ainsi qu'à une contribution due aux particules organiques. Par l'atténuation de la pénétration de la lumière, la turbidité impacte la production primaire (et donc structure la disponibilité de nourriture pour les espèces supérieures de la chaîne trophique), mais aussi la croissance d'espèces végétales benthiques ; les particules en suspension modifient quant à elles les capacités de filtration des bivalves et la répartition des espèces pélagiques, particulièrement des juvéniles (voir la thématique « modifications de la nature du fond et de la turbidité » de l'analyse des pressions et impacts).

Dans une eau très turbide ($\text{NTU} > 10$, $\text{MES} > 100 \text{ mg/l}$), la biodiversité est affectée, notamment faute de lumière. Dans une eau très peu turbide ($\text{NTU} < 0,5$; $\text{MES} < 1 \text{ mg/l}$), la vie marine se développe difficilement faute de nutriments et de support, c'est le cas du milieu de l'océan Pacifique, par exemple.

8.2. Turbidité dans le golfe de Gascogne

En moyenne annuelle, les apports terrigènes par les grands estuaires sont estimés à $2,5 \cdot 10^6 \text{ t}$ de MES par an, dont 60 % apportés uniquement par la Gironde. La Loire contribue en moyenne pour 24 % ($0,6 \cdot 10^6 \text{ t.an}^{-1}$), puis l'Adour pour 8 % ($0,2 \cdot 10^6 \text{ t.an}^{-1}$). La Vilaine et la Charente auraient des flux comparables, d'environ $0,1 \cdot 10^6 \text{ t.an}^{-1}$, et chaque estuaire représente 4 % du flux total.

En Gironde, le bouchon vaseux se déplace vers l'aval de l'estuaire en crue, situation où les concentrations de surface excèdent 500 mg.l^{-1} dans la majeure partie de l'estuaire et peuvent excéder 3 g.l^{-1} le long de la rive gauche, tandis qu'elles sont de l'ordre de 100 mg.l^{-1} en étiage.

Pour l'estuaire de la Loire, le centre de gravité du bouchon vaseux se déplace vers l'aval en crue (et oscille avec la marée), avec des turbidités dans l'estuaire aval (Paimboeuf) qui peuvent varier d'une centaine de NTU à 1800 NTU. En régime de crue, les masses turbides peuvent être

expulsées de l'estuaire, avec des concentrations de plus de 200 mg.l⁻¹ mesurées dans l'embouchure.

Les eaux turbides de la Gironde, de la Loire et de l'Adour sont observables et quantifiables tous les jours lorsque le ciel est clair à partir des scènes satellites à basse puis à moyenne résolution de type Modis. Plusieurs milliers d'images ont été enregistrées et traitées depuis une dizaine d'années. Ces panaches génèrent des vasières côtières que ce soit en Baie de Vilaine ou en Baie de Marennes Oléron. Le panache turbide de l'Adour se distingue par une propagation très importante vers le Nord, pouvant dépasser 60 km et atteindre Mimizan en période de crue.

8.2.1. Région Bretagne Sud et estuaire de Loire

En période printanière et estivale, en dehors des panaches, les concentrations de surface mesurées en Bretagne Sud sont de l'ordre de 1 à 3 mg.l⁻¹ (conditions d'agitation moyenne), et les concentrations au fond peuvent atteindre 10 à 20 mg.l⁻¹ ; ces valeurs relativement élevées au fond sont interprétées comme résultant de la matière organique détritique (Figure 13). En hiver, des mouillages au point fixe (Bretagne Sud) ont montré que la turbidité – essentiellement d'origine minérale cette fois – peut atteindre 50 à 100 mg.l⁻¹ au fond par 20 à 30 m d'eau lors des tempêtes, et plusieurs dizaines de mg.l⁻¹ en surface.

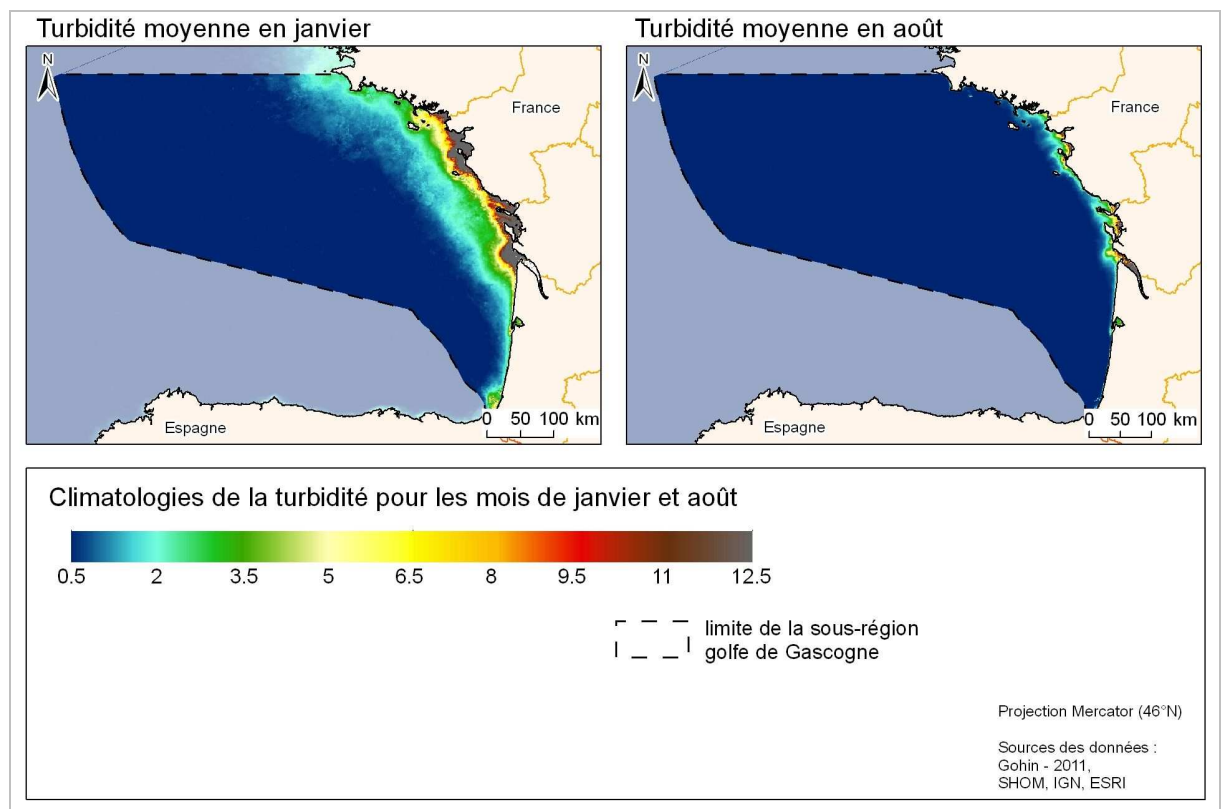


Figure 13 : Climatologies de la turbidité pour les mois de janvier et août.

8.2.2. Large de l'embouchure de la Gironde

A chaque jusant, deux nappes d'advection d'eaux saumâtres et turbides sont évacuées sur le plateau, à l'embouchure de la Gironde et au Pertuis de Maumusson. Les eaux de la Gironde

peuvent progresser vers l'ouest mais la majeure partie des suspensions est déplacée en masse vers le nord durant le flot suivant en direction de l'Ile d'Oléron. L'eau expulsée de l'estuaire forme un panache turbide de surface (identifiable au plus jusqu'à 50 km des côtes), et une couche néphéloïde¹ benthique. Après de forts débits fluviaux, la couche néphéloïde de fond dépassant 1 FTU atteint le bord du plateau continental, tandis qu'elle s'interrompt au milieu du plateau par faibles débits. En période printanière et estivale, devant l'embouchure de la Gironde, les concentrations de surface sont comprises entre 1.5 et 5 mg.l⁻¹ hors du panache, et même si on observe une stratification, les mesures n'indiquent pas de turbidité très élevée au fond. En hiver, les mesures montrent une colonne d'eau mélangée, avec des turbidités de l'ordre de 9 mg.l⁻¹ même au-delà de 35 m de fond.

La détermination de la turbidité en profondeur (colonne d'eau et fond) passe par des mesures *in situ*, contrairement aux valeurs relevées à la surface qui sont désormais accessibles via les observations satellitaires. La remise en suspension des particules dans l'eau est importante dans les régions côtières du fait du brassage (courants, vagues) et des faibles profondeurs rencontrées. Les eaux les plus transparentes se rencontrent donc au large. Les panaches de la Loire et de la Gironde constituent l'essentiel des apports terrigènes, respectivement 24 et 60 %, de la zone. Les apports annuels pour l'ensemble de cette sous-région sont estimés à 2.5 millions de tonnes.

¹ Couche de fond où la concentration de particules en suspension est élevée.

II- CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

Les caractéristiques chimiques du milieu marin sont étroitement liées aux conditions physiques de ce milieu, décrites précédemment, et à l'activité biologique des organismes qui le peuplent. Elles sont également influencées par les activités humaines. Ainsi, l'acidification du milieu marin (diminution du pH des eaux) est liée à la salinité et à la température mais aussi à la respiration des organismes vivants et à la décomposition des matières organiques. De même, la concentration en oxygène dissous, composé qui conditionne la vie des organismes marins, est régie par de nombreux processus physiques, chimiques et biologiques. Complémentaire aux apports en oxygène, la disponibilité en nutriments ou sels minéraux permet la production primaire, premier échelon de la chaîne alimentaire. Cette production primaire est rendue possible par la présence de chlorophylle, pigment qui transforme l'énergie lumineuse en énergie utilisable par les végétaux.

Outre les substances chimiques présentes naturellement dans le milieu et nécessaires au développement des êtres vivants, on trouve en mer des substances chimiques dites problématiques car elles présentent un risque pour les organismes et, *in fine*, l'homme, utilisateur du milieu. Enfin, seront abordées les questions sanitaires, liées à la présence de composés toxiques dans les produits marins destinés à la consommation humaine.

1. Acidification du milieu marin

L'acidité des eaux marines, comme des eaux douces, est mesurée par la valeur du pH. Dans un milieu tamponné comme la mer ses variations traduisent une altération de la stabilité de sa valeur en relation avec le cycle du carbone. Un abaissement, même minime de sa valeur, peut être dommageable pour la survie des organismes planctoniques animaux ou végétaux qui, pour certains, fixent le carbonate de calcium présent en solution dans l'eau de mer.

Des quantités de plus en plus importantes de CO₂ atmosphérique anthropique sont absorbées par la mer. Il s'ensuit une baisse du pH de l'eau de mer et une augmentation de l'acidité des océans. En moyenne, le pH des eaux de surface a diminué globalement de 0.1 unité depuis le début de la révolution industrielle, ce qui représente une augmentation de 30 % de l'acidité. Ce phénomène a ou peut avoir des conséquences importantes. D'une part, la diminution du pH réduit l'aptitude des océans à absorber le CO₂ et constitue un effet de rétrocontrôle potentiel sur le changement climatique. D'autre part, on possède très peu de connaissances sur les impacts écologiques et économiques de l'acidification des océans mais ils pourraient être graves, affectant les nombreux processus de médiation biologique qui transportent le carbone de la surface aux profondeurs des océans. Les données expérimentales indiquent qu'un pH plus faible (par rapport au niveau prévu) pourrait avoir toute une série d'effets sur les organismes marins, y compris la dissolution du carbonate de calcium (aragonite ou calcite) des coquilles et squelettes (décalcification) du plancton et du corail calcaires, ainsi que l'acidification des fluides organiques des poissons et des invertébrés. De nombreuses espèces jouant un rôle écologique important dans les systèmes pélagiques et benthiques seront affectées, et des effets à l'échelle de l'écosystème sont prévus dans les 50 à 100 années à venir.

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les mesures des paramètres du système des carbonates indiquent que le nord de l'océan Atlantique séquestre de plus en plus de carbone inorganique total (C_T). L'étude biogéochimique des efflorescences des coccolithophoridés dans le

nord de la sous-région (à la limite avec le plateau Celtique) indique une grande absorption de carbone total par le phytoplancton. Cette région est un fort puits de CO₂, et une zone où la calcification est importante. Les résultats indiquent une nette absorption de CO₂ par les eaux de surface (estimation du flux annuel moyen air-mer de CO₂ : $-2.5 \pm 0,3 \text{ mol.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$). A partir des valeurs de SST (température de surface) et de la concentration en chlorophylle a mesurées par télédétection, les résultats des calculs de $\Delta f\text{CO}_2$ (écarts des pressions partielles de CO₂ entre l'eau et l'air) sont les suivants (Tableau 2) :

Tableau 2 : Distribution saisonnière des $\Delta f\text{CO}_2$ dans la sous-région marine golfe de Gascogne.

Hiver	Forte homogénéisation des paramètres biogéochimiques due à l'intense mélange vertical	$\Delta f\text{CO}_2 = -37 \pm 1 \text{ } \mu\text{atm}$	Puits de CO ₂
Printemps	Forte productivité de phytoplancton qui entraîne une disparité dans la distribution des flux air-mer de CO ₂ : absorption nette de CO ₂ .	$\Delta f\text{CO}_2 = -56 \pm 4 \text{ } \mu\text{atm}$	Puits important de CO ₂
Eté	La température contrôle la distribution des flux air-mer de CO ₂ . Les concentrations en chlorophylle a sont négligeables, dues à la consommation totale des sels nutritifs dans la couche de mélange.	Juillet : $\Delta f\text{CO}_2 = -8 \pm 6 \text{ } \mu\text{atm}$ Août : $\Delta f\text{CO}_2 = 11 \pm 9 \text{ } \mu\text{atm}$	Puits de CO ₂ Source de CO ₂
Automne	Marque la transition entre l'été et l'hiver.	$\Delta f\text{CO}_2 = -18,5 \pm 2,6 \text{ } \mu\text{atm}$	Puits de CO ₂

L'estimation du flux de CO₂ (FCO₂), à travers l'interface air-mer dans la sous-région, à partir des $\Delta f\text{CO}_2$ est de $-2.5 \pm 0.3 \text{ mol.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$.

Ceci correspond à une absorption de 2.9 TgC.an⁻¹. Une estimation du carbone anthropique dans la sous-région a été réalisée pour septembre 2005, entre $87 \pm 5 \text{ mol.m}^{-2}$ et $95 \pm 5 \text{ mol.m}^{-2}$ (selon la méthode d'estimation utilisée), soit une capture entre 3 et 5 TgC an⁻¹. Ces chiffres correspondent à une séquestration égale à entre 6 et 10 % de la séquestration totale estimée pour l'océan Atlantique Nord, et indiquent une augmentation de l'accumulation de carbone anthropique (l'inventaire du carbone anthropique dans l'océan Atlantique pour 1994 est égal à 75 mol.m^{-2}).

Dans cette sous-région marine, au relief sous-marin hétérogène, soumise à des upwellings et à d'importants apports fluviaux, le pH a baissé significativement sur la période 1994-2004 en relation avec l'augmentation de la teneur en CO₂ atmosphérique. Aux accores du plateau continental, les efflorescences saisonnières de coccolithophoridés entraînent une forte séquestration des carbonates. Toutefois la valeur du pH des eaux de surface connaît de grandes variations spatiales et temporelles en relation avec l'activité biologique, les apports des fleuves et le gradient côte - large.

2. Répartition spatio-temporelle de l'oxygène

L'oxygène dissous dans l'eau de mer est un composé ubiquiste dont la concentration dans une masse d'eau est régie par une multitude de processus biotique et abiotique. Les propriétés thermodynamiques (température, salinité, pression), la dynamique physique (courant, mélange de masses d'eau, injection de bulles ou micro-bulles, échange air-mer), les processus de photo-oxydation, les processus d'oxydation chimique et les processus biologiques (photosynthèse, respiration et de nitrification en milieu aérobie) influent à des échelles diverses et variables sur la concentration en oxygène dissous dans l'eau de mer.

La concentration de l'oxygène dans la couche de surface mélangée est ainsi contrôlée fortement par les échanges avec l'atmosphère sous l'effet de la turbulence de surface et l'état de mer. L'équilibre s'achève à l'échelle de quelques jours ou de la semaine et les concentrations moyennes varient donc en fonction de la température et de la salinité et oscillent autour de la saturation.

2.1. Présentation du jeu de données

Le jeu de données fourni pour cette analyse couvre une zone géographique allant de 53°N à 43°N et de 9°W à 3°E qui correspond à tout l'espace national. Seules les données référencées comme données bouteilles ont été utilisées (dosage WINKLER). Les données correspondant aux profils CTD (munis de différents capteurs, ex : SBE 43) ou aux flotteurs Argos n'ont pas été prises en compte par manque de temps pour associer et recalibrer les profils grâce aux dosages WINKLER associés. Les données sont exprimées en $\mu\text{mol.l}^{-1}$ (généralement après conversion des unités mg.l^{-1} et ml.l^{-1}). Les données sont issues de la base de données du Service d'Observation en Milieu Littoral (SOMLIT) et des bases de données nationales et internationales (ICES, SDN, QUADRIGE²)² qui ont fourni la majeure partie des valeurs.

Suivant les bases dont proviennent les données, elles sont qualifiées de manière hétérogène. La qualité de la donnée est dépendante des protocoles de prélèvement, des procédures analytiques, des laboratoires d'analyse, etc. De plus, les protocoles analytiques ne sont pas explicités pour tous les jeux de données. Les données dont les méthodes analytiques ne sont pas définies ont été identifiées comme « douteuses » dans cette base. Ces données « douteuses » représentent plus de 70 % de la base de données pour cette sous-région marine golfe de Gascogne. La recherche de doublons a ensuite réduit de 28 % le nombre de données totales.

2.2. Répartition spatiale et temporelle des données d'oxygène

Le nombre de données d'oxygène est relativement faible car seules les données ayant fait l'objet d'une analyse au laboratoire ont été prises en compte. La résolution verticale des cartes pourrait être améliorée en validant les profils d'oxygène obtenus avec des capteurs SBE43.

² ICES = CIEM (Conseil International pour l'Exploitation de la Mer), SDN : SeaDataNet, QUADRIGE² : Base de données Ifremer.

2.2.1. Répartition spatiale

Sur la sous-région marine golfe de Gascogne, les données d'oxygène sont essentiellement concentrées à la côte (Figure 14) : 25 % des données sont mesurées dans des zones où la profondeur est inférieure à 20 m.

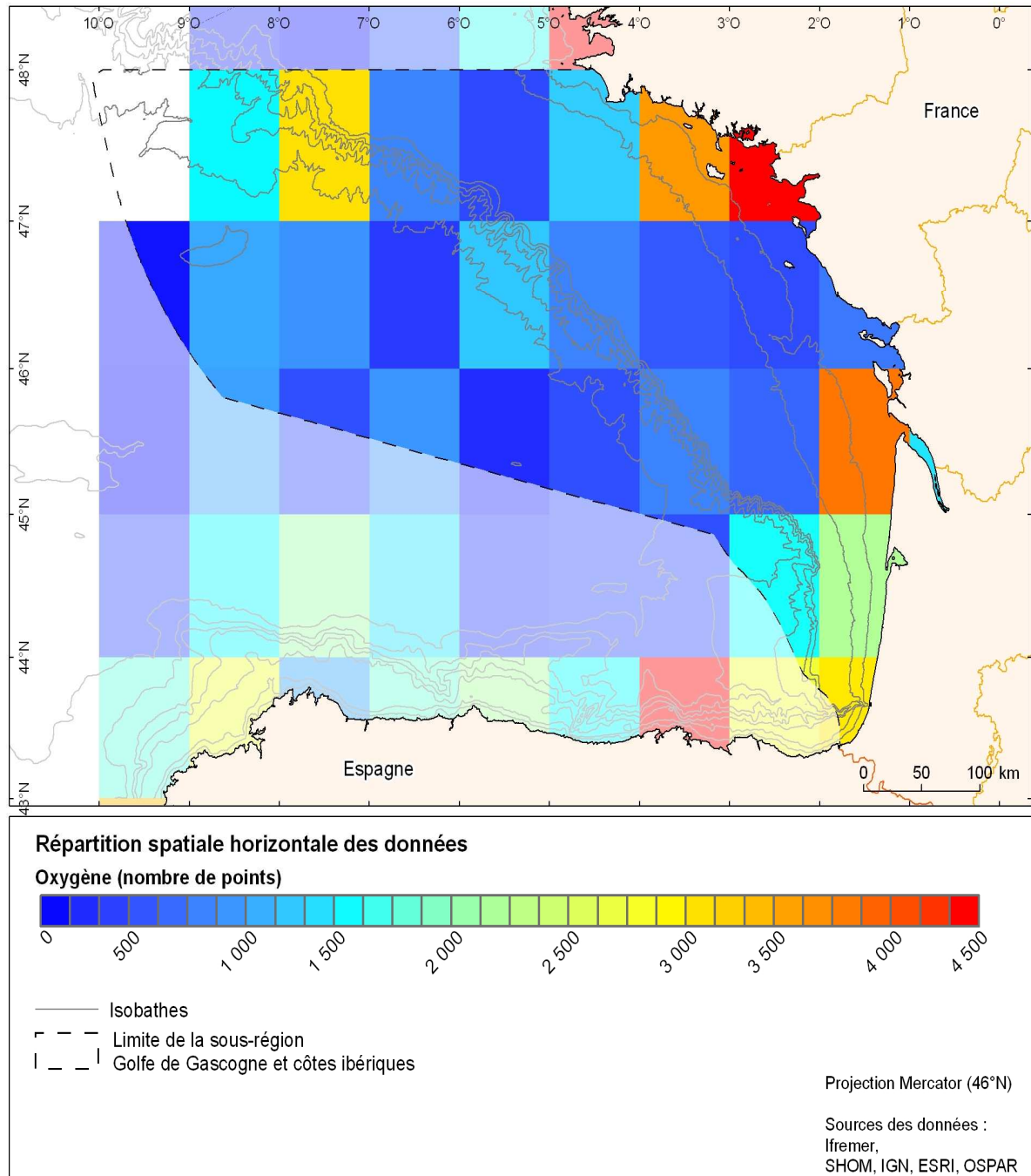


Figure 14 : Répartition spatiale de l'ensemble des données d'oxygène intégrées sur la verticale pour la sous-région marine golfe de Gascogne.

2.2.2. Répartition temporelle

La période d'étude se situe entre 1914 et 2010, la plupart des données étant acquises dans les années 1990 avec un pic maximum en 1998 comme pour l'ensemble des données biologiques dans les bases internationales interrogées.

2.3. Dynamique de l'oxygène

Le bilan d'oxygène figure parmi les éléments de qualité physico-chimique retenus pour la classification de l'état écologique des masses d'eaux littorales, dans le cadre de la DCE. La métrique retenue est le percentile 10. Elle se calcule sur des données mensuelles, acquises en été (de juin à septembre) et pendant six ans, au fond et en sub-surface de la colonne d'eau.

Les concentrations d'oxygène dissous résultent de processus physiques, chimiques et biologiques bien identifiés (échanges à l'interface air-eau, diffusion et advection, photo-oxydation, oxydation chimique, nitrification, respiration et photosynthèse). La concentration de l'oxygène dans la couche de surface mélangée est ainsi contrôlée fortement par les échanges avec l'atmosphère sous l'effet de la turbulence de surface et l'état de mer. L'équilibre s'achève à l'échelle de quelques jours ou de la semaine et les concentrations moyennes varient donc en fonction de la température et de la salinité et oscillent autour de la saturation.

La sous-région marine golfe de Gascogne est caractérisée par une couche de mélange d'environ 60 m de profondeur. De manière globale et dans cette couche, l'ensemble des observations réalisées à des latitudes similaires, une sous-saturation en période hivernale est observée et est associée au mélange vertical. Elle est suivie en été par une sursaturation en surface associée à la production primaire. En dessous de la couche de mélange, le phénomène de dégradation de la matière particulaire n'est, de manière générale, pas suffisant pour provoquer des hypoxies sévères à l'échelle du plateau continental car les concentrations relevées dans les eaux profondes varient entre 100 et 250 $\mu\text{mol.l}^{-1}$. Des interactions avec la biologie existent cependant même si les concentrations en oxygène ne sont pas létales.

Toutefois, au sein de certaines zones présentant des conditions hydrodynamiques particulières (courants de marée et circulation résiduelle faible, stratification élevée) et étant le lieu d'une production phytoplanctonique importante, des hypoxies voire des périodes d'anoxie peuvent se produire (voir thématique « Répartition spatio-temporelle de la chlorophylle »). La baie de Vilaine est le site connu pour développer ces crises dystrophiques à l'occasion de conditions météorologiques particulières (faible mélange vertical). Ce site fait donc l'objet depuis 2008 d'une surveillance haute fréquence à l'aide de la bouée MOLIT (OCO). Cette surveillance a mis en évidence la récurrence des phénomènes hypoxiques estivaux (voir thématique « Impacts des apports en nutriments et matières organiques : eutrophisation » de l'analyse des pressions et impacts).

La sous-région marine est caractérisée par une couche de mélange d'environ 60 m de profondeur. De manière globale et dans cette couche, l'ensemble des observations réalisées à des latitudes similaires, une sous-saturation en période hivernale est observée et est associée au mélange vertical. Elle est suivie en été par une sursaturation en surface associée à la production primaire. En dessous de la couche de mélange, le phénomène de dégradation de la matière particulaire n'est, de manière générale, pas suffisant pour provoquer des hypoxies sévères à l'échelle du plateau continental. Des situations d'hypoxie existent toutefois dans cette sous-région et sont caractéristiques de quelques baies fermées à faible renouvellement. Les données d'observation nationales et internationales sont globalement hétérogènes sur cette sous-région.

3. Répartition spatio-temporelle des nutriments

Les nutriments sont constitués des sels minéraux présents soit sous forme dissoute ou non dans l'eau de mer et qui permettent le développement de la production primaire pour les organismes autotrophes. Ils proviennent soit des apports fluviaux ou atmosphériques, voire de la minéralisation de la matière organique marine. Leurs origines sont donc naturelles par lessivage des sols ou anthropiques par les apports urbains, industriels ou agricoles.

3.1. Présentation du jeu de données utilisé

Les données de cette étude couvrent une zone géographique allant de 53°N à 43°N et de 9°W à 3°E qui correspond à tout l'espace national. L'ensemble des échantillons provient de prélèvements réalisés avec des bouteilles Niskin à différentes profondeurs, puis analysés en laboratoire. Les paramètres conservés dans la base et analysés sont :

- nitrate: NTRA ($\mu\text{mol/L}$)
- nitrite: NTRI ($\mu\text{mol/L}$)
- silicate: SLCA ($\mu\text{mol/L}$)
- ammonium: AMMO ($\mu\text{mol/L}$)
- phosphate: PHOS ($\mu\text{mol/L}$)

3.1.1. Contribution de chaque base de données

Les données sont issues de bases personnelles de scientifiques (données non encore enregistrées dans les bases de référence, ex : campagnes Modycot) (2.1 %), de bases de données nationales et internationales (ICES (25.28 %), SDN (11.72 %), QUADRIGE²³ (60.9 %)) qui représentent la majeure partie des données (97.9 %) soit 90 807 données. Il y a cependant dans ces bases des données non validées ou sous moratoire : ces données ne sont donc pas utilisées dans cette étude.

3.1.2. Qualité de la donnée

Suivant leurs origines, les données sont qualifiées de manière hétérogène (ex : ICES qualifie ses données soit de bonnes, douteuses ou mauvaises). Les données dont les méthodes analytiques ne sont pas définies ont été identifiées comme "douteuses" dans les données compilées. Ces données "douteuses" représentant la part principale (plus de 75 % contre 23 % de "bonnes"), il est donc délicat de ne pas les intégrer dans cette étude. La recherche de doublons, créés essentiellement par des données saisies dans deux bases de données différentes a également diminué de 41 % le jeu de données initial.

³ ICES = CIEM (Conseil International pour l'Exploitation de la Mer. SDN : SeaDataNet. QUADRIGE²: Base de données Ifremer

3.2. Répartition spatiale et temporelle des données de nutriments

Les données sont réparties de façon homogène au niveau spatial et au niveau temporel (cf. annexes 1, 2, 4, 5 et 6 de la contribution thématique associée).

3.2.1. Répartition spatiale

Sur la sous-région marine du golfe de Gascogne, les données sont essentiellement concentrées à l'embouchure des fleuves (Figure 15). La couverture géographique est homogène, les zones avec très peu de données sont nombreuses. On note que plus de 75 % des données sont enregistrées dans des zones de profondeur inférieure à 20 m.

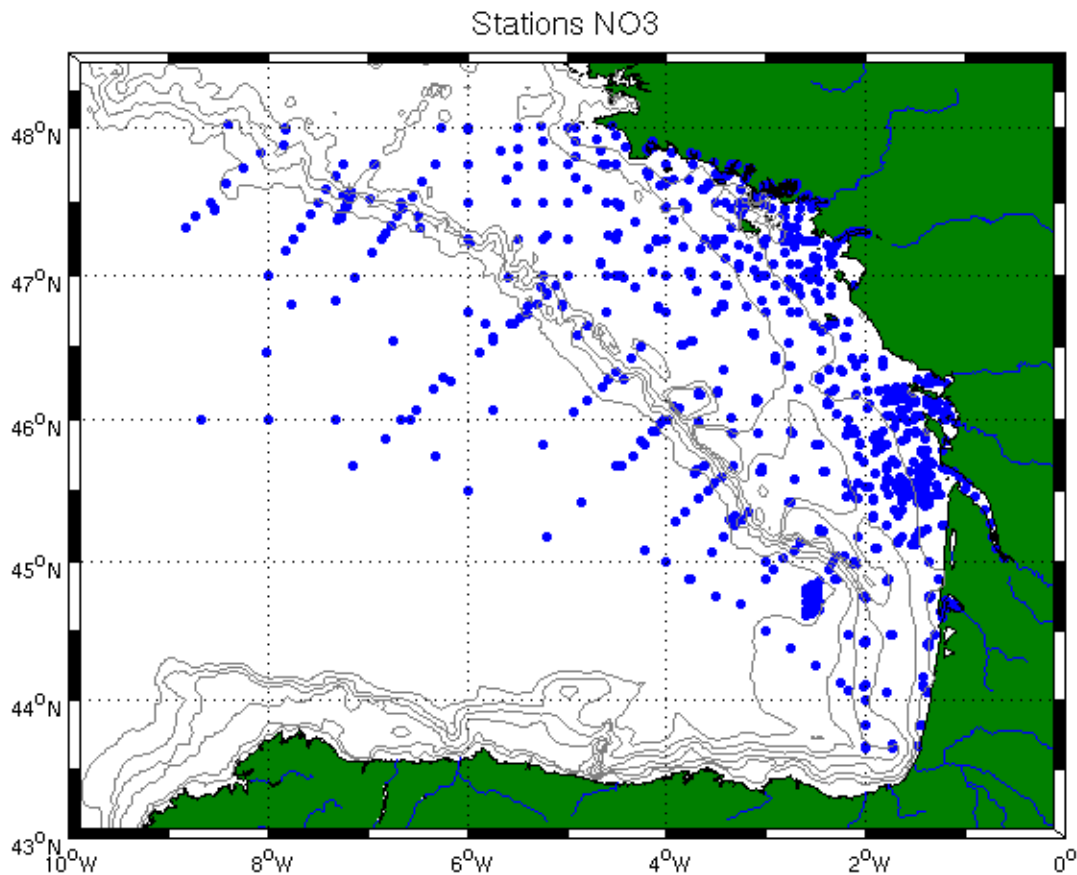


Figure 15 : Distribution spatiale de l'ensemble des stations des données de nitrate pour la sous-région marine golfe de Gascogne.

3.2.2. Répartition temporelle

Les séries historiques de données vont de 1930 à 2010, la plupart se situant entre les années 1974 et 2007 avec un maximum en 1999. Le nombre de campagnes, depuis cette dernière date, est en diminution (données en attente ou non transmises). Il est cependant très probable que le nombre de mesures réalisées n'ait qu'augmenté depuis 1999. Des campagnes de sollicitations auprès des laboratoires devront être menées pour compléter les jeux de données.

3.3. Présentation des climatologies

3.3.1. Analyse temporelle

Le jeu de données de nutriments utilisé dans cette étude ne permet pas d'identifier de tendances significatives. Le nombre de données est à peine suffisant pour permettre une description des concentrations moyennes saisonnières à l'échelle de la zone d'étude (le plateau continental). Il n'existe, selon la connaissance actuelle, aucune radiale faisant l'objet d'un suivi régulier depuis plus de dix ans qui permettrait d'établir une tendance. Les stations faisant l'objet d'un suivi à long terme sont très côtières (SOMLIT, REPHY). Une étude récente sur les séries côtières à long terme du réseau SOMLIT a mis en évidence que la première source de variabilité inter annuelle est due à des effets climatiques (précipitations et vents).

3.3.2. Cartes de climatologie

Les cartes ci-dessous (Figure 16) ont été réalisées en effectuant une interpolation sur les données de surface (0 -10 m) par la méthode des voisins naturels sous ARCMAP pour deux saisons, une saison hivernale regroupant les mois de janvier, février et mars, et une saison printanière regroupant les mois d'avril, mai et juin. Les cartes finales de climatologie par interpolation optimale sont en cours de réalisation.

Sur le plateau continental, la répartition des nutriments est contrôlée par plusieurs facteurs : la consommation par les producteurs primaires, les apports fluviaux et les processus physiques entraînant un mélange vertical. En dessous de la zone euphotique, les concentrations sont relativement stables au cours de l'année avec des rapports stœchiométriques proche de ceux de Redfield. Dans la couche de surface, de grandes variations sont observées. En zone côtière, les apports fluviaux hivernaux, non consommés par les organismes autotrophes, sont à l'origine des fortes concentrations en nutriments (ex : $> 10 \mu\text{mol.L}^{-1}$ pour les nitrates). La dispersion et l'advection des panaches fluviaux sont contrôlées par les débits et le vent qui vont provoquer de fortes variations de distributions spatiales et temporelles. La dynamique des nutriments en surface est également contrôlée par le développement phytoplanctonique et la mise en place de la stratification thermique au large. En début de printemps, les premiers blooms provoquent une diminution importante des nutriments jusqu'à environ mai.

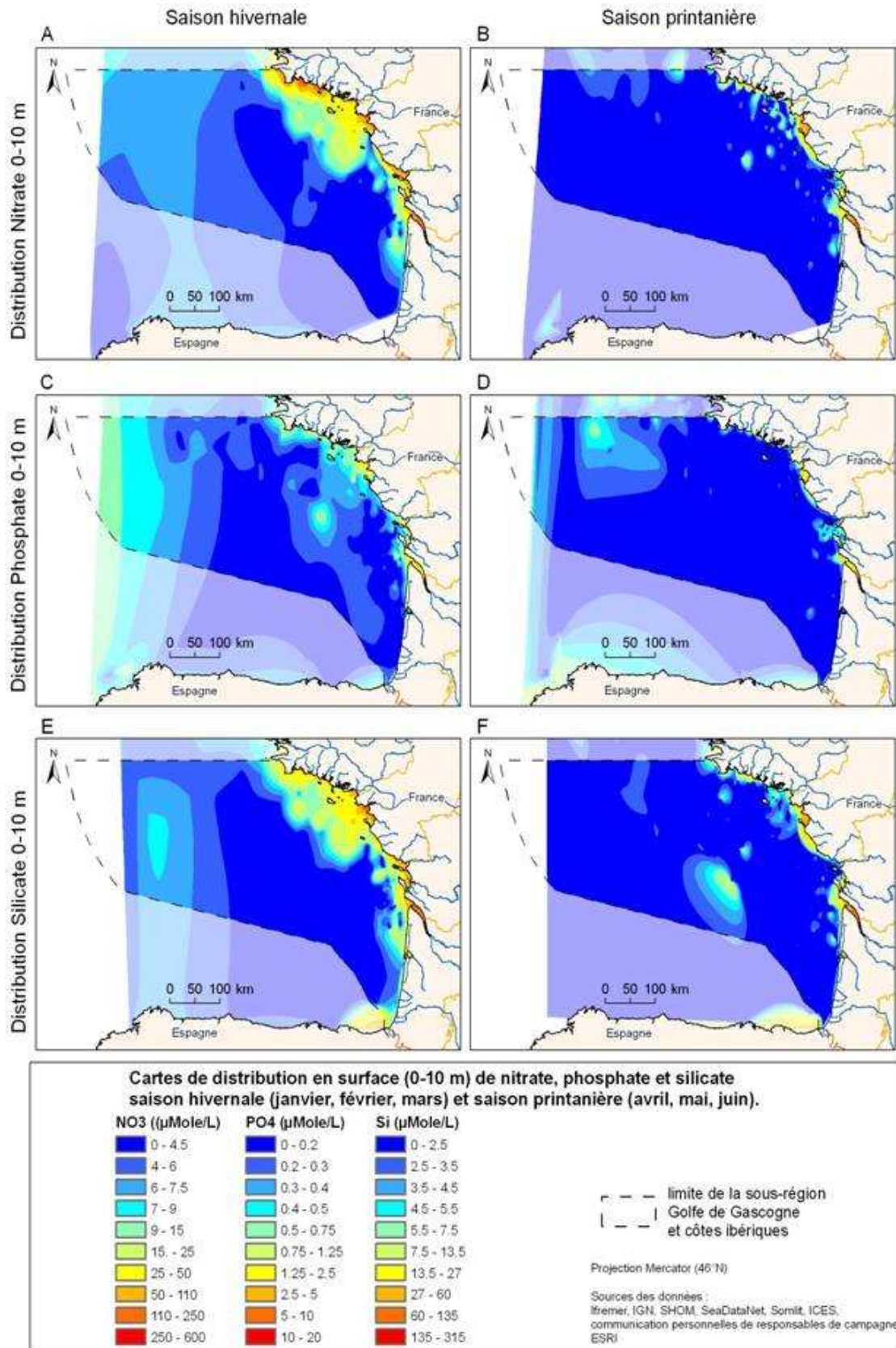


Figure 16 : Cartes de distribution en surface (0 – 10 m) des données de nitrate, phosphate et silicate pour deux saisons (janvier, février, mars et avril, mai, juin) réalisées par la méthode des voisins naturels sous ARCMAP.

L'acquisition de données relatives aux nutriments est coûteuse tandis que la qualité des mesures est fortement dépendante des conditions de prélèvement et d'analyse. Les informations dans la sous-région marine golfe de Gascogne concernent essentiellement les nitrates en zone littorale. Elles ne permettent pas de déceler de tendances significatives, faute de suivis réguliers. Au large, la surveillance est ponctuelle et réduite aux mesures des campagnes en mer. La modélisation doit pouvoir compléter ce déficit de données terrain sous réserve de disposer d'un jeu de données suffisant.

4. Répartition spatio-temporelle de la chlorophylle

Le phytoplancton est une composante essentielle du milieu marin. Premier maillon de la chaîne alimentaire, il est indispensable à la vie marine mais son excès peut être redouté, lorsque l'espèce dominante émet des toxines ou lorsque la biomasse atteint de tels niveaux que l'équilibre du milieu est en jeu. On parle alors d'eutrophisation. Le pigment chlorophyllien, qui caractérise les végétaux en permettant la photosynthèse, est un indicateur de la biomasse du phytoplancton.

Les cartes proposées dans cette étude sont essentiellement basées sur les données des capteurs optiques embarqués sur satellite et privilégient donc l'observation de la chlorophylle-a (chl-a) de la couche de surface. Il est à noter que cette approche de surface est moins représentative de la situation en trois dimensions du phytoplancton dans le golfe de Gascogne qu'en Manche car le brassage par la marée y est, de façon générale, moins important. Si l'intensité du mélange est forte en hiver, du fait de l'exposition du golfe aux tempêtes d'ouest, des stratifications halines ou thermiques peuvent contribuer en maints endroits à isoler la couche de surface de celle du fond. Par ailleurs, si les données issues des satellites présentent l'immense avantage de couvrir l'ensemble de la zone étudiée, leur qualité peut décliner à proximité des côtes, sur une distance variant entre un et deux kilomètres. Il est ainsi difficile d'observer efficacement le bassin d'Arcachon à partir des seuls capteurs satellite. De façon à évaluer la pertinence des données satellite dans des secteurs très côtiers, un certain nombre de cycles annuels de la chlorophylle de surface obtenus seront confrontés, à titre d'illustration, aussi bien à partir des données satellite ou de mesures in-situ récoltées sur des stations côtières du réseau REPHY de l'Ifremer.

4.1. Méthodologie d'estimation de la concentration de surface en chlorophylle par satellite

Depuis 1978 et le lancement du capteur *Coastal Zone Color Scanner* à bord du satellite NIMBUS 7 par la NASA, un premier jeu de données de la couleur de l'eau (réflectance) a été mis à la disposition de la communauté scientifique pour évaluer le développement du phytoplancton au niveau global et mieux comprendre le cycle du carbone. Cependant c'est depuis l'année 1997 et le lancement du capteur SeaWiFS que les applications des méthodes optiques spatiales devinrent véritablement opérationnelles. En 2002, MODIS/AQUA et ENVISAT/MERIS furent lancés à quelques mois d'intervalle par la NASA et l'Agence Spatiale Européenne. La méthode d'estimation de la chlorophylle à partir de la réflectance marine de la lumière solaire est basée sur la propriété du pigment chlorophyllien d'absorber préférentiellement la lumière bleue pour la photosynthèse. De fait, les eaux riches en phytoplancton apparaissent vertes car une grande partie de la lumière solaire bleue qui pénètre dans l'océan n'en ressort pas. Le milieu côtier est cependant optiquement beaucoup plus complexe que celui du large. De ce fait, parallèlement à la mise en place des méthodes de traitement spécifiques permettant d'évaluer les concentrations en chlorophylle sur les eaux côtières de l'ouest européen, l'Ifremer, dans le cadre des projets MarCoast (Agence Spatiale Européenne), ECOOP et MyOcean (Union européenne), a pratiqué des validations systématiques sur les mesures des réseaux in-situ conventionnels.

4.2. Caractérisation de la répartition spatio-temporelle de la chlorophylle

La variation saisonnière de la concentration en chlorophylle de surface est présentée en Figure 17. On constate sur ces cartes que la production ne démarre véritablement qu'en mars-avril en

Bretagne Sud. Ceci est toutefois à nuancer car il sera observé que certaines efflorescences hivernales dans les panaches distaux des fleuves peuvent être très intenses. Le caractère épisodique et la localisation variable de ces efflorescences, plus influencées par les panaches des fleuves que par la bathymétrie, ne permettent cependant pas d'observer leurs effets sur les cartes moyennes.

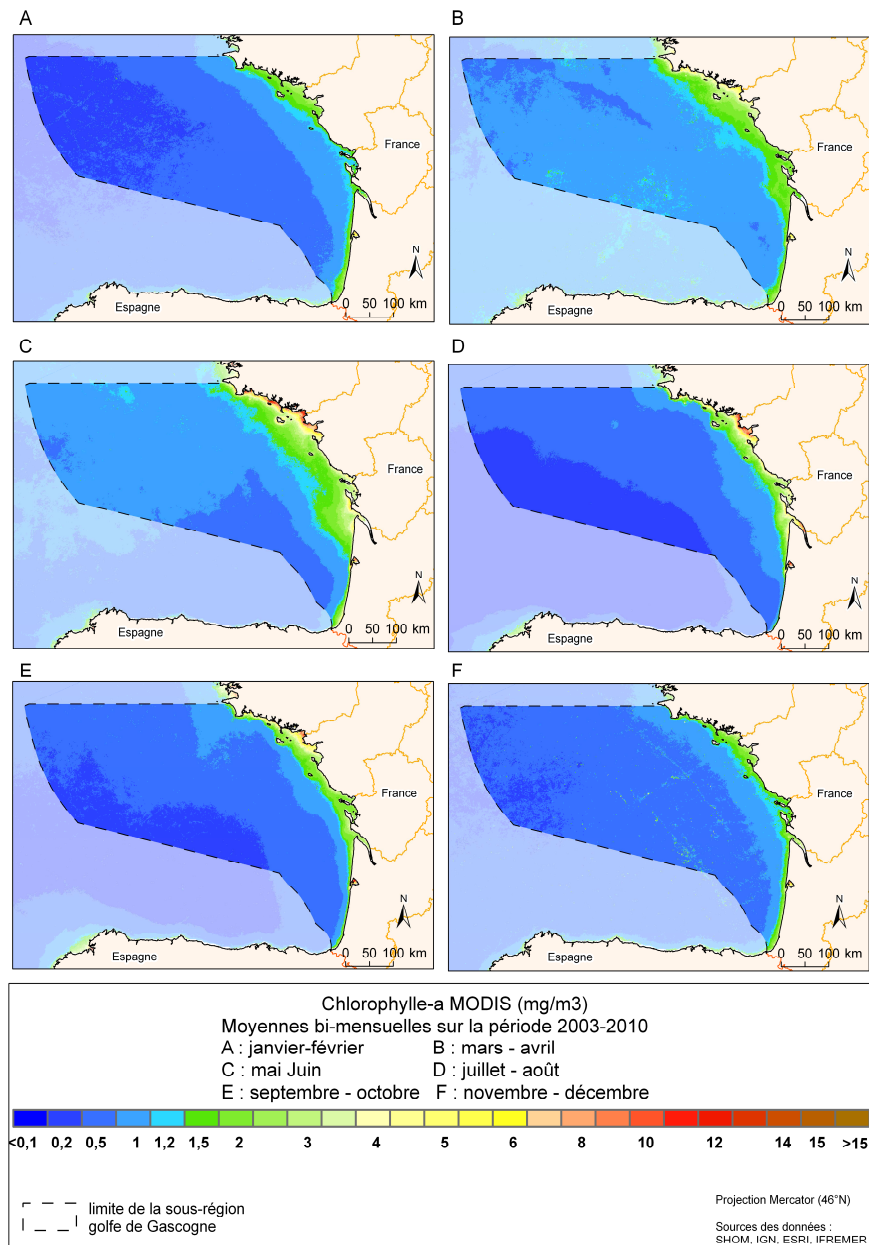


Figure 17 : Variation saisonnière de la concentration en chlorophylle (moyennes bimensuelles).

La Figure 18 présente le percentile 90 de chl-a lors de la période productive, au sens de la DCE, s'étendant de mars à octobre. Le percentile 90 a été choisi pour la DCE comme métrique de l'indicateur phytoplancton.

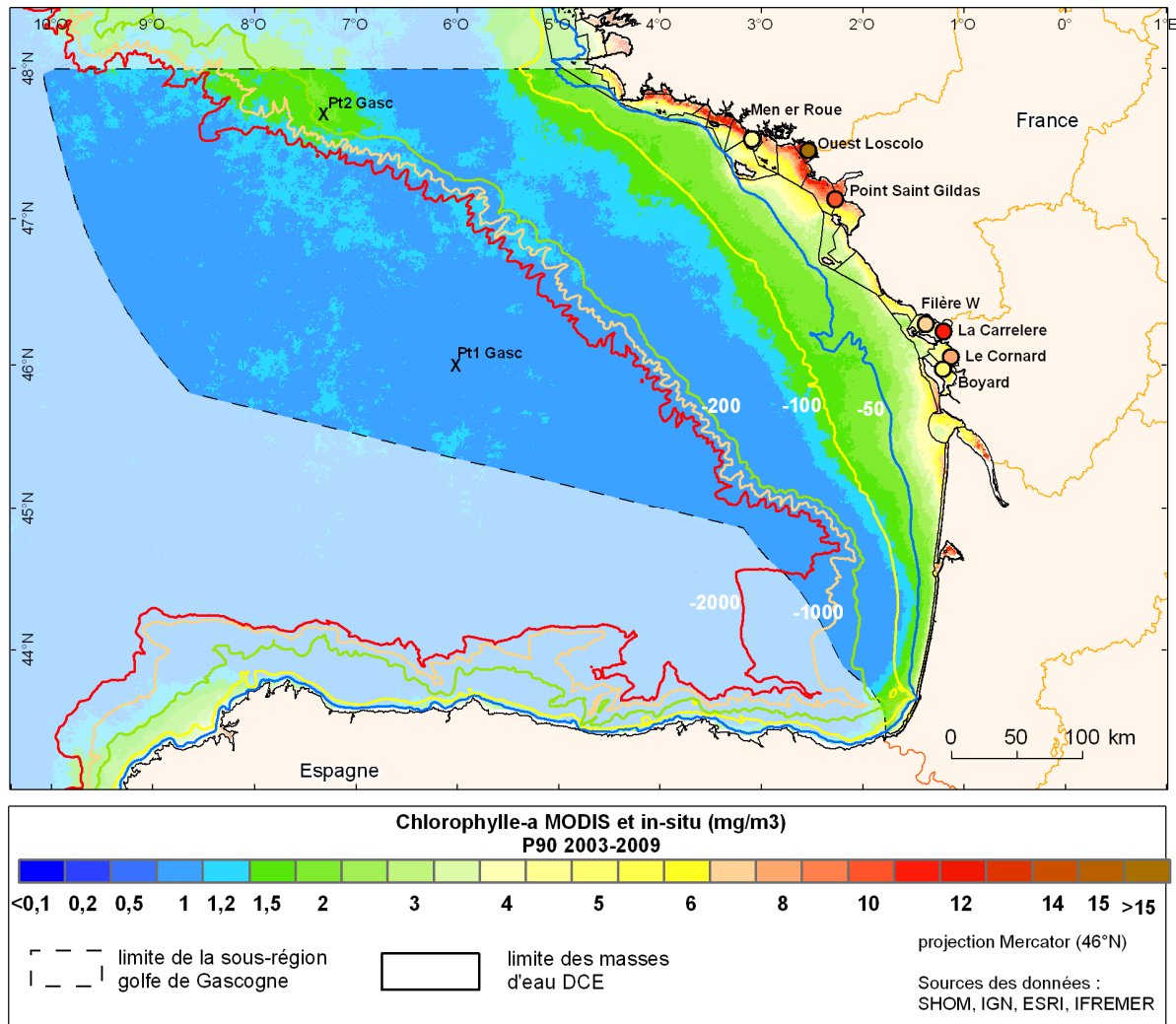


Figure 18 : Percentile 90 de la distribution de la chlorophylle-a lors de la période productive (2003-2009). Les percentiles mesurés *in situ* sur un certain nombre de stations de référence REPHY, permettant de contrôler les estimations satellite, sont indiqués par des disques de couleur.

Comme dans toute région marine, la croissance du phytoplancton est contrôlée par la lumière et les nutriments. Ces derniers évoluent de façons différentes au cours des saisons, du large à la côte, dans ou à l'extérieur des panaches. A partir du simple indicateur de la bathymétrie, on peut cependant distinguer trois grandes zones dans la ZEE du golfe de Gascogne : la zone côtière sous l'influence des fleuves, le talus et la zone du large, à l'extérieur du plateau continental.

La zone côtière sous l'influence des fleuves est par définition fluctuante, selon l'extension des panaches de la Loire/Vilaine, la Gironde et l'Adour. La zone d'influence de la Loire peut s'étendre jusqu'à l'entrée de la Manche, selon les observations ou les simulations des modèles. La production peut être primaire, dans le panache direct des fleuves, ou secondaire par régénération. Du fait de la stratification haline, la production peut démarrer très tôt et l'on parle alors de bloom d'hiver ou de fin d'hiver.

Sur la zone du talus, le phytoplancton bénéficie des éléments nutritifs remis régulièrement à sa disposition dans la zone euphotique (influencée par la lumière solaire) par la turbulence créée par la marée. Les coccolithophoridés sont les micro-algues emblématiques de cette région. A noter que le pic de présence des coccolithophoridés est plus élevé et décalé par rapport à celui du large

passant de mai à juin. Les plus hauts niveaux sont observés au cours de la saison productive de l'ordre de 15 et 10 $\mu\text{g/L}$ respectivement. Ces pics ne sont pas aussi élevés qu'en Manche - mer du Nord mais du fait de la plus forte stratification estivale (température, ensoleillement et effet plus faible de la marée) les risques d'eutrophisation et d'hypoxie y sont autant, voire plus importants. C'est donc dans le but de suivre le taux d'oxygène (voir thématique « Répartition spatio-temporelle de l'oxygène ») en profondeur dans la zone sensible du panache de la Vilaine qu'une bouée instrumentée (MOLIT) a été installée.

Sur la zone du large, la profondeur de la couche de mélange est fortement accentuée l'hiver du fait des tempêtes. La croissance du phytoplancton ne débutera que lorsque la colonne d'eau de surface dans laquelle il se déplace recevra suffisamment de lumière au cours du cycle journalier. Cette condition n'apparaît au large du plateau continental qu'au début du printemps lorsque la stratification thermique se met en place. A partir de fin mars mais surtout en avril les efflorescences peuvent se développer de façon parfois spectaculaire mais généralement assez courte, de l'ordre de la semaine. Après ce premier bloom de printemps et suivant les conditions météorologiques, avec alternance de périodes de vent, d'ensoleillement et de temps calme, d'autres efflorescences notables pourront avoir lieu jusqu'à mi-mai. Des pics de concentration en coccolithophoridés sont souvent observés en fin de période.

Indicateur de la production primaire (pélagique), les niveaux et tendances dans la sous-région marine golfe de Gascogne sont bien définis grâce notamment aux apports des données satellitaires et de la modélisation hydrodynamique couplée aux apports terrigènes et aux mesures *in situ* (prélèvements ponctuels et bouées enregistreuses). Trois zones sont bien caractérisées à savoir le large, le talus et la zone côtière. La résolution spatiale et temporelle des données, ainsi que l'acquisition de mesures dans le milieu (« vérité mer ») doivent être améliorées, en particulier dans les zones sensibles telles que la baie de Vilaine et l'estuaire de la Loire. La bande côtière de la Gironde à la Bretagne Sud constitue la zone la plus productive de la sous-région, du fait des éléments nutritifs apportés par les fleuves.

5. Substances chimiques problématiques

Les substances chimiques sont acheminées de diverses manières dans le milieu marin : origine naturelle, déversements liés au trafic maritime, rejets des activités industrielles véhiculés par les cours d'eau, etc. Ces polluants qui sont mesurés dans l'eau, le sédiment ou la matière vivante présentent de nombreux dangers pour la vie marine. Un certain nombre d'organismes possèdent la propriété d'accumuler les contaminants présents dans le milieu jusqu'à atteindre un équilibre avec lui. Les teneurs en contaminants peuvent ainsi atteindre des valeurs importantes dans les organismes situés en bout de chaîne alimentaire et présenter des risques pour la consommation humaine.

5.1. Inventaire des données disponibles

Trois matrices sont utilisables pour l'évaluation de la contamination chimique du milieu marin, l'eau, le sédiment, et les organismes vivants (biotes), en particulier les coquillages. Les échantillonneurs passifs sont une technique en plein développement, pouvant à l'avenir étendre les possibilités en tant que méthode d'analyses intégratrices temporelles des contaminations. Dans le cadre du Réseau National d'Observations (RNO) et du rapportage destiné aux conventions OSPAR et de Barcelone, les concentrations de 53 substances dans les mollusques bivalves (moules et huîtres) du littoral français ont été mesurées, deux fois par an pour les métaux, une fois par an pour les contaminants organiques de 1979 à 2007. Le RNO pratiquait également la surveillance dans le sédiment, à raison d'une campagne annuelle portant sur une sous-région marine différente, l'ensemble du littoral étant couvert tous les 10 ans. Les campagnes postérieures, réalisées dans le cadre de la DCE ont fait l'objet de plans d'échantillonnage différents et sont en cours de bancarisation. En première analyse, les résultats acquis en Loire – Bretagne de 2008 à 2010 sur les coquillages confirment globalement ceux du RNO pour la période 2003 – 2007.

Il existe par ailleurs de nombreuses études ponctuelles ayant fait l'objet de publications scientifiques que seule une bibliographie approfondie permettrait d'inventorier. Ont donc été utilisées les données disponibles sur les cinq dernières années pour le biote (2003-2007) et sur les dernières campagnes bancarisées concernant cette sous-région pour le sédiment (1998, 2001, 2003). Dans le cas des sédiments, les concentrations mesurées ne peuvent être utilisées directement et doivent être normalisées afin de rendre possible la comparaison entre des sédiments différents. Les paramètres normalisateurs les plus utilisés sont la granulométrie et l'aluminium pour les métaux, le carbone organique pour les contaminants organiques.

Les niveaux de présence des substances peuvent être restitués à partir de standards utilisés par la convention OSPAR pour l'édition du Quality Status Report 2010 (QSR 2010), très proches des normes de qualité environnementale de la DCE et servir de base à une cartographie. Il convient de souligner que les cartes sédimentaires donnent souvent une image plus négative que celles relatives au biote en raison de méthodes différentes de traitement des données et du fait que le sédiment est peut-être un réservoir de contaminations historiques encore mesurables alors que les coquillages ne l'intègrent déjà plus. L'intégration temporelle de la contamination est en effet de l'ordre de quelques mois dans le biote et de plusieurs années dans le sédiment.

Les cartes suivantes (Figure 19) présentent, à titre d'exemple, des teneurs de métaux – mercure, cadmium et plomb – dans le biote et le sédiment, étant précisé que seules les zones les plus côtières ont été échantillonnées.

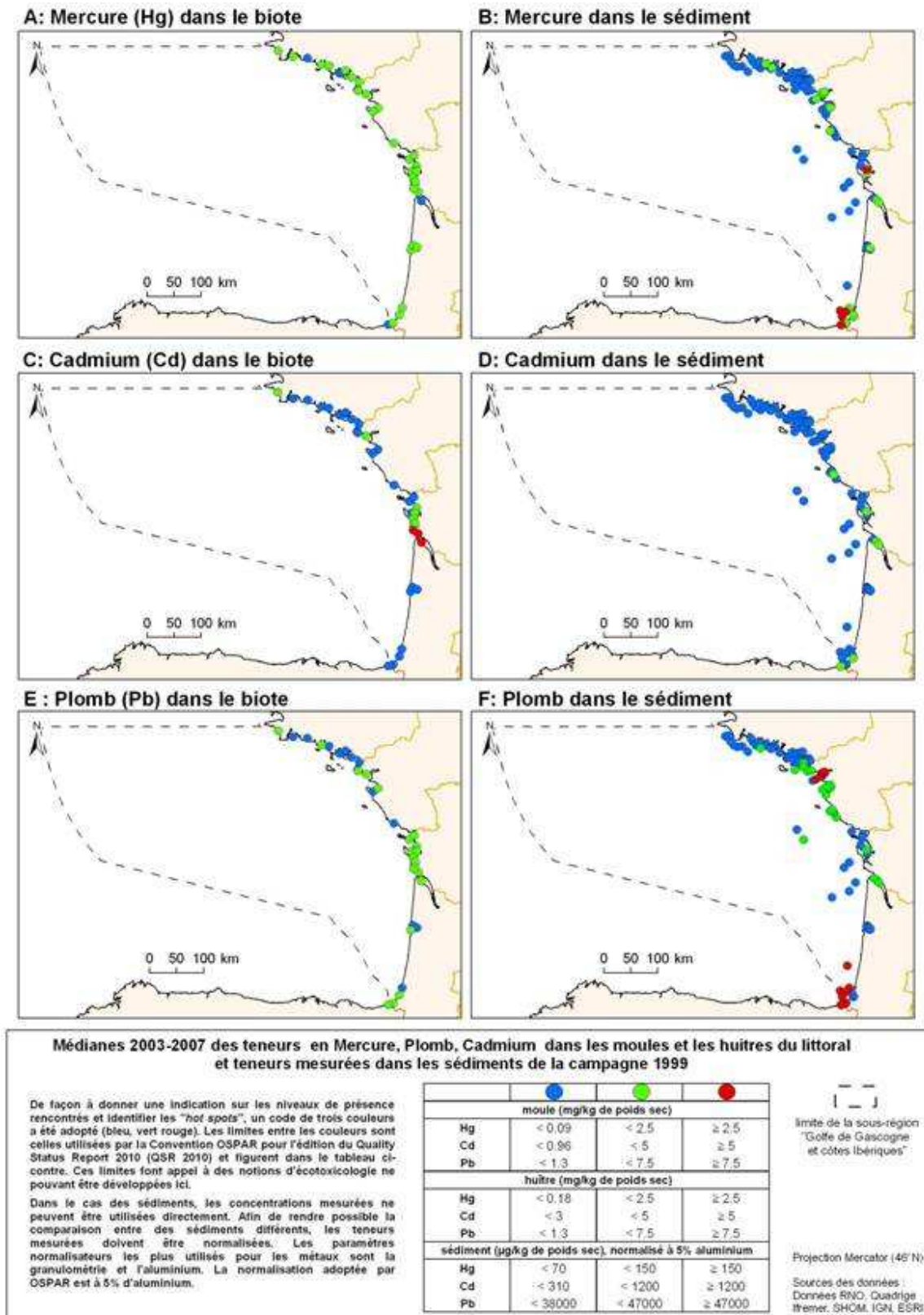


Figure 19 : Cartographie des données utilisées pour une sélection de métaux.

5.2. Identification des zones de forte concentration

La cartographie évoquée ci-dessus met en évidence des zones de forte concentration qui peuvent varier en fonction des substances concernées.

- En Bretagne Sud : 10 ans après son interdiction en France, le lindane est toujours présent dans les sédiments, mais le sud de la Bretagne présente encore des teneurs dans le biote significativement plus fortes que celles relevées sur le reste du littoral.
- En rade de Lorient : il s'agit d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de polychlorobiphényles (PCB).
- Dans l'estuaire de la Loire : si la contamination historique en plomb de cette zone est en régression depuis la fermeture d'une usine de plomb tétra-éthyle, il faut souligner la présence de polychlorobiphényles.
- En Charente-Maritime : l'argent est présent dans le biote en Charente maritime ; à Marennes – Oléron, une valeur forte ponctuelle de mercure est retrouvée dans le sédiment, mais les teneurs dans le biote sont toutes inférieures au seuil sanitaire.
- En Gironde : outre la présence de PCB, il convient de souligner une très forte contamination historique des coquillages en cadmium après remise en solution des apports sédimentaires, contamination actuellement en régression.
- Au Pays Basque : outre la présence de PCB, il faut noter une contamination ancienne en mercure, résiduelle dans le sédiment, qui n'est plus retrouvée actuellement dans le biote ainsi qu'une contamination du sédiment en plomb, d'origine inconnue.
- En Sud Gascogne : il s'agit d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), notamment dans le bassin d'Arcachon.

5.3. Limites de l'analyse et extrapolation au large

En termes de substances, la liste des contaminants mesurés n'est évidemment pas exhaustive car l'utilisation exclusive de matrices intégratrices (biote, sédiment) ne permet pas d'appréhender les substances rigoureusement hydrophiles, ce qui exclut par exemple certains pesticides.

Les données recueillies dans le cadre de la DCE sur la matrice eau ont permis en 2009 une évaluation de l'état chimique des masses d'eau côtières situées dans la sous-région marine, complémentaire de l'analyse développée ci-dessus.

S'agissant de la couverture géographique, et sauf phénomène de courantologie improbable, des substances recherchées dans l'eau et non quantifiables à la côte le seront encore moins au large. De même, si les données réellement exprimées dans les biotes et les sédiments côtiers ne révèlent pas de valeurs excessives, il doit en être au moins ainsi au large, sauf particularité géologique.

Ce qui précède peut souffrir des exceptions, en particulier en ce qui concerne les substances issues d'apports directs en mer.

La contamination chimique de la sous-région est étudiée dans l'eau, dans le biote et dans le sédiment depuis plusieurs années par le biais de réseaux de surveillance et d'observations mis en œuvre en application des textes communautaires ou internationaux. Ces données mettent en évidence des zones sensibles contaminées du fait d'activités humaines anciennes (mines) ou actuelles (apports urbains, pratiques agricoles), mais aussi parfois en raison de la géomorphologie (zones particulièrement confinées).

6. Questions sanitaires

Ce chapitre ne couvre que des contaminants chimiques listés dans le règlement n°1881/2006 (PCB, dioxines, HAP, Cd, Pb et Hg).

6.1. Données de contamination utilisées

6.1.1. Données issue des plans de surveillance et de contrôle de la Direction Générale de l'Alimentation

Les données DGA1 sont disponibles de 2001 à 2010 et sont mises à jour annuellement. Ces données concernent les espèces suivantes : poissons, mollusques, crustacés et céphalopodes et pour différents contaminants (3 métaux lourds : Pb, Cd, Hg et POPs : PCB, dioxines, HAPs).

Ces données portant sur des produits de la mer appartenant à un ensemble plus vaste que le seul groupe des mollusques seraient complémentaires de l'étude actuellement réalisée sur les données du Réseau d'Observations de la Contamination Chimique (ROCCH).

Cette hétérogénéité des denrées animales analysées permettrait en effet une connaissance plus globale des niveaux de contamination des produits de la mer.

Cependant, l'utilisation de données de contamination d'espèces migratrices (poissons, céphalopodes, etc.) et/ou mouvantes pour aboutir à des conclusions sur la contamination d'une zone maritime est-elle pertinente ? En effet, il n'est pas à exclure par exemple que des poissons diadromes, prélevés en mer et dont les analyses révéleraient des teneurs élevées en certains contaminants, aient pu être contaminés lors de leur migration en rivière. Cependant, ces espèces diadromes ne sont pas forcément à exclure, dans la mesure où la contamination des fleuves se déversant dans la sous-région marine impacte l'état écologique de cette sous-région.

Il sera donc important de s'interroger sur la pertinence de telles matrices comme indicateurs de l'état écologique d'une zone marine.

6.1.2. Données issues du réseau ROCCH

Le réseau ROCCH (ex-RNO) (Le réseau d'observation de la contamination chimique), mis en place par l'Ifremer, permet de suivre annuellement les niveaux de contamination chimique du littoral français depuis 1979. Cette surveillance se base sur l'analyse de mollusques bivalves (huîtres, moules, etc.).

Le réseau ROCCH étant un réseau environnemental, certains points de prélèvement sont situés dans des zones de production conchylicole et d'autres hors zones conchylicoles. Ainsi, une comparaison des résultats obtenus en utilisant uniquement les échantillons des zones conchylicoles et en utilisant l'ensemble des échantillons (zones conchylicoles et hors zones conchylicoles) a été réalisée.

De ce fait, cette sélection ne tient compte à la fois des consommations de mollusques issus de la grande distribution mais également ceux provenant de la pêche à pieds de loisir.

Par ailleurs, certains contaminants analysés dans le cadre du réseau ROCCH n'ont pas été pris en compte :

- l'argent, le zinc, le nickel, le cuivre, le chrome, le vanadium, le DDT et ses produits de dégradation, les PCBs indicateurs (PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 et PCB180), le HCH gamma (lindane) et alpha, les retardateurs de flamme bromés et les HAPs excepté le benzo(a)pyrène du fait de l'absence de seuil réglementaire pour ces substances dans le règlement (CE) n°1881/2006 ;
- les PCB105, PCB118 et PCB156 du fait de l'absence d'analyses effectuées sur les autres PCBs de type dioxine (le seuil réglementaire n'étant pas fixé pour chaque congénère mais pour leur somme exprimée en toxique équivalent TEQ) ;
- les dioxines (PCDD) et furanes (PCDF) du fait du trop faible nombre d'analyses (20 échantillons, uniquement prélevés en 2008).

Ainsi les contaminants étudiés dans le réseau ROCCH pris en compte pour ce travail sont les métaux lourds (cadmium, plomb, mercure) et le benzo(a)pyrène.

Enfin, les résultats d'analyse sont exprimés par rapport à la matière sèche. Il est donc nécessaire de convertir l'ensemble des valeurs obtenues par le taux de matière sèche de l'échantillon. Ce taux n'étant pas toujours disponible pour chaque échantillon, une utilisation du taux de matière sèche moyen par espèce et par grande zone de prélèvement du réseau ROCCH (Atlantique, Manche, Méditerranée) a été effectuée.

L'Ifremer a également en charge le suivi microbiologique (réseau REMI) et phytoplanctonique (réseau REPHY) du littoral français. Le réseau REPHY est traité dans le chapitre « Communautés du phytoplancton ».

6.2. Eaux de la sous-région marine golfe de Gascogne

6.2.1. Dépassement des limites maximales en vigueur

Le Tableau 3 présente le nombre d'analyses pour le cadmium, le plomb, le mercure et le benzo(a)pyrène ainsi que les dépassements des seuils réglementaires associés, pour les mollusques bivalves prélevés dans l'Océan Atlantique dans le cadre du réseau ROCCH.

Tableau 3 : Nombre d'analyses de dépassements de seuils réglementaires pour le cadmium, plomb, mercure et benzo(a)pyrène recherchés dans des mollusques bivalves prélevés en océan Atlantique (Données RNO-ROCCH, Ifremer/banque Quadrige)

	Cadmium		Plomb		Mercure		Benzo(a)pyrène		Total analyses	Total > seuil
	Nb analyses	Nb > seuil	Nb analyses	Nb > seuil	Nb analyses	Nb > seuil	Nb analyses	Nb > seuil		
2000	92	13	92	0	92	0	23	0	299	13
2001	92	12	92	0	92	0	23	0	299	12
2002	92	12	92	0	92	0	23	0	299	12

2003	44	5	44	0	44	0	21	0	153	5
2004	44	4	44	0	44	0	22	0	154	4
2005	44	5	44	0	44	0	18	0	150	5
2006	46	5	46	0	46	0	23	0	161	5
2007	46	4	46	0	46	0	20	0	158	4
2008	22	2	22	0	22	0	-	-	66	2
2009	44	2	44	0	44	0	-	-	132	2
2010	51	2	51	0	51	0	-	-	153	2
Total	617	66	617	0	617	0	173	0	2024	66

Le nombre d'analyses effectuées est plus important pour les métaux lourds (617 pour le cadmium, le plomb et le mercure) que pour le benzo(a)pyrène (173).

On constate cependant une diminution par deux de ce nombre depuis 2003 (environ 150 contre presque 300). De plus, depuis 2008, aucun résultat n'est disponible pour le benzo(a)pyrène.

Les seuls dépassements réglementaires observés concernent le cadmium (environ 10 %), mais ont tendance à diminuer au cours du temps. Cette diminution ne peut s'expliquer uniquement par la diminution du nombre de prélèvements entre 2000 et 2010, passant de 92 à 51 (soit environ une diminution de moitié), alors que les non-conformités sont passées, dans le même temps, de 13 à 2, soit une diminution d'un facteur 6.

Le Tableau 4 indique le nombre d'analyses pour le cadmium, le plomb, le mercure et le benzo(a)pyrène, ainsi que les dépassements des seuils réglementaires associés, pour les mollusques bivalves prélevés dans l'Océan Atlantique dans le cadre du réseau ROCCH pour toutes zones.

Tableau 4 : Nombre d'analyses de dépassements de seuils réglementaires pour le cadmium, plomb, mercure et benzo(a)pyrène recherchés dans des mollusques bivalves prélevés en océan Atlantique de l'ensemble des échantillons (Données RNO-ROCCH, Ifremer/banque Quadrige)

	Cadmium		Plomb		Mercure		Benzo(a)pyrène		Total analyses	Total > seuil
	Nb analyses	Nb > seuil	Nb analyses	Nb > seuil	Nb analyses	Nb > seuil	Nb analyses	Nb > seuil		
Atlantique										
2000	128	13	128	0	128	0	32	0	416	13
2001	126	12	126	0	126	0	30	0	408	12
2002	128	12	128	0	128	0	32	0	416	12

2003	62	5	62	0	62	0	30	0	216	5
2004	61	5	61	0	61	0	31	0	214	5
2005	62	5	62	0	62	0	25	0	211	5
2006	63	7	63	0	63	0	31	0	220	7
2007	64	5	64	0	64	0	27	0	219	5
2008	30	3	30	0	30	0	-	-	90	3
2009	58	3	58	0	58	0	-	-	174	3
2010	67	3	67	0	67	0	-	-	201	3
Total	849	73	849	0	849	0	238	0	2785	73
pourcentage (%)	9%		0%		0%		0%		3%	

Cette analyse confirme les résultats observés dans le Tableau 4 et ce malgré l'analyse supplémentaire sur les zones non-conchylicoles.

6.2.2. Distribution des niveaux de contamination

Niveaux de contamination par le cadmium

La distribution des niveaux de cadmium dans des mollusques bivalves prélevés dans l'océan Atlantique, entre 2000 et 2010, a été analysée. Seules les données relatives à des échantillons prélevés en zone conchylicole ont été prises en compte pour cette analyse. Les deux principales espèces analysées sont les huîtres creuses et les moules communes.

Il a été mis en évidence plusieurs dépassements de la limite réglementaire fixée à 1.0 mg/kg de poids frais dans le cas du cadmium.

Par ailleurs, on observe une concentration plus importante de cadmium dans les huîtres creuses que dans les moules communes. Ces dernières présentent également des distributions avec de faibles variabilités et une absence de valeur dépassant le seuil réglementaire.

Enfin, tandis que la contamination en cadmium des moules communes semble être stable au cours du temps (médianes proches de 0.17 mg/kg de poids frais), celles des huîtres tend à diminuer légèrement depuis 2005. En particulier, on observe beaucoup moins de valeurs supérieures à 1 mg/kg de poids frais à partir de 2008.

Niveaux de contamination par le plomb

De même, la distribution des niveaux de plomb dans des mollusques bivalves prélevés dans l'océan Atlantique, entre 2000 et 2010, a été analysée. Les huîtres creuses et les moules communes sont de nouveau les espèces majoritairement analysées.

Contrairement au cas du cadmium, les niveaux de contamination des mollusques bivalves en plomb sont nettement plus faibles que le seuil réglementaire, fixé à 1.5 mg/kg de poids frais. En effet, la grande majorité des analyses conclut à des concentrations en plomb inférieures à 0.5 mg/kg de poids frais.

Les valeurs les plus importantes ont été observées en moyenne dans des coques communes en 2009 (moyenne de contamination supérieure à 0.3 mg/kg de poids frais). Cependant, ce résultat ne peut être jugé représentatif étant donné le faible nombre de coques échantillonnées (4).

Pour les autres années, on constate globalement que les moules communes présentent une concentration en plomb légèrement plus élevée que les huîtres creuses.

Niveaux de contamination par le mercure

La distribution des niveaux de mercure dans des mollusques bivalves prélevés dans l'océan Atlantique, entre 2000 et 2010, a également été analysée.

Les niveaux relevés sont, comme dans le cas du plomb, très inférieurs au seuil réglementaire, fixé à 0.5 mg/kg de poids frais dans le cas du mercure pour les mollusques bivalves.

Les niveaux de contamination en mercure sont sensiblement plus importants dans les huîtres creuses. Pour toutes les espèces, une très légère tendance à la baisse peut s'observer entre 2003 et 2009.

L'année 2010 est caractérisée par des teneurs en mercure plus importantes dans les palourdes japonaises. Cependant, ces valeurs ne sont pas représentatives car sont obtenues après analyse d'uniquement 6 échantillons.

Niveaux de contamination par le benzo(a)pyrène

Enfin, la distribution des niveaux de benzo(a)pyrène dans des mollusques bivalves prélevés dans l'océan Atlantique, a été analysée.

Le benzo(a)pyrène a été analysé uniquement entre 2000 et 2007. Le réseau ROCCH ne permet pas d'obtenir de données pour les années plus récentes. Les niveaux de contaminations moyens sont environ à 0.2-0.3 µg/kg de poids frais pour les huîtres creuses et à 0.7-0.8 µg/kg de poids frais pour les moules communes. On observe donc des teneurs en benzo(a)pyrène légèrement plus importantes dans les huîtres que dans les moules. C'est notamment le cas en 2000, avec une contamination moyenne des huîtres à 1.7 µg/kg de poids frais, soit 2 fois plus que la moyenne des autres années. Une des causes probable de ces valeurs élevées est la catastrophe de l'Erika, pétrolier ayant fait naufrage au large de la Bretagne en décembre 1999. En effet, les HAPs (famille de substances dont le benzo(a)pyrène fait partie) se retrouvent dans le fuel.

Dans tous les cas, on observe malgré tout une absence de dépassement du seuil réglementaire, fixé à 10 µg/kg de poids frais avec des niveaux de contamination des bivalves bien en deçà de ce seuil.

6.3. Bilan pour la sous-région marine golfe de Gascogne

Cette sous-région marine est caractérisée par une fréquence non négligeable de dépassements réglementaires, en particulier en ce qui concerne le cadmium.

Ces dépassements pourraient être dus à certains points chauds ou « hot spots » qu'il conviendrait d'identifier plus précisément dans la suite de cette étude. L'estuaire de la Gironde, dont la contamination est anciennement connue, devrait ressortir en tant que point chaud.

Pour les teneurs en plomb, mercure et benzo(a)pyrène, aucun dépassement réglementaire n'a été constaté entre 2000 et 2010 (2007 pour le benzo(a)pyrène). De plus, les concentrations observées se situent, dans les trois cas, à plusieurs facteurs en dessous de la limite réglementaire.

6.4. Conclusion

Cette étude préliminaire a été réalisée uniquement sur les contaminants dont des teneurs maximales sont définies dans le règlement CE n°1881/2006.

D'autres travaux pourraient être réalisés pour tout d'abord, la prise en compte des données issues des plans de surveillance et de contrôle de la DGAL. Celle-ci fournira des niveaux de contamination pour d'autres espèces marines que les mollusques bivalves (poissons, céphalopodes, crustacés), également très consommées par la population française.

Cependant, ces données sont plus difficilement exploitables dans le cadre de ce projet étant donné d'une part la localisation moins précise, partielle, voire absente des lieux de prélèvement des échantillons analysés et d'autre part la mobilité de certains de ces animaux analysés (poissons migrateurs). Concernant le manque de précision géographique du lieu de prélèvement, cela provient des objectifs même des plans de surveillance et de contrôle dont la vocation première est l'étude des denrées alimentaires mise à la disposition des consommateurs français.

Il sera néanmoins important de tenir compte de ces données afin d'étudier les PCBs et dioxines qui n'ont pu être pris en compte par l'analyse des données du réseau ROCCH.

Concernant les données issues du réseau ROCCH, plusieurs axes d'amélioration pourraient être envisagés dans un second temps :

- intégration d'une étude sur la variabilité saisonnière des échantillons. En effet, les prélèvements fait dans le cadre de ce réseau sont réalisés à deux grandes périodes différentes : autour du mois de novembre et autour du mois de février. Il pourrait être intéressant d'étudier une éventuelle variabilité des niveaux de contamination en fonction de ces deux périodes.
- intégration des données du réseau ROCCH non prises en compte dans cette étude, en particulier les données relatives à des prélèvements hors zones conchylicoles pour prendre en compte les mollusques consommés suite à une pêche à pieds de loisir. De

plus, l'Anses vient de recevoir des résultats pour l'année 2011 qui n'ont pu être pris en compte dans cette première analyse.

- localisation plus précise des points de prélèvement pour mettre en avant d'éventuels « hot spots » ou zones à problème. Cette étape nécessiterait l'utilisation d'un logiciel de système d'information géographique (ou SIG) en utilisant les coordonnées géographiques fournies dans les résultats d'analyse.

Cette étude s'est basée sur les contaminants actuellement inclus dans le Règlement CE n°1881/2006. Ceci était nécessaire afin de pouvoir comparer les niveaux de contamination observés aux seuils réglementaires. Cependant, d'autres contaminants non réglementés pourraient être suivis. C'est par exemple le cas de métaux tels que l'argent, le nickel, les organoétains ou le cuivre, des phtalates ou encore des PCB indicateurs dont il est prévu leur entrée dans la réglementation début 2012.

PARTIE 2

ETAT BIOLOGIQUE

La biologie des espèces est étroitement dépendante des caractéristiques physiques et chimiques qui ont été présentées dans la Partie 1 (« Etat physique et chimique ») : les espèces faunistiques et floristiques marines se distribuent en effet en fonction de la profondeur (disponibilité en lumière), de la température, des forçages - vent, courants, vagues - et la disponibilité des nutriments. Les niveaux trop élevés de turbidité ou trop bas d'oxygène, en modifiant les caractéristiques de l'habitat, peuvent affaiblir certaines espèces, les faire disparaître, et favoriser également l'essor d'espèces opportunistes. Il en est de même pour des excès de nutriments, conduisant à l'eutrophisation du milieu. Cette partie comprend les présentations des principaux biotopes (composante physique de l'habitat) et biocénoses (populations, communautés associées à un biotope) des écosystèmes marins. Ces biotopes et biocénoses se répartissent entre le domaine benthique (vivant sur ou proche du fond) et le domaine pélagique (vivant dans la colonne d'eau ou en surface), ainsi que décrits dans la Figure 20. Les relations trophiques et le fonctionnement de l'écosystème ne sont abordés que partiellement au travers des différents chapitres de cette partie, notamment du fait du manque de connaissance sur le sujet.

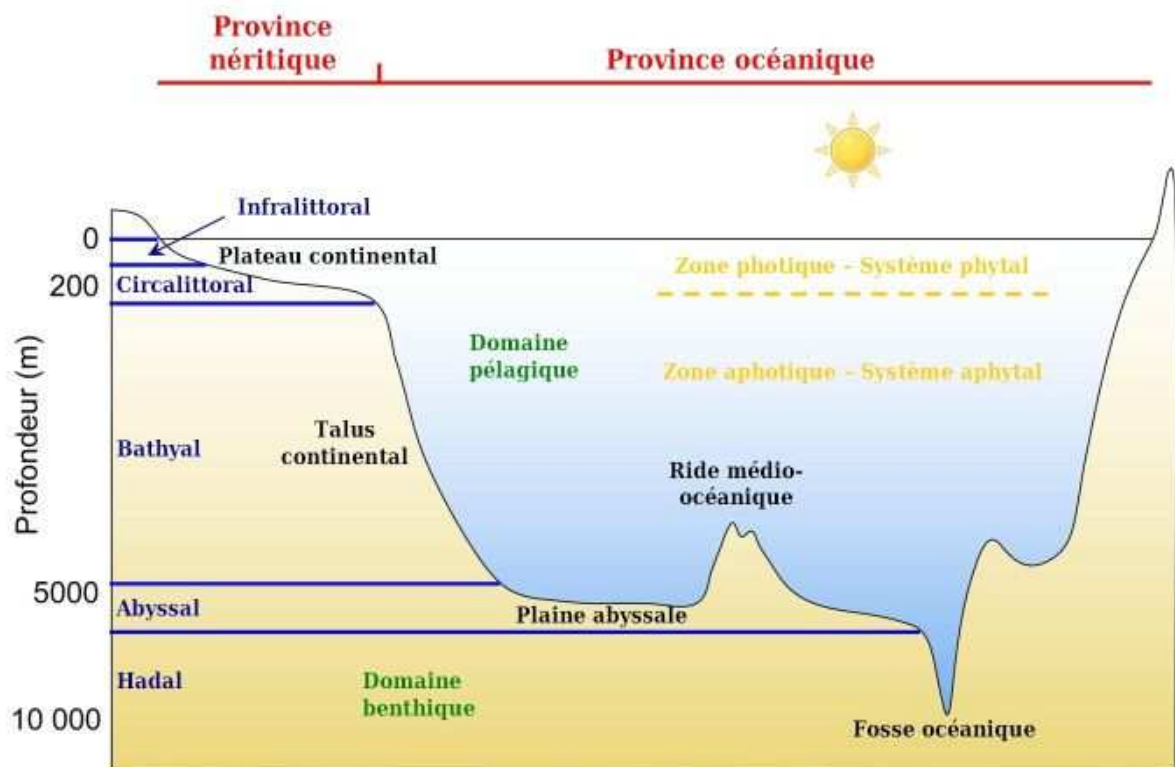


Figure 20 : Schéma représentant l'étagement marin.

La cartographie des habitats marins constitue une étape indispensable pour la description, l'évaluation et le suivi de l'état de l'environnement. Les typologies mises en œuvre sont encore hétérogènes selon l'origine des textes qui les définissent, les utilisations et les pratiques locales. Si une typologie à l'échelle européenne (EUNIS) est en cours de constitution, cette typologie n'est que trop rarement utilisée dans les textes réglementaires, elle n'est pas totalement adaptée aux utilisations cartographiques et ne prend pas en compte tous les habitats rencontrés sur nos côtes. Des interprétations divergentes de termes sont observées entre ces typologies, ce qui peut conduire à des erreurs de qualification des habitats. Le tableau suivant (Tableau 5) présente un exemple de synthèse des équivalences terminologiques concernant les étages.

Tableau 5 : Equivalences terminologiques entre les classifications EUNIS et les cahiers d'habitats en France.

Terminologie EUNIS 2004 (Précisée dans MESH 2007)			Terminologie Française en mer à marée			
EUNIS/MESH		Cahiers d'Habitats	Correspondance proposée		Niveau Mariographique (Coefficient)	
	Entrée Principale EUNIS 2004	Libellé sous-étage	Libellé étage	Étage	Sous-étage	
COASTAL HABITATS	Supra and upper littoral fringe (B3.1)	Supralittora	Supralittoral	Supralittoral		n.e. PMVE (120)
		Upper Littoral fringe			Frange littorale	nmPMVE (36)
LITTORAL	Littoral (A1)	Lower Littoral fringe	Médiolittoral	Médiolittoral	Médiolittoral supérieur	nmPMME (46)
		Upper Eulittoral			Médiolittoral moyen	Mi-Marée
		Mid Eulittoral			Médiolittoral inférieur	nmBMME (46)
		Lower Eulittoral			Frange infralittorale supérieure	nmBMVE (36)
SUBLITTORAL	Infralittoral (A3)	Sublittoral Fringe	Infralittoral	Infralittoral	Frange infralittorale inférieure	0 Hydro (120)
		Upper Infralittoral			Infralittoral supérieur	
	Lower Infralittoral	Infralittoral inférieur				
	Circalittoral (A4)	Upper Circalittoral	Circalittoral	Circalittoral	Circalittoral côtier	
		Lower Circalittoral			Circalittoral du large	

Les principales typologies existantes rencontrées dans ce document sont les suivantes :

- Habitats génériques Natura 2000
- Habitats élémentaires des Cahiers d'habitats
- Typologie ZNIEFF
- Typologie Corine Biotope
- Habitats prioritaires OSPAR
- Classification EUNIS.

La répartition des étages marins (ou zonation marine) est représentée sur le profil ci-dessus (Figure 20).

Il paraît utile de rappeler que les limites bathymétriques des étages varient en fonction des spécificités des sous-régions marines et des disciplines étudiées (biologie, géologie par exemple), ainsi que des experts, que ce soit sur l'estran (limite supralittoral / médiolittoral / limite médiolittoral / infralittoral) ou pour les étages plus profonds (limite infralittoral / circalittoral ; limite circalittoral / bathyal ; etc.). Les critères utilisés seront donc rappelés pour chacune des biocénoses étudiées.

I- DESCRIPTION DES DIFFERENTS BIOTOPES

En écologie, un biotope est un ensemble d'éléments physico-chimiques déterminé qui permet l'installation d'une flore et d'une faune spécifiques (la biocénose).

L'étude des constituants structurants constitue donc un préalable indispensable à la connaissance de l'écosystème. La modélisation est un outil privilégié pour la description de ces environnements car elle permet de croiser de nombreux paramètres environnementaux, dont les informations de base sont souvent géoréférencées. Les biotopes forment un cadre à l'étude des biocénoses qui suit dans la deuxième section de cette partie, caractéristiques biologiques et biocénoses.

Ont été distingués dans un premier temps les biotopes des fonds marins (benthiques) de ceux de la colonne d'eau (pélagiques).

1. Distribution des biotopes principaux des fonds marins

L'habitat physique marin représente la partie abiotique de l'habitat, c'est-à-dire un assemblage de caractéristiques physiques propres à abriter des communautés d'espèces ou biocénoses. Lors de prélèvements d'échantillons de benthos sur le fond, il n'est pas toujours facile de mesurer les propriétés de l'habitat physique. Certaines caractéristiques sont aisées à mesurer *in situ* et ont une valeur intrinsèque et assez stable dans le temps (profondeur, nature du substrat), d'autres interviennent par leur comportement statistique comme par exemple l'exposition du fond aux facteurs hydrodynamiques. Quand les biologistes ne parviennent pas à renseigner ces éléments, ils renseignent l'habitat uniquement par sa biocénose, ce qui peut se révéler insuffisant pour renseigner l'habitat par un code univoque d'une classification reconnue comme EUNIS. Faute de pouvoir se raccrocher à un système de référence, la carte de biocénoses ne peut alors ni être comparée à une carte voisine ni faire l'objet d'une compilation régionale.

Les biologistes réalisent des cartes d'habitats très détaillées à partir d'observations acoustiques ou optiques et de prélèvements et observations sur le fond, malheureusement d'évidence ces cartes ne couvrent que peu de superficie (une carte produite par le REBENT couvre typiquement 100 km²). Sur la sous-région marine n'existent que des cartes à moyenne échelle obtenues par interpolation entre les points de prélèvement, donc par nature peu précises. La description des habitats physiques procède d'une vision qui part de l'autre extrémité du spectre spatial, c'est-à-dire qui recherche d'emblée l'exhaustivité géographique. Cette possibilité est issue du fait que les données physiques, à la différence de la biologie, sont souvent disponibles sur de larges zones ; il en est ainsi de la bathymétrie, de l'hydrodynamique (vagues et courants obtenus par des modèles), de la salinité, et aussi dans une moindre mesure de la nature du fond. Cette dernière était initialement recueillie en même temps que les sondes bathymétriques, et fait maintenant l'objet de couvertures acoustiques.

1.1. Modélisation des habitats physiques

1.1.1. Méthodologie

La cartographie a été réalisée à l'aide de données historiques, sans recours à des acquisitions dédiées, ce qui explique certaines lacunes dans les couches de base. La méthodologie de combinaison des couches constitutives est simplement une analyse de critères (ou algèbre de cartes) réalisée avec le logiciel ArcGIS.

1.1.2. Couches constitutives des habitats physiques

L'harmonisation de jeux de données s'est faite en France depuis quelques années sous l'impulsion de plusieurs projets européens et nationaux. Les données élémentaires nécessaires à la mise en œuvre de cette cartographie sont les suivantes : profondeur, nature du substrat, transparence de l'eau, vagues et courants. A partir de ces données élémentaires sont tout d'abord construites les trois couches constitutives des habitats physiques EUNIS, à savoir la nature du substrat, les étages de profondeur et l'énergie au niveau du fond. A titre d'exemple, l'étage « circalittoral du large » est défini en limite haute par un taux de lumière résiduelle au fond, en partie basse par une rupture de la pente du fond.

Ces trois couches ont fait l'objet de compilations à partir des meilleures données historiques disponibles pour la France. Leur résolution varie de la centaine de mètres au kilomètre. Ces compilations sont elles-mêmes des produits dérivés qui ont un intérêt propre, au-delà de la carte d'habitats EUNIS proprement dite, car elles peuvent être utilisées comme couches de base dans d'autres travaux de description ou de modélisation des habitats marins, notamment par exemple en halieutique.

La couche de nature du substrat (voir thématique « Nature des fonds marins ») résulte d'une harmonisation des cartes existantes en une typologie de Folk basée sur un triangle de mélange vase/sable/gravier. L'apport principal provient de l'ensemble des cartes de nature du fond dites cartes G du SHOM⁴. Pour les besoins de la description du substrat selon les spécifications d'EUNIS, il est procédé ensuite une simplification en 7 classes : roche, sable, sable vaseux, vase sableuse, vase, sédiments grossiers, sédiments mixtes.

Les informations ont été couplées à la carte des étages de profondeur qui identifie successivement l'infralittoral, les deux étages du circalittoral (côtier et du large), le bathyal et l'abyssal.

1.2. Distribution des principaux habitats

L'examen des cartes d'habitats physiques pour la sous-région (Figure 21) montre les grands traits suivants. Le plateau continental du golfe de Gascogne est majoritairement occupé par les fractions sableuses circalittorales, parcourues de veines vaseuses profondes. Au centre, on note la présence de larges plateaux rocheux circalittoraux peu ou modérément exposés.

⁴ http://www.shom.fr/fr_page/fr_act_geo/siteg.htm

Au nord, la Grande Vasière s'étend sur plus d'une cinquantaine de milles, où elle succède directement aux roches circalittorales côtières, dont la biologie a été très peu observée. A la côte, les habitats sont extrêmement hétérogènes, allant des vases et des sables à tous types de roches d'exposition variable, donc susceptibles en domaine infralittoral d'être couvertes d'algues à des taux de couverture et de biomasse très variables. Les vases côtières occupent principalement le Mor Braz et les Pertuis charentais. Au sud, la côte landaise est mal connue, tant pour la nature du substrat (basée sur une cartographie peu détaillée) qu'en termes d'étages de profondeur. La bathymétrie y provient de sondes espacées parfois de plusieurs kilomètres.

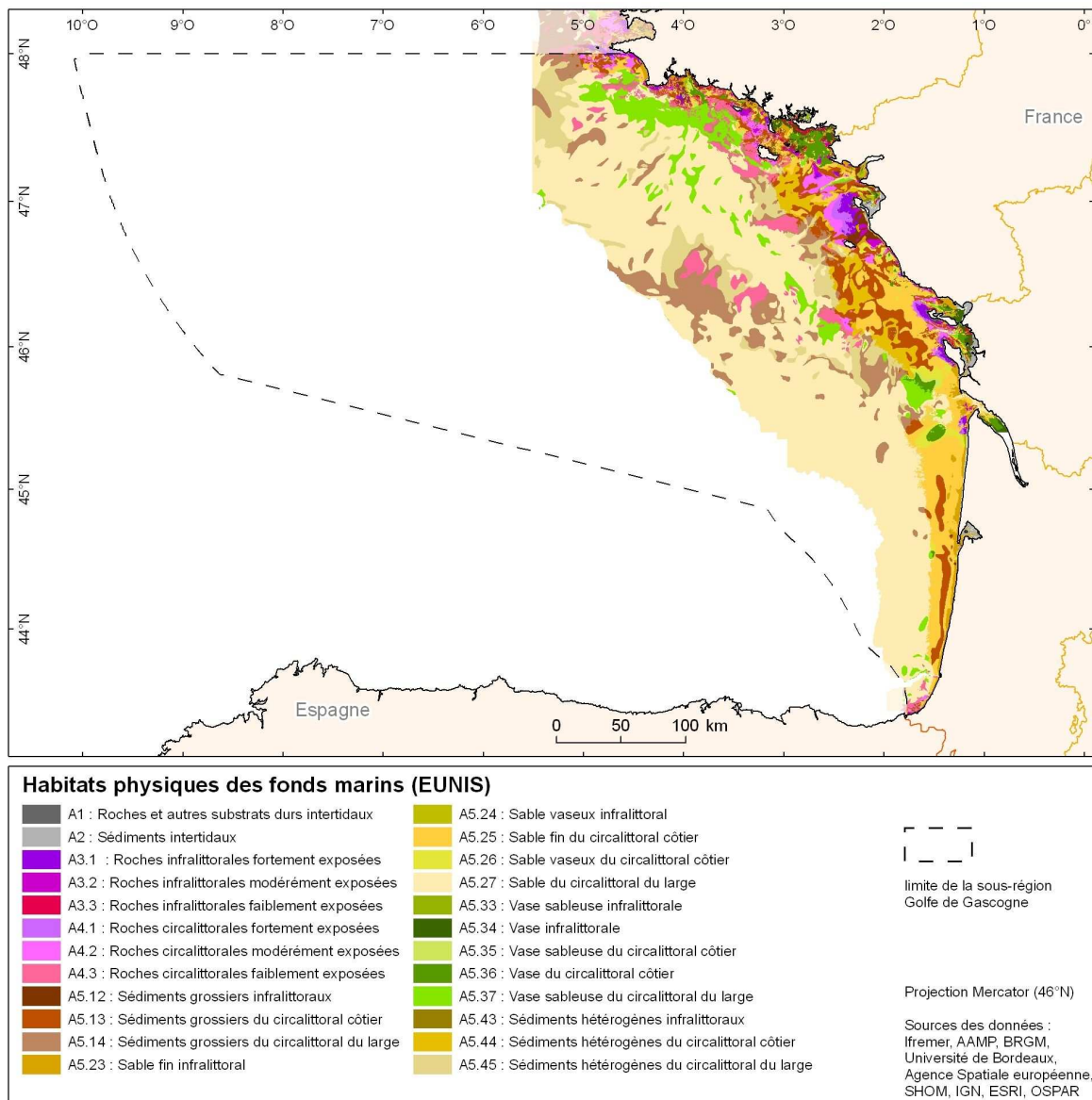


Figure 21 : Carte des habitats physiques des fonds marins dans la typologie EUNIS.

1.3. Lacunes

Les lacunes dans les données de base sont aujourd'hui les suivantes :

- la bathymétrie de la côte landaise est de très mauvaise qualité et permet tout juste de produire un MNT de résolution kilométrique, très insuffisant pour les habitats physiques,

- les données de nature de fond n'atteignent pas partout la limite de la zone bathyale et au-delà sont inexistantes. A la côte, elles sont de très bonne qualité jusqu'à la Gironde, puis de nouveau au Pays Basque. Entre les deux, les cartographies historiques ont été basées sur des échantillons très épars. La nature du fond y est cependant essentiellement de nature sableuse homogène. Plus au large sur la partie ouest du plateau continental, des profils opportunistes ont été acquis, qui montrent que la nature réelle des fonds diffère largement de celle obtenue par interpolation autour de prélèvements très éloignés. La mise en œuvre de campagnes spécifiques (acoustique et prélèvements) serait nécessaire pour améliorer cette connaissance,
- les données hydrodynamiques (vagues et courant) mériteraient d'être produites à des résolutions allant de la gamme kilométrique au large pour atteindre la centaine de mètres à la côte, de manière à être compatibles avec la finesse des données de nature des fonds et de description des étages déjà atteinte aujourd'hui.

1.4. Fiabilité de la cartographie

La modélisation étant une approximation de la réalité, il est fondamental d'en établir la qualité afin d'avertir l'utilisateur de ses limites. L'analyse statistique des incertitudes liées aux données représentées afin d'obtenir une mesure quantitative probabiliste de la fiabilité de la carte finale est un processus trop complexe pour être appliqué dans le cadre de cette analyse. Aussi, il a été jugé suffisant d'évaluer la fiabilité des deux couches essentielles que sont la nature du substrat et la bathymétrie puis de calculer une somme pondérée des deux scores obtenus. La profondeur, bien que non directement représentée dans la cartographie, est une donnée omniprésente dans le processus de modélisation où elle contribue à la détermination des étages biologiques et entre dans les calculs hydrodynamiques. Ce contrôle de qualité a pu être effectué sur chaque pixel de bathymétrie, en revanche il a été effectué par blocs ou ensembles homogènes de cartographie sédimentaire.

1.5. Niveaux et tendances

On peut appliquer aux habitats physiques des métriques et effectuer des calculs de surface ou mieux de proportions d'habitats au sein d'une unité de gestion donnée, par exemple une aire marine protégée. Certaines réglementations imposent en effet qu'une zone protégée comporte une certaine proportion de roches infralittorales (garantes de présence d'algues) ou circalittorales (garantes de couverture faunistique). Ces données statistiques pourraient être suivies dans le temps pour voir si certains habitats physiques évoluent, cependant elles risquent de ne jamais être détectables à cause du caractère approximatif de certaines données historiques entrant dans la modélisation décrite ici.

Grâce aux travaux historiques des benthologues et des géologues, à la typologie européenne EUNIS et plus récemment à la modélisation, une cartographie des principaux biotopes benthiques pour cette sous-région est disponible à l'exception des secteurs hauturiers. Les grands traits de la distribution des principaux habitats sont caractérisés par la présence de sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux sur le plateau continental. Les sédiments fins sont présents de manière localisée avec la « grande vasière » sur la plateau continental et de manière plus étendue dans la plaine abyssale. Des travaux complémentaires restent à mettre en œuvre pour améliorer la résolution spatiale et temporelle sur l'ensemble de cette sous-région marine golfe de Gascogne.

2. Distribution des biotopes principaux de la colonne d'eau

Les biotopes de la colonne d'eau, ci-après dénommés biotopes pélagiques, correspondent à des masses d'eau définies sur la base de critères physiques, reconnus importants pour les espèces pélagiques et l'écosystème en général et ainsi favorables au développement de différentes communautés pélagiques. Ils se caractérisent par une grande variabilité spatio-temporelle des conditions hydrologiques de la colonne d'eau, par la diversité des populations pélagiques qu'ils hébergent (phytoplanctoniques, zooplanctoniques, ichtyologiques) et surtout, par la dynamique de ces populations qui peuvent changer d'habitat au cours de l'année ou du stade de leur cycle de vie, notamment pour les espèces ichtyologiques (larves, juvéniles, adultes, période d'alimentation, de reproduction, etc.).

Cette étude se limite à la classification des biotopes. Par conséquent, des frontières entre ces biotopes sont amenées à être définies. Néanmoins celles-ci gardent un caractère relatif et dépendront en particulier de l'échelle spatio-temporelle sur laquelle la classification est réalisée. Elles pourront être adaptées en fonction des facteurs environnementaux déterminants pour une espèce d'intérêt donnée, notamment dans un contexte de définition d'habitats. L'approche adoptée ici rejoint celle de la classification EUNIS, avec des critères quantifiables, en se basant sur des variables forçantes à l'échelle des biocénoses. L'objectif est de construire une cartographie de « paysages hydrologiques », favorables au développement de différentes communautés pélagiques.

2.1. Méthodologie d'identification des paysages hydrologiques

2.1.1. Les métriques hydrologiques d'intérêt pour les communautés pélagiques

Outre la température, qui joue un rôle direct sur la production primaire et l'ensemble du réseau trophique, d'autres caractéristiques telles que la stratification de la colonne d'eau ou la salinité, reflétant l'influence des panaches, ont un impact fort sur la distribution des communautés pélagiques. Les indices hydrodynamiques sélectionnés sont les suivants :

- Indices de stratification de la colonne d'eau : déficit d'énergie potentielle (ΦT - énergie nécessaire pour homogénéiser en température, en salinité ou en densité la colonne d'eau), gradient maximum vertical en température ($\text{Grad}T_{\text{max}}$), profondeur de la couche de mélange (thermocline, pycnocline ou halocline) (Z_m).
- Salinité de surface (SS), indice des « panaches fluviaux ».
- Température de fond (BT).
- Autres indices : la turbidité peut également jouer un rôle sur la distribution spatiale des populations pélagiques et a été prise en compte dans l'analyse, au même titre que les indices physiques. En outre, en référence aux espèces ichtyologiques, il peut être judicieux d'élargir la notion de biotope en prenant en compte le plancton, constituant l'alimentation de certaines populations ichtyologiques, et donc structurant leur distribution. C'est pourquoi le paramètre chlorophylle-a a été intégré dans cette étude, en l'absence de données suffisamment synoptiques pour le zooplancton. Ce dernier paramètre ne s'inscrivant pas dans la démarche adoptée ici (typologie sur la base de critères physiques), il n'est pas pris en compte directement dans l'analyse et n'intervient

pas dans la discrimination des groupes, mais apporte une information complémentaire pour leur interprétation écologique.

2.1.2. Données disponibles

Afin de décrire les propriétés physiques influant sur la répartition spatiale des populations, des mesures *in situ* de salinité et de température sur toute la colonne d'eau sont utilisées.

Sur la façade atlantique, la climatologie BOBYCLIM⁵ rassemble l'ensemble des mesures *in situ* collectées lors des campagnes océanographiques depuis plus d'un siècle (voir thématique « Régime de la température et de la salinité »).

Les données de type climatologiques mensuelles utilisées ici ne permettent pas de capturer la variabilité associée aux structures hydrodynamiques à méso-échelle, telles que les tourbillons, les zones de front et les upwelling, qui peuvent également expliquer la distribution spatio-temporelle de certaines populations.

Concernant la turbidité et la chlorophylle, des estimations des moyennes mensuelles (de 2003 à 2010) des concentrations en matières en suspension inorganiques (MES) et en chlorophylle-a (CHLA) dans la couche de surface sont disponibles grâce aux données « couleur de l'eau », issues du traitement d'images satellitales à une résolution spatiale fine (0.015° en longitude, 0.01° en latitude, voir thématique « Répartition spatio-temporelle de la chlorophylle »).

2.1.3. Analyse statistique

Les données décrites ci-dessus permettent de disposer de tables mensuelles présentant les six paramètres physiques sélectionnés (BT, SS, PhiT, GradTmax, Zm et MES), calculés sur toute la zone géographique, à une résolution commune de 0.1°. Deux analyses ont été envisagées :

- dans un premier temps, une première analyse (Analyse en composantes principales suivie d'une méthode de classification) permet d'identifier des groupes communs à l'ensemble des mois et de décrire l'évolution de ces groupes au cours de l'année ;
- dans un deuxième temps, une méthode de comparaison multi-tableaux est utilisée afin d'identifier des groupes d'individus présentant une variabilité des conditions hydrologiques similaire au cours de l'année.

Pour ces deux méthodes, la variable chlorophylle-a est introduite en supplémentaire : elle ne participe pas à la discrimination des groupes.

⁵ <http://www.ifremer.fr/climatologie-gascogne/index.php>

2.2. Distribution des paysages hydrologiques identifiés dans le golfe de Gascogne

2.2.1. Evolution annuelle des paysages hydrologiques

Cette première méthode permet d'identifier 9 paysages hydrologiques présents à différentes périodes de l'année, et caractérisés par des conditions hydrologiques homogènes (Figure 22).

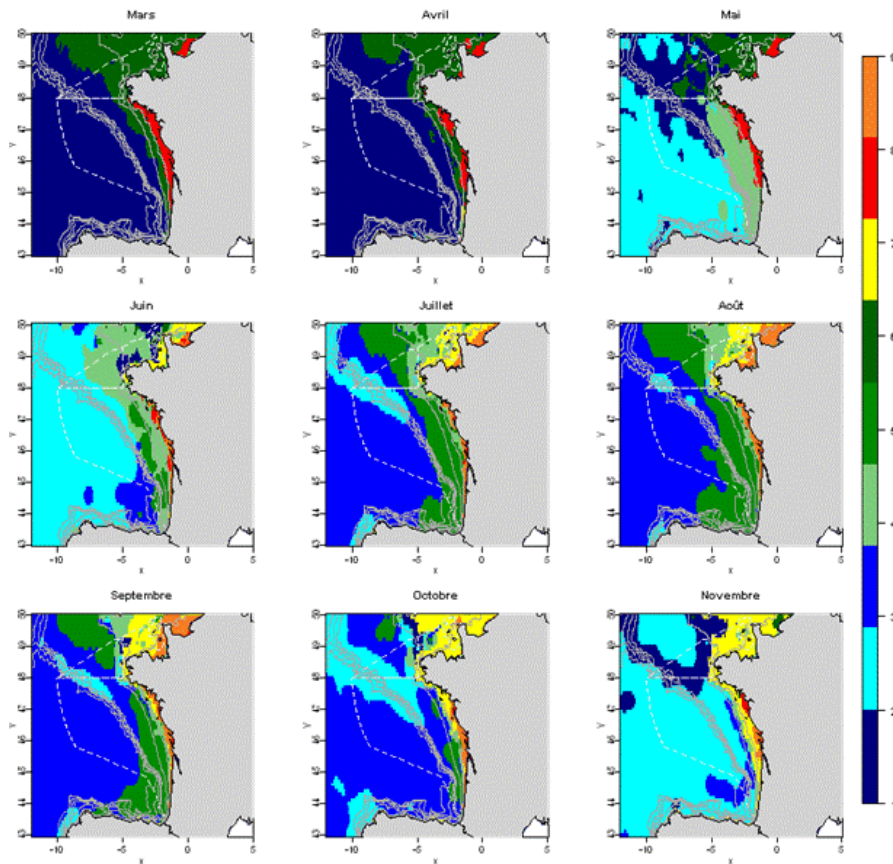


Figure 22 : Distribution spatio-temporelle des paysages hydrologiques identifiés.

Caractéristiques des paysages hydrologiques :

- Groupe 1 : Zone du large (au delà des 100 m), très peu influencée par les panaches dessalés, et non stratifiée, présente uniquement l'hiver et en début de printemps, jusqu'en mai sur le talus au nord du golfe. Ce paysage hydrologique est également présent en novembre sur le talus, pour lequel la rupture de stratification est la plus rapide, avec des températures de fond froides.
- Groupe 2 : Eaux du large aux mois de mai, juin et novembre, ainsi que de juillet à octobre sur le nord du talus. C'est un groupe avec une stratification encore peu intense en début de saison, ou dont la stratification s'atténue en novembre, ou encore ayant une stratification limitée en été sous l'effet du mélange au talus et dans l'upwelling de Galice. La production primaire y est limitée, même si elle peut être relativement élevée au talus l'été.

- Groupe 3 : Eaux du large au cœur de l'été jusqu'en octobre, avec une stratification forte, une thermocline marquée et relativement profonde, et une absence de production phytoplanctonique.
- Groupe 4 : Zone du plateau en fin de printemps, encore faiblement stratifiée, avec une couche de mélange peu profonde, et des valeurs de chlorophylle élevées, témoins du bloom printanier.
- Groupe 5 : Zone large du plateau dans le sud du golfe et du milieu de plateau dans le nord, ainsi qu'en entrée de Manche, présentant la stratification la plus forte au cours de l'été, du fait d'un réchauffement important et d'eaux relativement dessalées en surface en comparaison au groupe 3 du large.
- Groupe 6 : Bande côtière entre les isobathes 50 m et 100 m en fin d'hiver, faiblement dessalée, avec des concentrations en MES conséquentes du fait de l'apport par les panaches et de la remise en suspension hivernale.
- Groupe 7 : Bande côtière en été et surtout à l'automne, seulement faiblement dessalée en raison de débits plus faibles à cette saison, non stratifiée, et encore chaude suite au réchauffement estival.
- Groupe 8 : Paysage hydrologique des panaches, donc étendu au printemps, période des débits les plus élevés, avec des températures de fond faibles en moyenne, Les concentrations en MES sont très élevées, ainsi qu'en chlorophylle témoignant de forts blooms printaniers dans ce groupe.
- Groupe 9 : Etroite bande côtière présente surtout l'été et à l'automne, période de débits plus faibles. Eaux cependant assez dessalées et relativement riches en MES et chlorophylle.

2.2.2. Paysages hydrologiques présentant une variabilité annuelle similaire

Cette deuxième méthode (Figure 23) permet d'identifier 10 groupes, présentant une variabilité annuelle des conditions hydrologiques similaires. Parmi ces 10 paysages hydrologiques, la sous-région marine golfe de Gascogne en comptabilise 9. Cette classification distingue dans un premier temps les paysages hydrologiques côtiers, de faible profondeur et mélangés tout au long de l'année sous l'influence de la marée (groupe 3) et/ou influencés par les fleuves (2, 6), des paysages montrant une stratification saisonnière. Cette stratification thermique saisonnière est décalée dans le temps, et plus ou moins intense, du sud vers le nord (5, 8, 10, 4). Le groupe 1 se distingue le long du talus au nord, présentant une moindre stratification saisonnière du fait du mélange par les ondes internes.

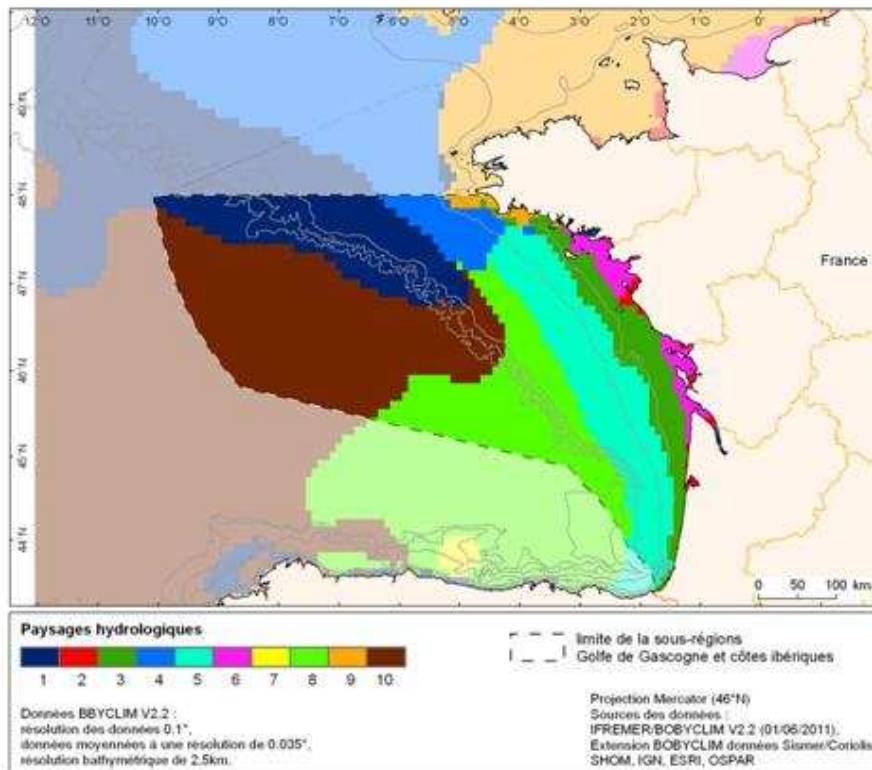


Figure 23 : Distribution spatiale des paysages hydrologiques identifiés par l'AFM.

Conclusion

Les paysages hydrologiques identifiés dans cette étude représentent des zones géographiques homogènes au plan des indices hydrologiques sélectionnés. Ces structures hydrologiques homogènes peuvent constituer des entités géographiques favorables au développement de certaines communautés pélagiques, mais aussi démersales et benthiques, et contribuent fortement à leur structuration.

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les données utilisées sont issues de climatologies hydrobiologiques établies sur de longues périodes. La combinaison de différentes méthodes d'analyse statistique aboutit à l'identification de paysages hydrologiques qui représentent des zones géographiques homogènes au plan des indices hydrologiques sélectionnés, et contribuent fortement à la structuration des biocénoses. Ces structures hydrologiques homogènes peuvent constituer des entités géographiques favorables au développement de certaines communautés pélagiques, mais aussi démersales et benthiques.

II- CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES ET BIOCENOSSES

Cette section décrit les populations, communautés et biocénoses de la sous-région marine. Elle est structurée de manière à respecter la structure de la chaîne alimentaire. Le phytoplancton et le zooplancton, ensemble d'organismes microscopiques en suspension dans la colonne d'eau, qui forment les deux premiers niveaux des réseaux trophiques, sont d'abord traités. S'agissant du zooplancton, il convient de préciser que les animaux marins dont le cycle de vie comprend des stades larvaire ont tous une phase planctonique, y compris ceux qui, aux stades ultérieurs, vivront sur le fond, éventuellement fixés sur celui-ci.

Les biocénoses benthiques sont ensuite décrites. S'agissant de leur étude, le même plan, dont la structure est la suivante, a été adopté :

- présentation par étages successifs, de la côte vers le large (médiolittoral – infralittoral – circalittoral – bathyal et abyssal), des différentes biocénoses (Figure 20) ;
- dans chaque étage, description distinguant les fonds meubles, les fonds durs, les habitats particuliers. Ces derniers font l'objet de mesures de protection en application de conventions internationales ou des réglementations européenne et nationales.

La description des communautés pélagiques, représentées en particulier par les poissons, a retenu les deux catégories suivantes : les espèces démersales, vivant principalement sur le fond, ou à proximité de celui-ci, et les espèces pélagiques, vivant dans la colonne d'eau et en surface. La présentation des espèces comprend également des chapitres relatifs à certaines espèces protégées, qui sont souvent des espèces situées en fin de chaîne alimentaire, comme les mammifères et les oiseaux marins, complétant, à ce stade de la chaîne alimentaire, celui consacré aux grands poissons pélagiques. Enfin, un chapitre est consacré aux espèces envahissantes.

1. Communautés du phytoplancton

Le phytoplancton est constitué d'organismes autotrophes généralement unicellulaires et ses composants constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire aquatique terrestre et marine. Il est présent en milieu pélagique majoritairement mais se développe également en milieu benthique à la surface des sédiments. Les résultats détaillés dans cette étude, hors synthèse bibliographique, sont basés sur : (i) pour les données côtières : les résultats disponibles dans la base de données Quadrige², provenant des réseaux de surveillance REPHY pour l'ensemble du littoral, et ARCHYD pour le bassin d'Arcachon, (ii) pour les données du large : les simulations faites à partir des modèles MARS-3D et ECO-MARS-3D en grande partie à cause de l'absence ou la rareté des données *in situ*.

Les données de surveillance proviennent d'observations au microscope optique, réalisées sur des échantillons d'eau généralement prélevés en sub-surface. Ces données concernent donc très majoritairement le micro-phytoplancton (> 20 µm), éventuellement quelques groupes de nano-phytoplancton, pour des espèces en chaîne ou quand les taxons sont identifiables en tant que famille, ordre ou classe. Le nano et surtout le pico-phytoplancton est donc totalement ou partiellement absent de ces données. Pour les données de modèles, les résultats détaillés, notamment de validation sur différentes séries de mesures (cartes satellitaires de chlorophylle de

surface ou mesures *in situ* récoltées sur des stations côtières appartenant aux réseaux REPHY de l'Ifremer et SOMLIT de l'INSU) sont disponibles. Les résultats de prévision au jour le jour issus de ce même modèle sont présentés sur Previmer⁶.

Cette évaluation sur les communautés du phytoplancton doit être considérée en relation avec celle réalisée sur la chlorophylle (voir thématique « Répartition spatio-temporelle de la chlorophylle »).

1.1. Etat des lieux. Niveaux et tendances

1.1.1. Zone côtière

1.1.1.1. Résultats d'une évaluation de la fréquence des blooms réalisée avec les critères DCE

L'évaluation de la qualité des masses d'eau dans le cadre de la DCE, est effectuée pour le phytoplancton au travers de trois indices, parmi lesquels l'indice de biomasse et l'indice d'abondance. Ce dernier est basé sur la fréquence des efflorescences (blooms) sur une période de 6 ans. Sur les côtes françaises atlantiques, un bloom (ou efflorescence) est défini comme une concentration supérieure à 100 000 ou 250 000 cellules par litre, pour un taxon donné dans un échantillon. La fréquence mesurée des blooms est ensuite comparée à la fréquence jugée naturelle pour la région, égale ici à deux mois de blooms sur les douze mois de l'année (un bloom au printemps et un autre en automne). Les résultats des évaluations réalisées pour cet indice d'abondance à partir des données Quadrigé², sur la période 2005-2010 pour les masses d'eau côtières, sont visualisés ci-dessous (Figure 24).

Ces résultats montrent que la qualité des masses d'eau de Bretagne Sud se partage entre bonne qualité (indice 2) et qualité moyenne (indice 3), indiquant que la fréquence des blooms dans cette zone est souvent plus élevée que la fréquence naturellement attendue. Pour ces dernières, les situations sont cependant différentes d'une masse d'eau à l'autre : la baie de Vilaine est déclassée à juste titre sur la base de cet indice (de nombreuses années de suivi révélant des blooms très fréquents), en particulier dans la masse d'eau proche de la côte, alors que le statut des deux autres zones (baie d'Etel et Belle île) est à nuancer et vérifier ultérieurement, car le nombre de données disponibles pour l'évaluation est actuellement insuffisant. Pour ce qui concerne le littoral allant de la Loire à la Côte Basque, la qualité oscille entre très bonne (indice 1) et bonne (indice 2), indiquant que la fréquence des blooms est tout à fait raisonnable au regard des caractéristiques physico-chimiques des masses d'eau de cette région.

⁶ http://www.previmer.org/previsions/production_primaire

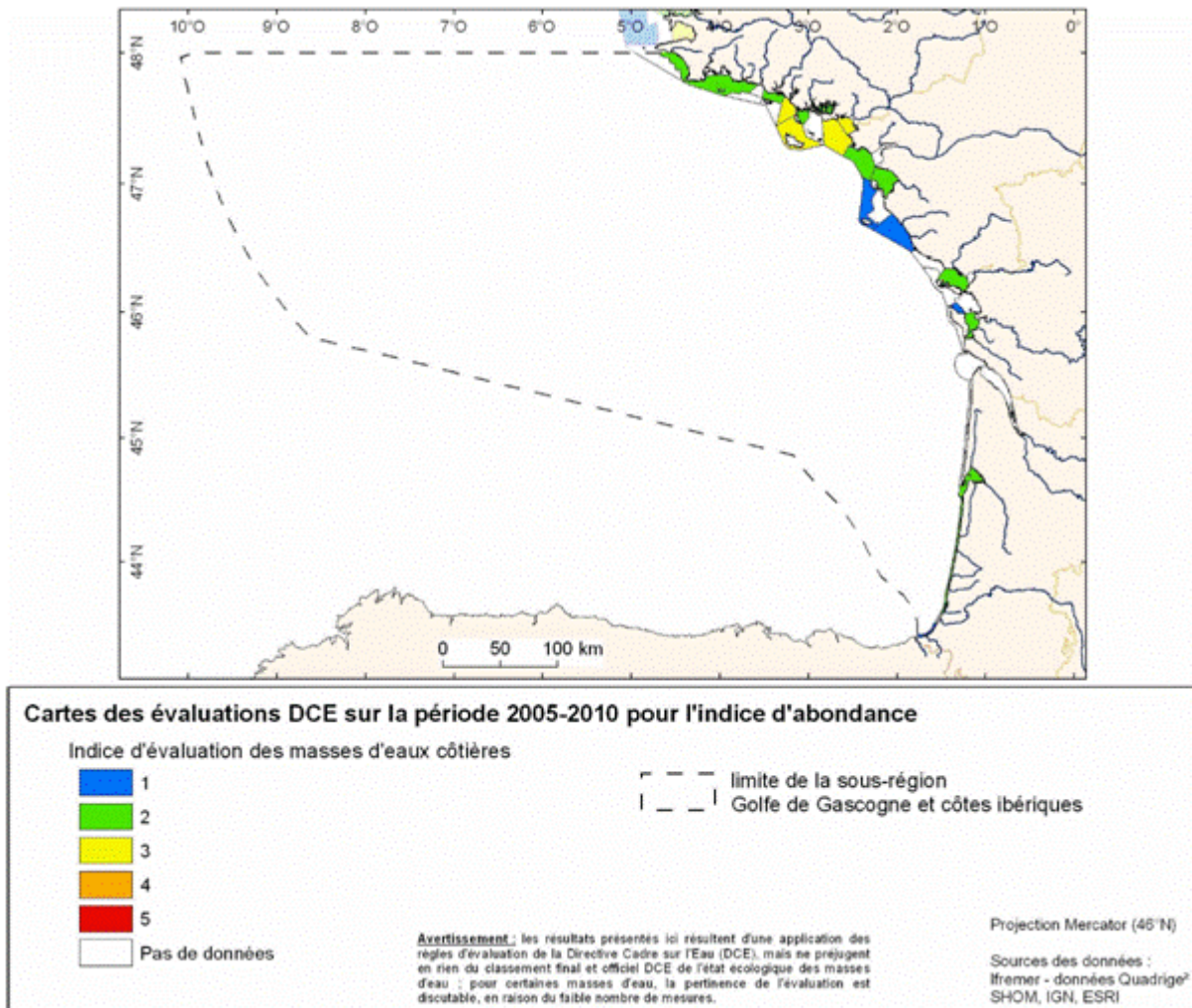


Figure 24 : Evaluation de l'indice d'abondance (fréquence des blooms) sur la période 2005-2012, avec les critères DCE.

NB : la représentation graphique des données issues des programmes de surveillance DCE et utilisées ici à des fins de diagnostic dans le périmètre de la sous-région marine sera revue afin d'éviter toute confusion avec les évaluations DCE réalisées et validées selon une procédure définie par ailleurs.

Les diatomées (Bacillariophyta) sont responsables d'une grande majorité des blooms : entre 81 et 100% selon les secteurs de cette sous-région. Sachant que les blooms à diatomées sont généralement observés au printemps puis à l'automne, à la suite des apports importants de nutriments en mer *via* les rivières, en raison du lessivage des bassins versants par les pluies (hivernales puis du début de l'automne), le lien de causalité entre excès de nutriments et fréquence trop importante de blooms ne peut être occulté. Parmi les espèces les plus représentées en Bretagne Sud et Loire, il faut souligner la présence du genre *Pseudo-nitzschia*, qui comprend de nombreuses espèces toxiques ; dans cette même zone, les dinoflagellés (Dinophyceae) sont très majoritairement représentés par *Lepidodinium chlorophorum*, espèce connue pour proliférer à très forte concentration en formant des eaux vertes, pouvant conduire à des anoxies et donc à des mortalités de la faune marine. Les Cryptophyceae représentent une proportion non négligeable dans les blooms observés dans le bassin d'Arcachon.

1.1.1.2. Données de biodiversité

La biodiversité du phytoplancton est appréhendée ici selon trois critères étudiés à partir des données Quadrige² : le nombre de taxons identifiés, la dominance, la répartition et l'importance des principaux genres toxiques (au sens fréquence d'apparition et concentration maximale).

Le nombre de taxons différents globalement identifiés sur la sous-région et sur les quinze dernières années est estimé à un peu plus de 400, sachant que ce nombre recouvre des niveaux taxinomiques différents allant de la famille à l'espèce. Environ 50 % de ces taxons sont des diatomées, les dinoflagellés participant à environ 38 %.

La dominance est ici calculée par un indice qui tient compte à la fois de l'importance relative du taxon dans chaque échantillon et de la régularité de son apparition dans le temps. On retrouve dans les taxons dominants *Pseudo-nitzschia*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros*, etc. la plupart des taxons contribuant majoritairement aux blooms, mais aussi quelques autres diatomées dont la présence dans le milieu est observée régulièrement bien qu'elles ne soient pas particulièrement abondantes. Les trois premiers taxons dominants dans la sous-région marine golfe de Gascogne sont aussi ceux qui dominent sur l'ensemble du littoral français métropolitain.

Pour ce qui concerne le phytoplancton producteur de toxines qui s'accumulent dans les coquillages, mais peuvent également être nuisibles pour la faune marine pour certaines d'entre elle, on peut citer trois genres : (i) *Dinophysis*, produisant des toxines diarrhéiques pour l'homme, est observé tous les ans depuis près d'une trentaine d'années, à partir de mars-avril en Bretagne Sud et au nord de l'estuaire de la Loire sur des périodes qui durent souvent plusieurs mois, ce qui explique qu'il soit présent en bonne position dans les taxons dominants alors qu'il ne prolifère dans aucune zone de la sous-région (les concentrations observées étant toujours inférieures à 100 000 cellules par litre, et rarement au dessus de 10 000), (ii) *Alexandrium*, producteur de toxines paralysantes pour l'homme, peut être observé sur l'ensemble de la sous-région en été, mais avec des concentrations qui restent toujours faibles, (iii) *Pseudo-nitzschia* dont certaines espèces produisent des toxines amnésiantes pour l'homme (il n'est pas possible actuellement de quantifier le pourcentage des espèces toxiques par rapport à celui des espèces non toxiques), prolifère tous les ans, majoritairement entre avril et juin, sur toutes les zones de la sous-région marine.

1.1.2. Zone du large

1.1.2.1. Outils utilisés

Le modèle utilisé est MARS-3D (3D hydrodynamical Model for Applications at Regional Scale). Son emprise couvre la sous-région marine étudiée avec une maille de 16 km de côté et 30 couches sur la verticale. Pour le golfe de Gascogne, on distingue le plateau continental (profondeurs ≤ 200 m), de la partie sud-ouest située au-dessus de la plaine abyssale (profondeurs $\geq 4 000$ m).

La partie biogéochimique du modèle ECO-MARS3D est fondée sur le fait que, parmi les éléments majeurs de la matière vivante, le carbone n'est généralement pas limitant et que, donc, seuls l'azote, le silicium et le phosphore doivent être considérés, à la fois sous leur forme

minérale, leur forme incluse dans la matière vivante et leur forme détritique. Le modèle biogéochimique est donc un modèle de type NPZD (Nutriment > Phytoplancton > Zooplancton > Détritique). Dans l'azote minéral dissous, on distinguera le nitrate (NO_3) de l'ammonium (NH_4), la forme nitrite (NO_2) étant négligée. Le phosphore minéral est représenté sous forme PO_4 dissoute et sous forme adsorbée sur les particules argileuses en suspension dans la colonne d'eau.

Le compartiment phytoplanctonique est représenté par trois variables : les diatomées, majoritaires dans le milieu au printemps, les dinoflagellés, surtout visibles en été et automne, et les nanoflagellés, d'apparitions plus fugaces. Ces trois types de microalgues sont exprimés dans le modèle sous la forme de leur contenu en azote. Afin de prendre en compte une régulation par broutage du stock phytoplanctonique, le zooplancton est également simulé par deux classes de taille : le microzooplancton, qui ne se nourrit que de nanoflagellés et de matière organique détritique, et le mésozooplancton, qui ne se nourrit que de diatomées, de dinoflagellés et de microzooplancton.

Le modèle de base fournit aussi le cumul (depuis le 1^{er} janvier de chaque année) de la production primaire des trois groupes phytoplanctoniques. A ces variables d'état du modèle écologique, s'ajoutent les variables d'état permettant de représenter les caractéristiques physiques du milieu : la salinité, la température, et les matières en suspension minérales, qui conditionnent la turbidité du milieu et la pénétration de la lumière.

1.1.2.2. Résultats de la modélisation écologique et des observations satellitaires

Chlorophylle totale et production primaire

Comme la carte moyenne annuelle obtenue à partir des images satellitaires (Figure 25 - droite), le modèle montre (Figure 25 - gauche) que seul le plateau continental permet l'établissement de biomasses phytoplanctoniques conséquentes, les eaux océaniques surmontant la plaine abyssale restant oligotrophes. Sur le plateau, la frange 0-50 m est la plus riche en phytoplancton, notamment dans les panaches des fleuves (Loire et Gironde).

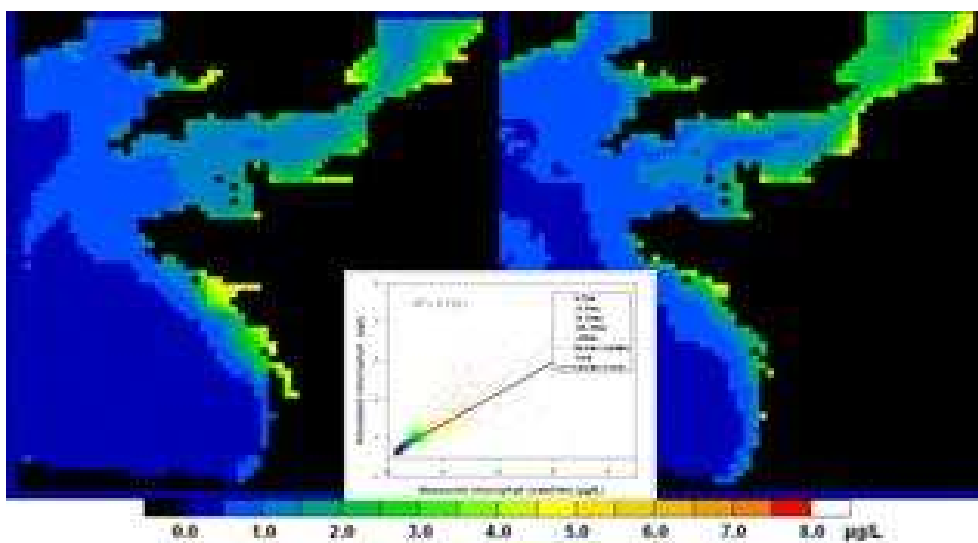


Figure 25 : Chlorophylle ($\mu\text{g.L}^{-1}$) - moyenne annuelle du modèle ECO-MARS3D (à gauche) et du satellite MODIS (à droite) en 2003 ; au centre, corrélation modèle-mesures établie sur les pixels classés en 5 strates selon la bathymétrie.

Le modèle génère une carte de production primaire annuelle très stable d'année en année dont les grands traits semblent réalistes. La production primaire est forte en zone brassée peu profonde et peu turbide (frange littorale atlantique jusqu'à l'isobathe 70 m environ), elle est très faible dans la zone du maximum de turbidité (« bouchon vaseux ») internes aux estuaires (Loire et Gironde) et elle reste faible sur la périphérie du plateau (entre les isobathes 100 et 200 m) et sur la plaine abyssale.

Si on compare les valeurs obtenues par le modèle avec celles issues de la littérature, les résultats du modèle sont dans les ordres de grandeurs des productions primaires mesurées, sauf en Baie de Vilaine où la production semble un peu sous-estimée par le modèle.

Grands types phytoplanctoniques

Les diatomées qui représentent le groupe dominant du bloom printanier, sont abondantes sur l'ensemble du plateau continental. Les plus grandes concentrations ($> 10 \mu\text{mol}$ azote /L) sont rencontrées au niveau des panaches des fleuves, en particulier celui de la Loire. Les dinoflagellés, dans le modèle de base, sont considérés comme un groupe plutôt photophile et nitrophile. Ils prolifèrent donc dans les panaches, notamment de la Vilaine et de la Loire, ce qui est mesuré chaque année par le REPHY, mais aussi dans les zones stratifiées thermiquement durant la belle saison, c'est à dire potentiellement sur l'ensemble de la sous-région.

Cas particulier du genre *Pseudo-nitzschia*

Certaines espèces du genre *Pseudo-nitzschia* produisent de l'acide domoïque (AD⁷) quand leur nutrition minérale est déficitaire en silicium. Le REPHY a régulièrement observé ces toxines dans les coquilles St Jacques depuis une dizaine d'années, en Bretagne Ouest et Sud, et récemment dans les Pertuis. Le modèle montre la production d'AD en Bretagne Ouest et Sud et cible les fonds entre 100 et 200 m sur la Grande Vasière comme les plus touchés par cette toxicité (ce qui ne peut être validé actuellement en raison de l'absence totale de mesures de toxines sur cette zone).

1.2. Lacunes et manques identifiés

La très grande variabilité et hétérogénéité de la répartition du phytoplancton constitue un biais important quand à la représentativité des données acquises lors des campagnes de prélèvements *in situ* (représentativité spatiale – verticale et horizontale – et temporelle). L'étendue spatiale des zones étudiées empêche d'avoir une vision précise et exacte des communautés phytoplanctoniques, même à un instant T surtout dans les secteurs du large de la sous-région. Les résultats des différentes études sont parfois contradictoires. Plusieurs sources de variations peuvent être suggérées : l'année de l'étude, les zones échantillonnées, la profondeur, les moyens de prélèvement, le pas de temps de l'échantillonnage, les méthodes d'analyses utilisées, l'évolution de la taxinomie, etc. De même, les différentes méthodes utilisées pour quantifier le

⁷ AD – acide domoïque, molécule de base de stoxines ASP ou amnésiantes, s'accumulant dans les coquillages.

phytoplancton (chlorophylle, biomasse, dénombrement) conduisent à faire varier l'importance relative des différents groupes entre les différentes études. La représentativité du paramètre chlorophylle n'est pas toujours très juste pour déterminer l'abondance, surtout pour les espèces de petite taille. Il n'existe que peu de données concernant les espèces toxiques ou nuisibles (hormis *Karenia mikimotoi*, *Pseudo-nitzschia* et *Dinophysis*) et peu ou pas de données concernant les espèces indicatrices de la qualité du milieu. Il y a peu d'informations et de prise en compte des espèces phytoplanctoniques benthiques.

La sous-région marine golfe de Gascogne est caractérisée par la présence de diatomées avec des efflorescences au printemps, de dinoflagellés avec des efflorescences en été, et de cryptophycées avec une efflorescence automnale. Les efflorescences visibles par satellite et modélisées concernent : *Pseudo-nitzschia sp.*, ainsi que des coccolithophoridées. Certaines espèces de phytoplancton susceptibles de produire des toxines dangereuses pour le consommateur sont observées (*Pseudo-nitzschia sp.* et *Dinophysis sp.*), ainsi que certaines autres pouvant être nuisibles pour l'environnement (*Lepidodinium chlorophorum*).

La surveillance côtière, l'imagerie satellite, la modélisation et la bibliographie (représentée essentiellement par des études effectuées lors de campagnes en mer) apportent des informations spécifiques et complémentaires. En effet, la surveillance et les études de terrain offrent des informations précises mais incomplètes dans le temps et dans l'espace. A l'opposé, l'imagerie satellite et la modélisation apportent des informations moins précises mais ayant une meilleure continuité dans le temps et dans l'espace. Les approches de terrain ainsi que l'imagerie satellite et la modélisation constituent donc des disciplines complémentaires et indissociables, qui devront être utilisées conjointement pour combler les lacunes dans la connaissance des écosystèmes de cette sous-région.

2. Communautés du zooplancton

Le zooplancton ou plancton animal est un élément essentiel de la chaîne alimentaire du milieu pélagique. Il est constitué d'organismes hétérotrophes et est réparti, classiquement, en deux groupes : l'holoplancton, individus bouclant la totalité de leur cycle de vie en milieu planctonique (copépodes, chétognathes, ostracodes, etc.) et le méroplancton : individus ne faisant partie du zooplancton que pendant une partie de leur cycle de vie (généralement le stade larvaire comme par exemple les œufs et larves de poissons, les larves de crustacés, coquillages, etc.).

En France métropolitaine, à la disparité des travaux sur le zooplancton liée aux méthodes, aux périodes d'acquisition et aux sites suivis s'ajoute la difficulté de recensement et de mobilisation des données pour un travail d'analyse global. En conséquence, l'analyse scientifique nécessitant, en première intention, le recensement des données recueillies et de leurs caractéristiques, l'étude a porté sur cette étape indispensable de recueil des métadonnées. Le présent rapport constitue donc, à partir des informations recueillies jusqu'à présent, une première analyse concernant la nature des données potentiellement mobilisables pour définir un état initial et reste embryonnaire sur l'interprétation de ces données.

2.1. Résultats

2.1.1. Résultats du recensement

Le recensement sur 50 années de l'ensemble des études dans la sous-région marine golfe de Gascogne a permis de répertorier 59 jeux de données (13 auteurs) regroupant les données de 17 474 échantillons. La répartition des sites échantillonnés, montre une forte hétérogénéité spatiale des études développées (Figure 26) : le nombre de prélèvement est important dans les eaux côtières, beaucoup plus dispersé sur le plateau, très faible au-delà. Les zones littorales ont par ailleurs été suivies avec un effort conséquent en Gironde et à Arcachon, à un moindre niveau en baie de Vilaine et à Marennes-Oléron.

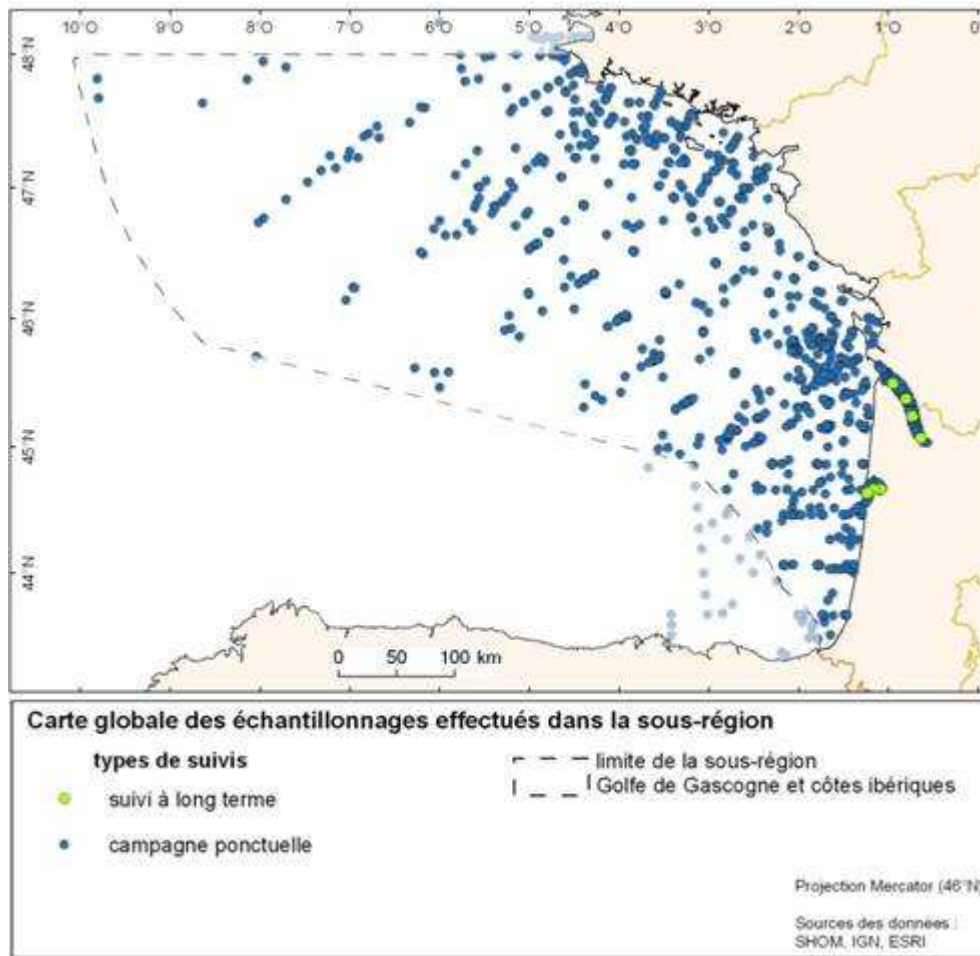


Figure 26 : Distribution spatiale de l'ensemble des prélèvements recensés depuis 1964. (sources : CNRS, Ifremer, Universités (Paris 6, Bordeaux, La Rochelle)).

2.1.2. Méthodes d'acquisition et d'analyse du zooplancton

Il existe différentes méthodes d'acquisition du zooplancton. Le choix de l'engin et du vide de maille dépend de l'objectif scientifique. La majorité des prélèvements a été effectuée avec des filets et des pompes à plancton, les méthodes d'acquisition *in situ* (optiques, acoustiques et d'imagerie) ont été rarement utilisées. Les filets à plancton sont les plus utilisés, le plus souvent montés avec des soies de 200 μm (84 %). Quelques prélèvements ont été effectués avec des vides de maille < 200 μm dans la baie d'Audierne, Arcachon, Gironde, Marennes (12 %).

Les filets de maille > 200 μm (adaptés à l'étude du zooplancton de grande taille, tel que les grands copépodes, les euphausiacées ou les gélatineux) ont été utilisés autant au large qu'à la côte (seule cette gamme de taille est utilisée au-delà du plateau).

L'essentiel des données zooplanctoniques est accompagné de paramètres environnementaux (essentiellement température, salinité, matières en suspension et phytoplancton (souvent mesuré en termes de chl-a)).

Outre l'utilisation de moyens de prélèvements variables, le niveau d'analyse du zooplancton diffère d'une étude à l'autre (et parfois pour une même technique de pêche), ce qui limite les

possibilités d'analyses croisées des données. Les différents échantillons ont été regroupés en fonction de leur niveau de détermination taxonomique (Figure 27).

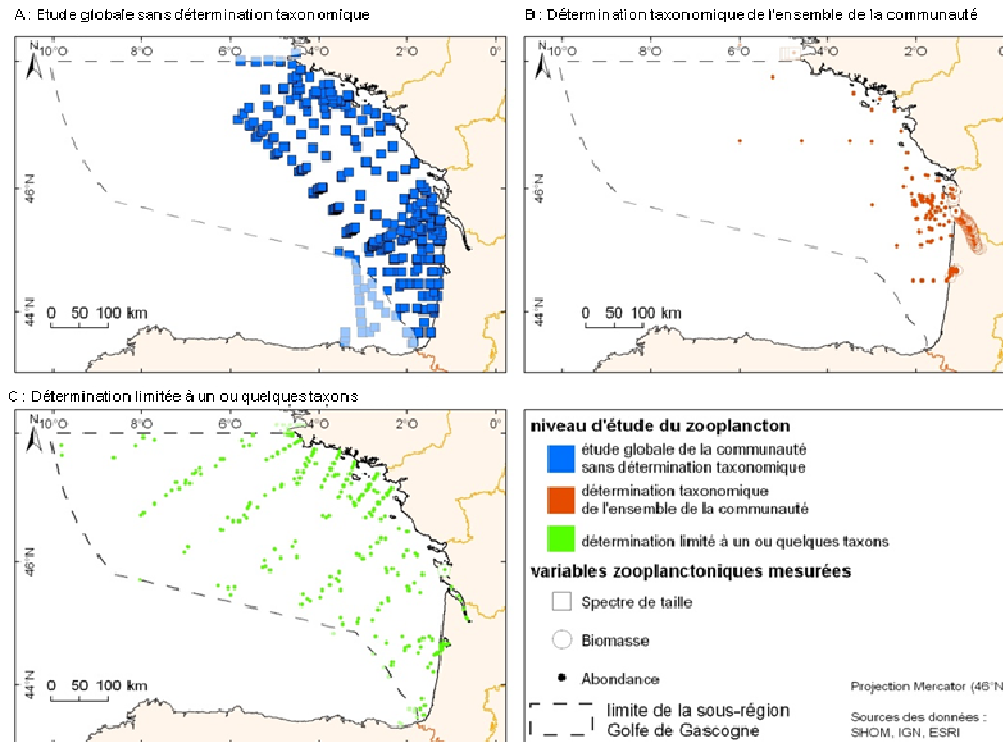


Figure 27 : Types d'études réalisées. (données : CNRS, Ifremer, Universités (Paris 6, Bordeaux, La Rochelle)).

La couverture spatiale des études globales sans détermination taxonomique (ex. spectre de taille) ou avec une détermination très spécifique (petit nombre de taxons, ex. annélides, mysidacés), est très étendue (Figure 27A et Figure 27C). Les premiers travaux s'étendent quasiment jusqu'à la limite de la zone étudiée (Figure 27C) (5 taxons déterminés), mais ce sont des données anciennes. Les travaux très récents ou actuels (missions PELGAS, engins utilisés OPC (Optical Plankton Counter), variable mesurée : spectre de taille) balayent l'ensemble du plateau continental, avec une fréquence annuelle depuis 2003.

La détermination taxonomique de l'ensemble de la communauté zooplanctonique est un travail très long et fastidieux nécessitant des spécialistes en taxonomie. C'est pourquoi lorsque l'on s'intéresse aux détails de la systématique (Figure 27B), la couverture spatiale est beaucoup plus réduite (ex. : centrée sur le panache de la Gironde). Les données ont été essentiellement acquises en milieu côtier (en dehors de quelques radiales vers le large). Les zones les plus suivies sont Arcachon, La Gironde et le bassin de Marennes Oléron. La quasi-totalité de l'échantillonnage est réalisé avec un filet de 200 μm (notamment en relation avec la forte charge en particules du milieu), limitant ainsi le recueil de connaissances sur beaucoup de taxons méroplanctoniques.

Quelque soit le niveau d'étude des échantillons ou la variable mesurée, il est important de préciser que plus de 84 % des prélèvements recensés ont été effectués avec un filet WP2 de maille 200 μm . Par ailleurs, 43 % des échantillons recensés sont issus de suivis à long terme (Gironde, Arcachon).

2.1.3. Evolutions spatiale et temporelle des prélèvements

Le recensement commence en 1964 avec les premiers travaux. L'essentiel de l'échantillonnage correspond à des études spatio-temporelles limitées dans le temps (avec une emprise spatiale très variable). Les zones suivies de manière pérenne sont l'estuaire de la Gironde (depuis 1978) et le bassin d'Arcachon (depuis 1997). Les campagnes PELGAS produisent annuellement des données à l'échelle du golfe depuis 2003 (1 mission printanière, spectre de taille).

La zone au large des accores du plateau continental a été très peu étudiée et les données sont anciennes. On constate une augmentation du nombre de prélèvements dans les années 1980 avec l'implantation de la centrale nucléaire du Blayais (état initial des communautés zooplanctoniques et mise en place du suivi de surveillance « pérenne », environ 200 prélèvements/an). La couverture spatiale est beaucoup plus faible dans cette décennie et s'élargit pendant la décennie suivante, essentiellement aux bassins d'Arcachon et de Marennes Oléron et à la zone de panache de la Gironde. Dans les années 2000, la couverture spatiale, augmente largement avec les campagnes PELGAS, ce qui traduit un regain d'intérêt pour des études à cette échelle.

2.1.4. Zones sensibles

Le zooplancton de la sous-région marine golfe de Gascogne ayant fait l'objet de nombreuses études (bien que souvent limitées dans le temps ou axées sur des taxons spécifiques), il est possible de déterminer les zones sensibles dans les zones littorales : baie de Vilaine, bassins d'Arcachon et de Marennes Oléron et zones de panaches estuariens : Loire, Gironde, Adour et en zone hauturière, aux accores du plateau continental, ainsi que le sud du golfe de Gascogne et Gouf de Capbreton.

Conclusion

Bien que le zooplancton soit intégré à de nombreuses études portant sur l'écosystème marin, il n'existait pas actuellement de base de données regroupant l'ensemble des travaux effectués sur ce groupe. Cette étude a permis de recenser la majorité des métadonnées des études effectuées dans la sous-région marine golfe de Gascogne et de caractériser l'hétérogénéité d'acquisition et d'analyse des données. Les suivis récurrents (2 zones) permettent d'une part d'avoir des états de référence robustes des communautés zooplanctoniques (qui peuvent être utilisées comme indicateurs de l'impact des changements globaux), d'autre part de mettre en évidence la forte variabilité inter-annuelle et les tendances pluri-annuelles en relation avec des forçages⁸ s'exprimant à différentes échelles. L'essentiel des données a été acquis en réponse à des questions environnementales spécifiques, souvent en considérant une échelle « limitée » dans le temps, alors que les suivis mentionnés ci-dessus montrent la rapidité d'évolution actuelle.

L'analyse spatio-temporelle de l'ensemble de ces données reste un exercice à faire comportant 3 verrous majeurs : la constitution de la base de données, l'hétérogénéité des méthodes et la diversité des échelles spatiales et temporelles. Cette analyse est cependant souhaitable pour mettre

⁸ Facteur de modification, ici de la communauté zooplanctonique (ex. : baisse de débit, salinisation, etc.).

en évidence les traits « robustes » de la dynamique du compartiment zooplanctonique dans cette sous-région.

Les travaux sur le zooplancton dans cette sous-région marine sont relativement dispersés et souvent locaux ce qui rend la synthèse difficile à réaliser. 38 jeux de données ont été identifiés avec une forte hétérogénéité spatiale. Les secteurs les mieux documentés sont ceux situés à proximité des stations marines, des instituts océanographiques et ceux liés au suivi des impacts des centrales thermiques littorales. Très peu d'informations sont disponibles sur la zone hauturière de cette sous-région marine.

3. Biocénoses du médiolittoral

L'étage médiolittoral correspond à la zone de rétention et de résurgence de la zone de balancement des marées, il se complète avec l'étage supralittoral (zone de sable sec) pour former la zone intertidale dans son ensemble (Figure 20).

La sous-région est caractérisée par des marées relativement importantes, une exposition à la houle et des courants littoraux pouvant être localement forts. D'une manière générale, la côte est très découpée, présentant des alternances d'estrans rocheux et sableux et des habitats diversifiés. Malgré les fortes contraintes environnementales rencontrées, la faune habitant la zone médiolittorale peut être abondante et diversifiée, montre un fort potentiel en termes de production secondaire et constitue des proies potentielles pour les prédateurs supérieurs. Ces milieux ont également une importance halieutique non négligeable en termes de nurseries, de zones de nourrissage, de pêche, d'aquaculture, de tourisme ou d'espace récréatif ou sportif.

La principale menace pesant sur les habitats du médiolittoral est liée aux proliférations et échouages massifs d'algues vertes, voire d'autres macrophytes entraînant hypoxies locales et changements dans la structure des peuplements. Les apports excessifs en nutriments ou en substances problématiques peuvent également dégrader les peuplements intertidaux des milieux meubles. Enfin, la zone médiolittorale a souffert de pollutions massives causées par les hydrocarbures.

Le schéma suivant (Figure 28) présente la distribution de l'étage médiolittoral :

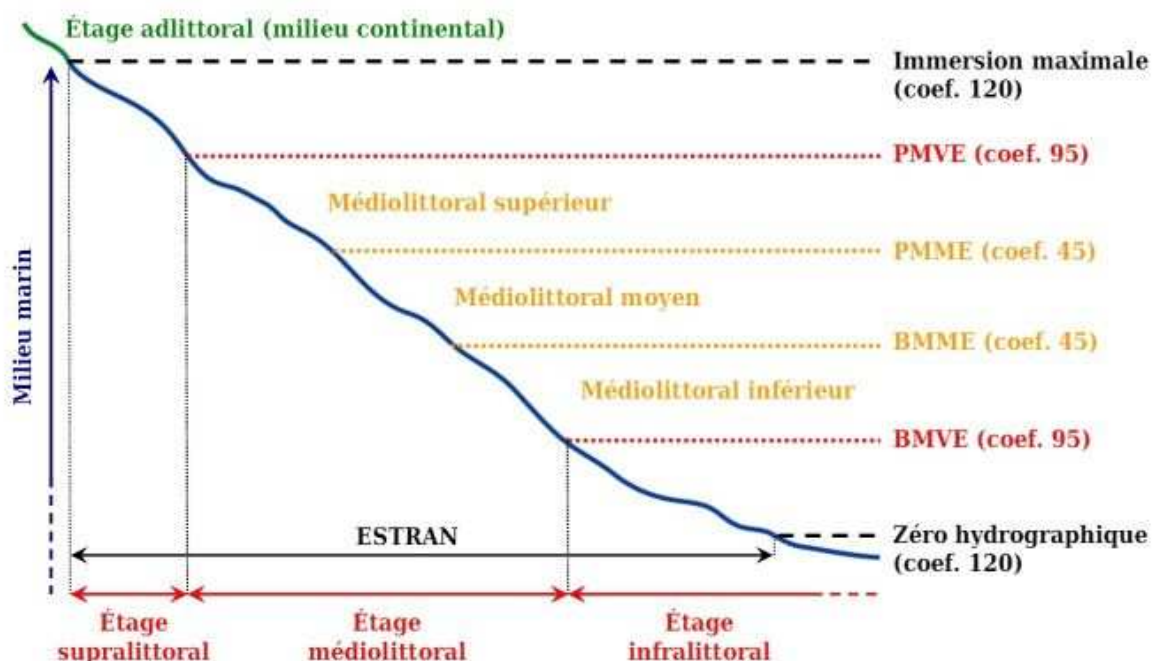


Figure 28 : Situation de l'étage médiolittoral sur les côtes marines.

3.1. Biocénoses des fonds meubles du médiolittoral

Les biocénoses des estrans meubles présentées ici n'apparaissent que sous une seule entrée dans les cahiers d'habitats côtiers (1140 Estrans de sable), mais l'emploi de la typologie EUNIS permet d'apporter des distinctions pratiques entre les communautés ayant fait l'objet d'études sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. Ces biocénoses justifient la désignation de sites Natura 2000.

3.1.1. Connaissances et données disponibles

Les données recueillies pour élaborer ce chapitre proviennent de différentes sources :

- la base de données RESOMAR,
- les documents mis en ligne du Réseau Benthique REBENT, qui permettent également d'accéder aux travaux réalisés pour la mise en œuvre de la DCE,
- les documents d'objectifs (DocOBs) Natura 2000,
- d'autres données provenant soit d'informations 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 (cf. tableaux 2 et 3 des annexes de la contribution thématique associée).

Afin de distinguer les données « anciennes » des données « récentes », les données datant du XX^{ème} siècle ont été séparées de celles datant des dix dernières années.

3.1.1.1. Données anciennes – XX^{ème} siècle (avant 2001)

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

Des travaux ont été menés sur l'estuaire de la Loire, à Marennes – Oléron ainsi que dans le bassin d'Arcachon.

3.1.1.2. Données récentes – XXI^{ème} siècle (après 2001)

Entrent notamment sous cette rubrique les travaux suivants, selon des durées et un nombre de stations variables selon les sites :

- les travaux menés dans le cadre du REBENT dans les baies de Douarnenez, de Concarneau, de Lorient et dans le golfe du Morbihan,
- ceux relatifs à la mise en œuvre de la DCE en baies d'Audierne, de Quiberon, de Vilaine, de Bourgneuf, au nord des Sables d'Olonne, dans les Pertuis et en baie de l'Aiguillon,
- le suivi de stations dans l'estuaire de la Loire,
- les campagnes menées sur le bassin d'Arcachon,

- le suivi des sables intertidaux des côtes landaises à Biscarosse et du lac marin d'Hossegor,
- la cartographie des sables grossiers littoraux stériles en baie d'Hendaye.

3.1.2. Synthèse par biocénose

3.1.2.1. Les vasières littorales (EUNIS A2.3 - 1140 X des cahiers d'habitats)

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

Cette biocénose est relativement peu représentée dans la sous-région par rapport à la surface couverte. Elle fait l'objet de suivis réguliers et semble relativement bien connue dans le centre et le sud de la sous-région comme en Loire, dans les Pertuis et à Arcachon.

A l'inverse, les vasières intertidales du sud de la Bretagne semblent moins bien connues. Ainsi, le golfe du Morbihan, dont les vasières intertidales marines couvrent de très grandes surfaces, constitue un site d'importance pour l'hivernage de la faune aviaire. Il ne semble pas avoir fait l'objet d'études récentes publiées, dédiées à la compréhension de la dynamique des communautés benthiques, de leur rôle sur la faune aviaire et des impacts éventuels de la pêche à la palourde, qui est importante sur le site.

3.1.2.2. Les sables plus ou moins envasés (EUNIS A.2.23 et A2.24 – 1140_3 des cahiers d'habitats pour partie)

Cette biocénose est plutôt mieux représentée à Lorient, dans le golfe du Morbihan, à Saint-Nazaire, dans les Pertuis, à l'exception du bassin d'Arcachon. Elle forme souvent des estrans de pente faible qui restent saturés en eau durant l'essentiel de la marée basse. En outre, du fait de la forte hétérogénéité de sa structure sédimentaire, elle présente des communautés riches en espèces pour le milieu intertidal. La présence en forte densité d'espèces structurant le milieu impose une hétérogénéité qui entraîne la présence d'espèces supplémentaires (les vers *Nephtys cirrosa*, *Anaitides mucosa*, etc.). D'un point de vue fonctionnel, c'est un milieu de nourrissage pour de nombreux poissons côtiers, mais également pour les oiseaux hivernant en Bretagne, en particulier les limicoles.

Il s'agit également d'un habitat propice au développement de fortes densités de palourdes *Ruditapes decussatus* et *R. philippinarum* et dans leurs parties basses de praires *Venus verrucosa*. Cet habitat est sensible aux pressions physiques, chimiques et biologiques diverses engendrées par les activités anthropiques.

Les connaissances spécifiques de cette biocénose sont relativement limitées à l'échelle de la sous-région marine car les données disponibles sont espacées à la fois dans le temps et dans l'espace. Ainsi ses variabilités spatiales et temporelles, soumise à de fortes contraintes du fait de sa position

en milieu intertidal, sont assez mal maîtrisées. Les points de suivi temporel réalisés dans le cadre du réseau REBENT, permettront, dans quelques années, de préciser ces paramètres, mais uniquement pour le nord de la sous-région marine.

3.1.2.3. Sables fins propres (EUNIS A2.22 – 1140_3 des cahiers d'habitats pour partie)

Du fait de l'ouverture du golfe de Gascogne aux houles du large, les biocénoses de sable propre sont extrêmement bien représentées sur l'ensemble de la sous-région marine. Ces milieux dispersifs, à forte énergie hydrodynamique sont souvent relativement pauvres en espèces mais jouent un rôle essentiel en tant que nurseries de poissons plats en Bretagne Sud) ou de nourrissage des limicoles. Il s'agit de l'habitat principal de la coque *Cerastoderma edule*. Cet habitat est sensible aux pressions physiques, chimiques et biologiques diverses engendrées par les activités anthropiques. Les plages les plus exposées aux houles du large abritent, en Bretagne Sud, de fortes populations de clovisses *Donax spp.*

Cette biocénose a fait l'objet de nombreuses études dans la sous-région, certains suivis ayant été menés sur le moyen terme en Bretagne Sud, en Vendée, et à Arcachon ; cependant, aucune tendance ne semble actuellement identifiable.

3.1.3. Discussion, identification des lacunes

Les études des peuplements benthiques du médiolittoral, relativement nombreuses, permettent d'avoir une bonne vision générale des espèces présentes, de la biodiversité et parfois relativement bonne du fonctionnement écologique de ces zones. Demeurent cependant des lacunes dans la connaissance précise de la répartition des habitats et de la structure de leurs communautés ; par ailleurs, la dispersion et l'hétérogénéité des données ne permettent d'établir un bilan, quantitatif ou qualitatif, de l'état général de ces biocénoses ou de tendances évolutives à l'échelle de la sous-région.

En particulier, certains habitats sont clairement absents ou sous représentés dans les études recensées, comme les sables dunaires ou les mares permanentes de milieu meuble.

Trois biocénoses sont présentes dans la sous-région marine golfe de Gascogne (vasières littorales, sables plus ou moins envasés et sables fins propres). L'état des connaissances générales des biocénoses des fonds meubles du médiolittoral reste fragmentaire et nécessite des travaux complémentaires, à la fois au niveau spatial et sur des suivis historiques que justifie la richesse de ces peuplements. Localement, des perturbations liées aux activités anthropiques peuvent entraîner des diminutions importantes de biodiversité.

3.2. Biocénoses des fonds durs du médiolittoral

Cette partie décrit les biocénoses des fonds durs du médiolittoral : leurs caractéristiques et l'état des connaissances concernant notamment leur répartition géographique et les pressions qui s'exercent sur ces biocénoses. Seuls les blocs relativement stables et les roches, roche-mère affleurant ou roche en place, sont pris en considération, à l'exclusion des sables, vases, graviers et cailloutis (sédiments fins à grossiers, homogènes à hétérogènes). Cinq biocénoses de fonds durs

sont étudiées : roches et blocs médiolittoraux à dominance algale, roches et blocs médiolittoraux à dominance animale, cuvettes ou mares permanentes, grottes en mer à marée et champs de blocs. Les communautés calcaires du littoral ne sont pas présentes dans cette sous-région marine.

3.2.1. Roches et blocs médiolittoraux à dominance algale

Cette biocénose correspond aux biocénoses suivantes listées dans les différentes typologies existantes :

- Natura 2000 : 1170 (1170_2)
- EUNIS : A1.123 ; A1.211, 212, 213, 214, 215 ; A1.311, 312, 313, 314, 315 ; A3.21, 221
- ZNIEFF-mer : II.5.1, 5.2, 5.3, 5.4

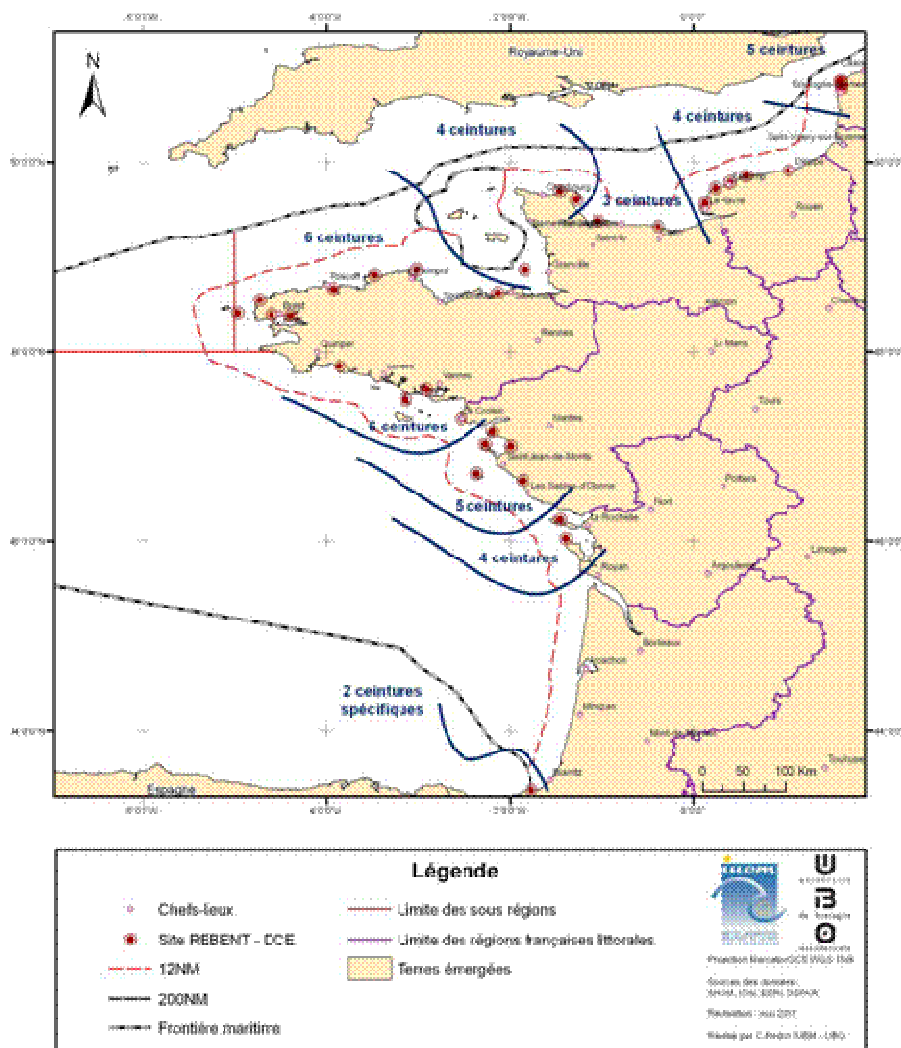


Figure 29 : Nombre de ceintures algales dans les biocénoses « roches et blocs médiolittoraux à dominante algale » en fonction des secteurs géographiques.

Lorsque les roches et blocs sont présents de haut en bas de l'estran, et que la nature de la roche et l'hydrodynamisme le permettent, on peut observer la zonation verticale suivante des ceintures (populations linéaires) de macroalgues structurantes, de haut en bas : *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum* / *F. vesiculosus*, *F. serratus* / Rhodophyceae, *Himanthalia*

elongata / *Bifurcaria bifurcata* / Rhodophyceae, *Laminaria digitata*. Le nombre de ceintures algales présentes en fonction des secteurs géographique est présenté en Figure 29.

3.2.1.1. Distribution géographique

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, cet habitat se retrouve essentiellement sur les côtes du sud de la Bretagne et tend à devenir plus clairsemé au sud de la Loire-Atlantique, puis en Vendée et en Charente-Maritime, en fonction de la géomorphologie des côtes. Il est cependant bien représenté sur les îles de Noirmoutier, Yeu, Ré et Oléron. Au-delà de l'estuaire de la Gironde, l'habitat est cantonné aux secteurs de falaises de la côte Basque.

3.2.1.2. Diversité des espèces et structure des populations

Les côtes du sud de la Bretagne présentent une diversité spécifique importante en raison de la présence de 5-6 ceintures macroalgales dans la zone de balancement des marées dont la couverture algale est importante et croît de haut en bas du médiolittoral. La structure des populations est équilibrée, le nombre d'espèces caractéristiques est élevé, les espèces opportunistes sont peu représentées de manière générale, mais leur présence peut être importante dans deux ceintures, celles à *Pelvetia canaliculata* et à *Himanthalia elongata* / *Bifurcaria bifurcaria*.

Au sud de la Loire, la diversité des espèces d'algues tend à se différencier au sud de la Vendée, mais le nombre de ceintures reste généralement identique sur les sites des îles de la Vendée, se réduisant toutefois à 2-3 ceintures pour les sites situés sur le continent. Le recouvrement algal des ceintures est important, croissant du haut au bas du médiolittoral, les espèces opportunistes sont peu représentées, à de rares exceptions.

Sur les estrans des Pertuis charentais, les ceintures à *Pelvetia canaliculata* et à *Himanthalia elongata* / *Bifurcaria bifurcata* tendent à disparaître, en raison, notamment, de la morphologie de la côte et de la topographie des sites. On dénombre toutefois 4 à 5 ceintures algales sur les sites des îles de Ré et d'Oléron. La couverture algale des ceintures est moyenne, voire faible dans la ceinture à *Fucus spiralis*. La structure des populations semble équilibrée, mais le nombre d'espèces caractéristiques reste moyen, les espèces opportunistes peu abondantes, sauf à Oléron.

Au sud de l'Aquitaine, le Pays Basque présente 35 km de linéaire rocheux. La diversité algale du site d'Abbadia est très différente de celle du reste de la sous-région. La dominance des algues rouges rapproche ces peuplements algaux de ceux du Pays Basque espagnol, les différenciant des côtes bretonnes et cantabriques caractérisées par la domination des Fucales et des Laminariales. Cependant, si la diversité algale au Pays Basque reste assez faible concernant les algues brunes dans l'intertidal, il faut cependant citer *Cystoseira tamariscifolia* qui est structurant sur le bas de l'estran. Deux ceintures spécifiques, formées majoritairement par des algues rouges, y sont présentes : la ceinture à *Corallina sp.* / *Caulacanthus ustulatus* et la ceinture à *Stypocaulon scoparium* (algue brune) / *Gelidium spp.* Le recouvrement algal est relativement élevé, le nombre d'espèces caractéristiques est important, les espèces opportunistes sont faiblement représentées.

3.2.1.3. Tendances évolutives et menaces potentielles

En Bretagne Sud, une régression moyenne de 28 % des populations de Fucales a été mise en évidence entre la fin des années 1980 et 2007 et atteint même 40%, entre 1986 et 2004, dans le secteur Quiberon-Le Croisic. Plus au sud, aucune donnée quantitative récente n'existe ou n'est accessible, mais quelques observations botaniques sur le pourtour de l'île d'Oléron sur la période 1973-2005 confirment cette tendance régressive des Fucales pour les côtes calcaires des Pertuis.

Une régression globale du couvert de la canopée et du nombre d'espèces caractéristiques, voire une modification dans la composition de ces dernières, est notable à Quiberon et au Croisic. A Quiberon, pour les ceintures à *Pelvetia canaliculata* et à *Fucus spiralis*, il s'agirait plus de l'effet de l'hydrodynamisme que d'une augmentation du nombre de patelles *Patella vulgata* qui pourraient accentuer ce phénomène par leur action de broutage.

Au Croisic, une forte diminution dans certaines ceintures entre 2007 et 2010 pourrait être due à un possible ensablement du site et à l'action abrasive du sable. Par contre, une augmentation de la couverture par les Phéophycées a été notée dans la ceinture à *Pelvetia canaliculata* durant la même période, ce qui souligne le caractère complexe et contrasté des évolutions. Quelques travaux de cartographie permettent de se faire une idée de l'évolution de la végétation sur 20 à 40 ans, mais de façon très localisée, entre Penmarc'h et Trévignon, aux Glénan, à Quiberon, à Groix et à Belle-Ile.

Pour le littoral du Sud Loire, le site de l'île d'Yeu est celui qui présente la plus grande variété d'espèces pour les macroalgues intertidales et le plus grand nombre de ceintures. La présence de l'algue *Lithophyllum tortuosum*, typiquement méridionale, a conduit à conserver le site Yeu Sud - Les Sablais pour la surveillance DCE, afin de suivre l'éventuelle remontée des espèces d'eau chaude. A Ré, des ruptures de pente sont plus ou moins colonisées par des huîtres creuses dans le médiolittoral moyen et inférieur, le site d'Oléron est soumis à des développements saisonniers d'algues vertes qui s'accumulent en haut de plage. Pour le site d'Abbadia, les principaux facteurs identifiés comme influant sur les communautés algales sont la pollution, l'exposition à la houle et les dépôts sédimentaires sableux ou sablo-vaseux.

3.2.2. Roches et blocs médiolittoraux à dominance animale

Cette biocénose correspond aux biocénoses suivantes listées dans les différentes typologies existantes :

- Natura 2000 : 1170 (1170_3)
- EUNIS (2004) : A1.111 ; A1.112 ; A1.113
- REBENT : R03
- ZNIEFF-mer : II.5.5, II.5.5.1

3.2.2.1. Description de l'habitat

Les roches et blocs médiolittoraux à dominance animale constituent un habitat de substrat dur situé sur toute la zone médiolittorale, majoritairement dans des sites exposés ou très exposés. Cet

environnement favorise l'installation de communautés animales sur la roche, dans les fissures et anfractuosités du milieu, aux dépens des communautés de macroalgues dressées, moins adaptées aux conditions difficiles du fort hydrodynamisme. Néanmoins, des espèces végétales résistantes peuvent également être présentes dans les fissures ou des cavités qui créent des microhabitats plus protégés.

La base de la biocénose est constituée par les cirripèdes (*Semibalanus balanoides*, *Chthalamus stellatus* ou *C. montagui*, etc.) accompagnés par des gastéropodes microbrouleurs (patelles, littorines et gibbules, etc.). Les différentes espèces se distribuent selon le gradient hypsométrique en plusieurs biocénoses dont la richesse spécifique augmente rapidement du haut au bas de l'estran.

Localement, des espèces grégaires suspensivores peuvent former de véritables bancs couvrant la totalité du substrat rocheux : ce sont principalement les moules (*Mytilus edulis* et *M. galloprovincialis*), et plus récemment les huîtres creuses (*Crassostrea gigas*). Les moules, qui jouent un rôle non négligeable dans les réseaux trophiques car consommées par les crabes, les poissons et certains oiseaux, sont parfois remplacées par les pouces-pieds (*Pollicipes cornucopiae* = *pollicipes*) sur les parois verticales des milieux extrêmement battus.

Cet habitat, qui présente des conditions de vie difficiles en termes de contraintes hydrodynamiques, est par contre bien oxygéné et donc rarement dégradé par la mauvaise qualité des eaux liée aux apports terrigènes, mais il est exposé aux pollutions par les hydrocarbures venant du large. Cet habitat, qui ne fait pas l'objet de mesures de protection spécifiques, présente de forts enjeux écologiques et économiques. Sa biodiversité et son fonctionnement sont menacés.

3.2.2.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les roches et blocs médiolittoraux à dominance animale sont un habitat très commun sur les côtes de Bretagne ainsi qu'au sud de la Vendée et au Pays Basque, largement dominant sur tous les secteurs rocheux intertidaux au sud du Morbihan ; il est absent des grands espaces sableux comme les Landes.

Il n'existe pas d'informations précises sur la distribution et les surfaces de l'habitat à l'échelle de la sous-région, bien que cité comme présent dans plusieurs documents d'objectifs Natura 2000, accompagnés parfois de données de superficies.

3.2.3. Cuvettes ou mares permanentes

Cette biocénose correspond aux biocénoses suivantes listées dans les différentes typologies existantes :

- Natura 2000 : 1170 (1170_8)
- ZNIEFF-Mer (1994) : II.5.7, III.9.7
- Marine Biotopes (1996) : LR Rkp (9 faciès)
- EUNIS (1999) : A1.5

3.2.3.1. Description de l'habitat et état des connaissances

Les cuvettes sont de tailles et de profondeurs très diverses, ce qui rend les limites de leur étude particulièrement difficiles à définir.

Par ailleurs, les conditions environnementales y sont très variables, en fonction de leur volume à l'émersion et de leur niveau sur l'estran, qui conditionne leur durée moyenne d'émersion. En fonction de ces caractéristiques, les paramètres environnementaux vont influencer sur la colonisation du substrat des cuvettes par les bactéries, les cyanobactéries, le microphytobenthos, puis les macroalgues et la faune associée. Il faut noter que l'étude des cuvettes n'est pertinente qu'en mode battu sur roches métamorphiques, alors que, sur les platiers calcaires, l'effet du mode d'exposition à l'hydrodynamisme sur le développement des cuvettes est moins marqué.

On peut distinguer trois types théoriques pour les cuvettes présentes sur le littoral Manche-Atlantique : les cuvettes profondes de bas niveau, les cuvettes intermédiaires du milieu de l'estran et celles de faible taille des hauts niveaux.

Les cuvettes constituent, en mode exposé, des zones refuges pour la végétation et la faune et la persistance d'eau de mer y autorise la remontée de diverses espèces à des niveaux plus élevés que celui de leur biotope (algues rouges sciaphiles, Corallinaceae, *Bifurcaria*, Laminariales). Elles sont souvent tapissées de corallinacées encroûtantes (*Lithophyllum* spp. ou *Mesophyllum lichenoides*), y compris au-dessus du niveau de la mi-marée, tandis que les thalles dressés des corallines investissent plutôt les fissures et les cassures, accompagnées en cela par d'autres rhodophycées et divers mollusques (*Littorina*, *Gibbula*, *Osilinus*, *Nucella*). Dans les hauts niveaux prospèrent des algues vertes euryèces (*Enteromorpha* spp.), du microphytobenthos (diatomées épilithes et épiphytes) et des cyanobactéries. Dans les niveaux intermédiaires, les Chlorophyceae et d'autres macroalgues (*Scytosiphon* par exemple) se retrouvent couramment sur les coquilles de patelles plus ou moins inféodées aux cuvettes. On y rencontre aussi des anémones de mer, des isopodes, des amphipodes et, en allant vers les bas niveaux, des poissons (*Blennius* par exemple). Les cuvettes les plus basses et les plus profondes présentent un étagement de Laminariales (*L. digitata*, *L. hyperborea*, *Saccharina latissima*, *Saccorhiza polyschides*, *Alaria esculenta* en mode battu), de dictyotales sur le fond, puis de Fucales (*Himanthalia*, Fucaceae, Sargassaceae) en haut et sur leur pourtour.

3.2.3.2. Tendances évolutives et menaces potentielles

Ces milieux relativement fermés à basse mer, n'échappent pas au phénomène d'eutrophisation et il est possible d'assister à la prolifération d'algues vertes et d'ectocarpales. Par endroit, la prolifération d'espèces introduites anciennement (comme la forme *Falkenbergia* d'*Asparagopsis armata*) ou plus récemment (*Sargassum muticum* et *Grateloupia turuturu*) ou encore *Undaria pinnatifida* échappée des sites de culture peut induire, par compétition, une baisse de la diversité des rhodophycées. Il n'existe par ailleurs que quelques travaux parcellaires anciens sur la diversité et la répartition des espèces animales et végétales à des niveaux géographiques locaux, sectoriels ou à plus grande échelle.

3.2.4. Grottes en mer à marée

Cette biocénose correspond aux biocénoses suivantes listées dans les différentes typologies existantes :

- Natura 2000 : 8330_1
- EUNIS : A1.44

3.2.4.1. Description de l'habitat

Les grottes marines médiolittorales sont présentes dans les anfractuosités de grande taille des falaises rocheuses de toute nature, leur ouverture émerge à basse mer plus ou moins haut sur l'estran. Le fond de la grotte est constitué de grandes cuvettes ou de roche émergée. La quasi-absence de lumière, conjuguée à l'atténuation des conditions hydrodynamiques, et la relative stabilité de la température permettent la remontée de tout un cortège d'espèces sciaphiles des étages inférieurs. On peut observer un gradient d'atténuation de la variabilité des facteurs écologiques cités ci-dessus, de l'ouverture vers le fond, atténuant la zonation caractéristique des milieux rocheux. Il faut noter qu'on regroupe souvent sous cet habitat générique les surplombs rocheux, dessous de blocs de grande taille, eux aussi à l'abri de la lumière directe.

Les espèces indicatrices de cet habitat sont essentiellement les algues rouges *Catenella caespitosa* et *Hildenbrandia rubra* à l'ouverture. Les surplombs et les parties inférieures des grottes sont richement colonisés par une faune et une flore très originales en intertidal, car composées d'espèces de niveaux inférieurs, dont les plus remarquables sont principalement :

- des algues rouges sciaphiles : *Lomentaria articulata*, *Plumaria plumosa*, *Membranoptera alata*, etc.
- des cnidaires : *Actinothoe sphyrodeta*, *Balanophyllia regia*, *Caryophyllia smithii*, *Corynactis viridis*, *Sagartia troglodytes*, etc.
- des éponges : *Aplysilla rosea*, *Aplysilla aurea*, *Hymeniacidon sanguinea*, *Leucosolenia variabilis*, *Pachymatisma johnstonia*.

A ces espèces caractéristiques peuvent venir se rajouter toute espèce de l'infralittoral proche tels mollusques, poissons, annélides, etc.

3.2.4.2. Etat des connaissances et suivi dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Malgré sa fragilité et son intérêt patrimonial majeur, la dynamique et le fonctionnement écologique de cet habitat sont extrêmement peu étudiés, même s'ils sont utilisés pour leur valeur pédagogique dans la formation des étudiants en biologie marine.

Bien que la côte sud du Finistère, celle des îles du Morbihan ou du littoral charentais, depuis la pointe du Chay à l'estuaire de Gironde, abritent bon nombre de grottes intertidales, il n'a pas été possible d'identifier de publication y faisant référence dans la sous-région, ce qui indique un manque important de données.

3.2.5. Champs de blocs

Cette biocénose correspond aux biocénoses suivantes listées dans les différentes typologies existantes :

- Natura 2000 : 1170 (1170_9)
- EUNIS (2004) : A1.2142
- REBENT : P14

3.2.5.1. Description de l'habitat

La biocénose « champs de blocs », habitat intertidal le plus diversifié, couvre les zones de blocs des plus bas niveaux de l'estran découvrant aux basses mers, accessibles à pied lors de coefficients de marée supérieurs ou égaux à 95, et se situant à la limite entre le bas du médiolittoral et le haut de l'infralittoral. Du haut en bas de l'estran, le champs de blocs commence par la partie basse de la ceinture à *Fucus serratus* puis se poursuit par le niveau à *Bifurcaria bifurcata* et *Himanthalia elongata* et un ensemble d'algues rouges en mélange souvent dominé par le genre *Mastocarpus*. Encore plus bas, cet habitat peut présenter les premières laminaires (*Laminaria digitata*), espèces qui se développent principalement dans l'infralittoral médian et inférieur. Trois grandes catégories de champs de blocs sont distinguées : les blocs sur sédiments, les blocs sur roche en place et les blocs sur blocs. La biodiversité maximale est atteinte avec la catégorie blocs sur blocs - plusieurs couches de blocs les uns sur les autres - en raison du nombre élevé de microhabitats présents qui offrent des conditions environnementales très favorables à l'installation d'une faune très diversifiée, parfois inhabituelle pour le niveau auquel se trouve cet habitat, en particulier liée à la grande diversité de faune fixée sur les faces inférieures des blocs (spongiaires, ascidies, bryozoaires, actiniaires). Il offre ainsi un abri et une protection contre les grands prédateurs comme oiseaux, grands poissons et crustacés et les facteurs contraignants tels que les variations d'hygrométrie, température, salinité, etc. Les blocs les plus petits (quelques décimètres cubes) seront parfois retournés et déplacés par les fortes houles et courants, particulièrement en milieu exposé. Le retournement des blocs de taille moyenne (dus à des événements tempétueux exceptionnels ou au ramassage pour la consommation humaine) susceptibles d'abriter une faune intéressante pour la consommation humaine (étrilles, crabes dormeurs, ormeaux, loches) induit la mortalité de la faune et la flore fixées sur le dessus et le dessous et permet le développement d'espèces opportunistes telles que les algues vertes.

3.2.5.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Les champs de blocs constituent un habitat fréquent et diversifié, présent le long des côtes de Bretagne ainsi qu'au sud de la Vendée et au Pays Basque, mais il est absent des grands espaces sableux tels que la côte des Landes. Il n'existe pas, en revanche, d'informations précises sur sa distribution, à l'exception de quelques documents d'objectifs disponibles et de cartographies Natura 2000 antérieures à 2008.

Les biocénoses des champs de blocs intertidaux font depuis quelques années l'objet d'une attention particulière et d'un certain nombre de mesures qui doivent permettre de mieux évaluer l'impact de la pêche, notamment de la pêche à pied récréative. Le programme national sur la diversité biologique a permis d'élaborer un premier indice de qualité des champs de blocs et

diverses initiatives régionales ou locales ont pour objet l'étude de la fréquentation de ces zones, ou le suivi écologique des champs.

Cinq biocénoses de fonds durs sont présentes dans la sous-région marine golfe de Gascogne : roches et blocs médiolittoraux à dominance algale, roches et blocs médiolittoraux à dominance animale, cuvettes ou mares permanentes, grottes en mer à marée, champs de blocs. La connaissance de ces biocénoses présente de nombreuses lacunes à l'échelle de la sous-région marine. Ainsi, la cartographie des peuplements algaux reste incomplète ou en cours de réalisation, notamment à partir du Sud Loire vers le Pays Basque. Au niveau des roches et blocs à dominance algale, les sites DCE y sont en nombre limité pour l'EQ « macroalgues intertidales », sauf en Sud Loire, et l'on note l'absence de suivi REBENT spécifique au-delà de la Bretagne. Les études sur les biocénoses sont très parcellaires, qu'il s'agisse de l'étude de la faune ou des interactions entre organismes, hormis quelques études ponctuelles ou en cours. Les connaissances sur la diversité des espèces animales et végétales, la structuration des peuplements macroalgaux et des biocénoses associées au niveau des cuvettes sont pratiquement inexistantes sur l'ensemble du golfe, rares pour les champs de blocs, nulles pour les grottes à marée. Enfin, il faut signaler la disparité des protocoles d'échantillonnage et la rareté des approches globales, floristiques et faunistiques, des biocénoses.

3.3. Habitats particuliers du médiolittoral

Les habitats particuliers du médiolittoral traités ici sont des habitats biogéniques formés par des espèces ingénieurs, animales et végétales, qui créent un biotope différent des habitats d'origine sur lesquels elles se fixent. Ce sont des espèces grégaires constituant des populations denses, formant des bancs, des champs, des prairies, des récifs. Par leur forte densité et la structuration de l'espace qui en découle, elles constituent des environnements propices à l'installation de nombreuses espèces qui ne seraient pas toutes présentes à ces niveaux sans ces faciès particuliers.

3.3.1. Bancs intertidaux de *Mytilus edulis* sur les sédiments mixtes et sableux

3.3.1.1. Caractéristiques de l'habitat

Les bancs de la moule *Mytilus edulis* sont composés de strates de moules vivantes et mortes fixées sur un substrat meuble. Les individus et les coquilles sont liés entre eux par le byssus sécrété formant un maillage serré qui agglomère également des débris coquilliers, grains de sable et particules organiques.

Cet habitat, sensible à l'érosion par l'hydrodynamisme, est présent dans les zones abritées sableuses et les étangs lagunaires, certains estrans des rias et des fjords, au niveau du médiolittoral moyen et inférieur. Une fois bien établis, les bancs de *Mytilus edulis* deviennent alors un frein à l'érosion et jouent un rôle important dans la dynamique des sédiments côtiers. L'ensemble constitue un habitat pour de nombreuses espèces, des supports pour la faune sessile et une source de nourriture pour de nombreux oiseaux, en particulier les huîtres pie.

M. edulis est reconnue pour être tolérante à un grand nombre de variables environnementales comme la salinité, l'oxygène, la température et la dessiccation. Elle est capable de répondre à des grandes fluctuations qualitatives et quantitatives de nutriments, mais n'est pas toujours tolérante aux particules chimiques d'origine anthropique. Les bancs sont également sensibles à la prédation par les oiseaux et à l'érosion occasionnée par les tempêtes. Des bancs sont présents des eaux circumpolaires boréales et tempérées des hémisphères sud et nord, s'étendant dans l'Atlantique Nord-Est de l'Arctique à la Méditerranée.

3.3.1.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Si les bancs de *Mytilus edulis* ont été bien étudiés et cartographiés aux Pays-Bas, dans la mer des Wadden où l'habitat est très présent, ce n'est pas le cas en France. Pour la sous-région, très peu d'informations concernant la distribution de cet habitat existent, même si un banc de moules sur sédiment vaseux a été cartographié au niveau du Croisic. Il reste toutefois à confirmer que ce banc constitue bien un habitat selon la définition donnée par la commission OSPAR et si oui prévoir un suivi de sa dynamique. L'absence de cet habitat devrait être confirmée par une prospection ciblée, tout en soulignant que le développement actuel de bouchots dans de nouveaux secteurs pourrait à terme induire la formation de bancs sauvages dans quelques baies abritées.

3.3.2. Herbiers à *Zostera noltii*

3.3.2.1. Caractéristiques de l'habitat

Le long des côtes Manche-Atlantique, la zostère marine (*Zostera marina*) et la zostère naine (*Zostera noltii*) sont les seules angiospermes qui vivent en milieu marin, l'espèce *Ruppia maritima* ne se développant qu'en milieu saumâtre, dans les étangs arrière dunaires ou les lagunes. *Z. marina* se développe dans les sédiments de la zone infralittorale, depuis la frange émergente aux basses mers de grands coefficients jusqu'à 3 - 4 m de profondeur (exceptionnellement 10 m dans les eaux claires des milieux insulaires). Sur le gradient hypsométrique, il peut y avoir continuité mais il n'y a pas de véritable recouvrement avec les herbiers de zostères naines excepté quand les *Z. marina* s'implantent dans les cuvettes ou sur des vasières sur lesquelles se maintient une fine pellicule d'eau pendant la basse mer.

Ces herbiers ont un rôle écologique important. Ce sont des espèces structurantes qui constituent un biotope abritant de nombreuses espèces absentes des sédiments proches non végétalisés. Ce sont des zones de forte production primaire qui ont un rôle fonctionnel important dans la zone intertidale. Les feuilles de zostères sont consommées par plusieurs espèces d'oiseaux hivernants comme les bernaches cravant et certains canards.

Zostera noltii est de manière générale moins sensible que *Zostera marina* aux facteurs environnementaux, mais, tout comme *Z. marina*, elle supporte mal les changements rapides et prolongés des conditions hydrologiques et sédimentaires et du taux de sels nutritifs dans l'eau. De même *Z. noltii* est sensible au piétinement et aux passages d'engins en particulier dans les secteurs de vase molle. Si elle supporte relativement bien les eaux turbides, une hypersédimentation leur est particulièrement néfaste.

Les surfaces occupées présentent une grande variabilité interannuelle en fonction de l'intensité du broutage par les oiseaux hivernants et de l'érosion liée à la fréquentation humaine ou occasionnée par les tempêtes.

Z. noltii est présente du sud de la Norvège au nord de la Mauritanie et, en France, du Cotentin à la frontière espagnole. L'absence d'herbiers au-delà de ces limites s'explique principalement par le manque de sites favorables. Par ailleurs, leur implantation n'est pas systématique dans les milieux qui leur sont favorables, sans qu'il y ait d'explication argumentée à cette distribution fragmentée le long du littoral.

La DCE a retenu les herbiers comme habitat devant être considéré pour évaluer la qualité des masses d'eau (indicateur « angiosperme ») et ils sont également répertoriés par la convention OSPAR parmi la liste des espèces et habitats menacés et/ou en déclin.

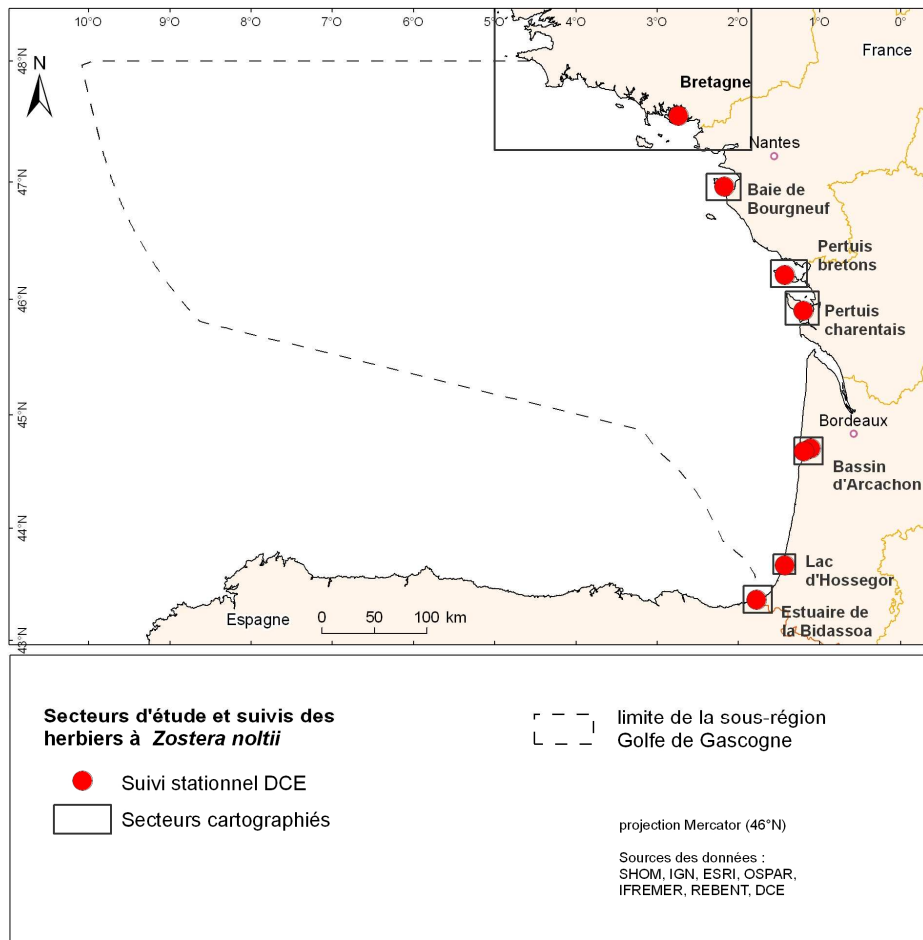
3.3.2.2. Etat des connaissances et suivis dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les herbiers de *Zostera* ont été bien étudiés ces dernières années, leur cartographie à partir des photos aériennes et souvent de validations de terrain ayant permis d'en évaluer les superficies. La définition de l'indicateur DCE « angiospermes » sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique a donné lieu à une synthèse récente des données existantes sur les herbiers de la sous-région.

Dans le bassin d'Arcachon, les herbiers de *Z. noltii* et les biocénoses associées ont été décrits dès 1991 et, en Bretagne, un premier inventaire des herbiers de zostères a initié une dynamique pour une meilleure connaissance de ces habitats abritant une forte biodiversité. L'étude des herbiers a été poursuivie de façon plus pérenne dans le cadre du réseau benthique REBENT au début des années 2000, donnant lieu à la production d'un atlas cartographiant les sites de localisation en Bretagne. Par ailleurs, les herbiers du littoral Manche Atlantique français ont été décrits dans leur contexte ouest-européen dans un ouvrage de synthèse sur les herbiers dans le monde.

Dans la sous-région, *Z. noltii* est très présente des côtes du Finistère Sud à la frontière espagnole où elle forme localement de vastes herbiers notamment au niveau du golfe du Morbihan avec 723 ha (période 2002-2005) et 4 569 ha pour Arcachon, premier herbier français en terme de superficie, mais qui a régressé de 33 % en 20 ans. Cet habitat est également présent en baie de Bourgneuf avec une superficie 586 ha en 2005, qui a quasiment triplé depuis 1991. Les herbiers des Pertuis charentais, de l'île de Ré (410 ha) et d'Oléron (1 500 ha), ont été également étudiés, notamment dans le cadre des travaux de la DCE. Des herbiers à *Zostera noltii* de faible superficie, 0,46 ha en 2008, ont été également cartographiés au niveau du lac d'Hossegor. En limite Sud de la sous-région, un herbier de 12 ha est rencontré dans la baie de Txingudi au niveau de l'estuaire de la Bidassoa, où elle est plus abondante sur la rive d'Hendaye et est considérée comme disparue du côté d'Irun.

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, 8 points de suivis DCE concernent les herbiers de *Z. noltii* dans les masses d'eau où ils constituent des surfaces importantes (Figure 30) mais le suivi des caractéristiques de la macrofaune endogée de la biocénose associée aux herbiers à *Z. noltii* n'y est pas systématiquement mené comme c'est le cas pour ceux à *Z. marina* dans le cadre du REBENT Bretagne.

Figure 30 : Secteurs d'étude et suivis des herbiers à *Zostera noltii*.

L'étude des biocénoses associées a été menée en particulier dans le bassin d'Arcachon, mais il y a un manque certain de connaissances sur la biocénose associée à l'échelle de la sous-région. Sans disposer d'estimations précises à l'échelle de cette sous-région il peut cependant être avancé qu'il n'y a pas de tendance générale des herbiers de *Z. noltii* de la sous-région marine golfe de Gascogne, certains sites semblant stables, d'autres en extension, la seule forte régression semblant cependant être dans le bassin d'Arcachon. C'est dans ce site que des projets de recherche intégrée sont menés pour comprendre les réseaux d'interactions qui conduisent aux régressions constatées. Enfin, il n'y a pas de certitude sur l'absence de cet habitat en dehors des grands secteurs inventoriés, même si certaines zones telles que le linéaire côtier compris entre l'île d'Yeu et l'île de Ré ainsi que la côte des Landes sont peu favorables à l'installation de l'habitat. Néanmoins, il n'est pas improbable que de nouveaux herbiers puissent se rencontrer ponctuellement dans quelques secteurs lagunaires ou abrités.

3.3.3. Les récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*)

Les récifs d'hermelles font partie de la déclinaison française de l'habitat 1170 « Récifs, habitat naturel d'intérêt communautaire » listé dans l'annexe I de la DHFF, dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Les études portant spécifiquement sur les hermelles en France sont peu nombreuses.

3.3.3.1. Caractéristiques de l'habitat

Les récifs d'hermelles sont constitués par le ver annélide polychète *Sabellaria alveolata* qui vit dans un tube construit à partir de sable et de fragments coquilliers fortement cimentés. Cette espèce grégaire se regroupe en colonies dont la densité peut atteindre 15 000 à 60 000 individus par m², pouvant conduire à la création de véritables récifs. C'est une espèce ingénieur dont les bioconstructions se présentent sous deux formes : les placages adossés à la roche, et les récifs sur fond meuble. Ces structures récifales, qui, contrairement aux placages, sont rares, peuvent dépasser le mètre de hauteur et s'étendre sur des centaines d'hectares. Ils se développent dans l'étagement médiolittoral, en dessous de la mi-marée, dans des secteurs de mer ouverte mais avec une préférence pour le mode calme. Si cette espèce est euryhaline, elle est en revanche sensible aux fortes gelées hivernales aux basses mers.

Les récifs d'hermelles se rencontrent de la mer de Bristol jusqu'aux côtes marocaines. Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les sites remarquables sont situés en baie de Bourgneuf et au sud de l'île de Noirmoutier.

L'assemblage spécifique associé aux zones récifales est riche et diversifié. Son originalité est de regrouper des espèces caractéristiques à la fois des fonds meubles (comme les sipunculien *Golfingia vulgare* et *G. elongata* et les bivalves *Petricola lithophaga*) et des fonds durs (l'annélide *Eulalia viridis*, le crabe *Pilumnus hirtellus*). Les récifs sont des zones de fixation pour les naissains de moules et d'huîtres et peuvent héberger de l'ordre de 150 à 200 espèces. La richesse spécifique en espèces commerciales (huîtres, moules, crabes, crevettes et poissons) est forte, et contraste avec les communautés des fonds meubles environnants. L'hermelle est une espèce suspensivore, qui est associée à d'autres espèces filtreuses hébergées par les récifs, lesquelles jouent ainsi un rôle de filtre biologique. Les gamètes, les larves ainsi que les individus de *S. alveolata* constituent des sources de nourriture pour les bivalves et les poissons.

3.3.3.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Dans la sous-région, plusieurs formations récifales sont localisées et ont fait l'objet de nombreux travaux en baie de Bourgneuf ainsi qu'au sud de l'île de Noirmoutier, à La Barbâtre, où se trouve un récif important. Pour les récifs sur roches, les sites présentant des placages importants sont les baies de Douarnenez et de Ploemeur près de Lorient, la zone comprise entre le Croisic et le Pouliguen ainsi que la baie de Noirmoutier.

Plus au sud, les connaissances sont plus vagues mais leur présence est certaine, ainsi des données récentes citent la présence de massifs dans le secteur de Marennes-Oléron. Dans le sud de Noirmoutier, au nord de Fromentine, ils sont présents depuis plusieurs dizaines d'années. La superficie occupée par les formations récifales au niveau de La Barbâtre a été multipliée par 3 entre 1984 et 2002.

L'état de santé des principales formations récifales présentes en baie de Bourgneuf a également été étudié, d'où il ressort que le récif situé à la sortie nord de Fromentine est dans un état satisfaisant. La connaissance reste cependant lacunaire sur la place du récif au sein du réseau trophique ainsi que sur la compétition entre *S. alveolata*, les moules et les balanes permettant de comprendre les mécanismes d'implantation des hermelles en zone intertidale.

Trois habitats particuliers de l'étage médiolittoral sont identifiés dans cette sous-région marine : les bancs intertidaux de moules, les herbiers de *Zostera noltii* et *Zostera marina* et les récifs d'hermelles. Si la connaissance des deux premiers est jugée satisfaisante à bonne, celle des récifs d'hermelles l'est beaucoup moins et nécessitera des investigations complémentaires. Des travaux spécifiques seront toutefois à engager pour compléter l'état de la connaissance sur la biologie, la répartition et l'évolution de ces trois habitats particuliers soumis à réglementation européenne (DCE, DHFF) ou pris en compte par des conventions (OSPAR).

4. Biocénoses de l'infralittoral

Le domaine infralittoral se trouve dans le prolongement de l'étage médiolittoral, soit de la limite inférieure de basse mer jusqu'à la limite avec le circalittoral, définie par la disparition de la lumière à 99 % par rapport à la lumière reçue en surface (Figure 20).

4.1. Biocénoses des fonds meubles de l'infralittoral

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 par le biais de la présence de zones rocheuses qui réduisent les courants de marées permettant une sédimentation des particules fines, surtout à proximité des estuaires. Les fonds meubles de milieu ouvert sont sous l'influence des 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 sensibles à l'abrasion. En effet la déstructuration des sédiments dégrade les communautés benthiques en faisant disparaître certaines espèces de grande taille, entraînant baisse de diversité, altération du fonctionnement écologique et des flux de matière entre le fond et la colonne d'eau. Les biocénoses dont il sera fait référence ici concernent les sédiments infralittoraux et apparaissent 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 françaises de la Manche et de l'Atlantique.

4.1.1. Connaissances et données disponibles

Les données recueillies pour élaborer ce chapitre proviennent de différentes sources :

- la base de données RESOMAR,
- les documents mis en ligne du Réseau Benthique REBENT, qui permettent également d'accéder aux travaux réalisés pour la mise en œuvre de la DCE,
- les documents d'objectifs (DocOBs) Natura 2000,
- d'autres données provenant soit d'informations 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 (cf. tableau 2 des annexes de la contribution thématique associée). Afin de distinguer les données « anciennes » des données « récentes », les données datant du XX^{ème} siècle de celles datant des dix dernières années ont été séparées.

4.1.1.1. Données anciennes – XX^{ème} siècle (avant 2001)

Entrent notamment sous cette rubrique les travaux suivants, selon des durées et un nombre de stations variables selon les sites :

- des études et travaux en baies de Concarneau, Lorient et Quiberon et de Vilaine, ainsi que dans le golfe du Morbihan,
- une campagne visant à inventorier les espèces de la macrofaune benthique des Pertuis charentais,
- l'étude biosédimentaire réalisée au large de l'embouchure de la Gironde,
- de nombreux travaux menés sur le bassin d'Arcachon.

4.1.1.2. Données récentes – XXI^{ème} siècle (après 2001)

Dans le nord de la sous-région, les travaux du REBENT et de la mise en œuvre de la DCE portent sur les baies d'Audierne, de Concarneau, de Lorient, de Quiberon et de Vilaine, ainsi que sur l'archipel des Glénan, particulièrement bien étudié ; au large de la baie de Vilaine, des travaux ont été récemment engagés sur le plateau du Four. En face de l'embouchure de la Loire, une liste importante de biocénoses fait l'objet d'un suivi pour mesurer l'impact de l'immersion de déblais de dragage. En dehors d'une campagne dans les Pertuis en 2007, quelques sites de Vendée et de Charente-Maritime font l'objet de suivis, en particulier dans le cadre de la DCE. Le bassin d'Arcachon a été particulièrement bien étudié depuis 1973 et une campagne menée de 2006 à 2008 a également porté sur des stations des côtes landaise et basque ainsi que du lac d'Hossegor.

4.1.2. Synthèse par biocénose

4.1.2.1. Sables grossiers et graviers (EUNIS A5.1 et 1110_3 et 1110_4 des cahiers d'habitats)

L'habitat se caractérise par des sédiments grossiers mobiles (de 500 µm à 1 mm) qui peuvent couvrir de grandes surfaces, la fraction de coquilles mortes pouvant représenter une part importante du sédiment. La structuration des peuplements dépend essentiellement de la taille des particules sédimentaires et de l'hydrodynamisme ambiant. Pour l'essentiel, ce sont des milieux ouverts dans lesquels 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 *Spisula spp*, ainsi que le céphalochordé *Branchiostoma lanceolata* sont caractéristiques de cet habitat. La richesse spécifique y est moyenne mais il se caractérise par des populations d'invertébrés abondantes, jouant alors un rôle fonctionnel important en tant que nourricerie de poissons plats 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, mais il fait l'objet d'extraction pour différents usages, ce qui peut avoir un fort impact sur les communautés présentes.

Les sables grossiers sont plutôt présents dans le sud de la sous-région marine. Ils ont fait l'objet de suivis essentiellement 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 de tirer des conclusions sur d'éventuelles tendances évolutives. En tout état de cause il existe un réel besoin d'approfondissement de connaissances sur le rôle fonctionnel de cet habitat et de résilience de sa communauté.

4.1.2.2. Sables fins à moyens (EUNIS A5.2 et 1110_1 et 1110_2 des cahiers d'habitats)

Il s'agit en fait de prolongements sous marins des plages intertidales constituées par des sables fins (100-200 μm) qui peuvent constituer un substrat très compact. Localement, 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.

Les biocénoses de sables fins se caractérisent par les espèces de bivalves tels que les tellines, *Donax spp.* et *Abra alba* ou la mactre coralline, *Mactra 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 les poissons plats, les mullets et bars, ce qui souligne le rôle fonctionnel essentiel de nourricerie 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 générée par les apports terrigènes d'azote en excès. Cet habitat est également sensible à l'extraction sédimentaire, pour les fractions les plus grossières du sédiment, et à l'abrasion des fonds.

Du fait de son exposition aux grandes houles d'ouest, cet habitat est extrêmement commun dans la sous-région et a fait l'objet de nombreuses investigations, ce qui fait qu'il est probablement celui qui est le mieux maîtrisé à cette échelle. Plus récemment, le développement de séries dédiées à la DCE a permis d'y mener des observations pérennes. Il manque néanmoins des séries à long terme menées telles que celles qui le sont sur les Pierres Noires, en baie de Morlaix. De telles séries permettent d'appréhender la variabilité temporelle naturelle des communautés et d'améliorer la compréhension de la dynamique des peuplements benthiques.

4.1.2.3. Vases et vases sableuses (EUNIS A5.3 & A5.7 et 1160_1 des cahiers d'habitats)

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 et par la capacité de la faune à descendre en profondeur dans le sédiment. Ces vases se caractérisent par l'abondance des peuplements de polychètes maldanidés, ampharétidés, voire d'un amphipode ultra-dominant (*Haploops spp.*), 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 dont les raies.

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 dès lors être directement impacté et ses communautés s'en trouver dégradées entraînant une baisse de la diversité et la dominance d'espèces opportunistes.

Cet habitat est très commun dans la partie nord de la sous-région marine golfe de Gascogne, où il couvre des surfaces très importantes dans le golfe du Morbihan, en baie de Vilaine et dans les Pertuis. Il a largement été investigué 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 datant du siècle dernier, il est impossible de dégager des tendances évolutives le concernant.

4.1.2.4. Sédiments hétérogènes (EUNIS A5.4 et 1160_2 des cahiers d'habitats)

Cet habitat se caractérise par la coexistence de trois fractions sédimentaires - vase, sables et graviers - en proportion significative et est structuré par des conditions hydrodynamiques contraires, ou qui s'alternent saisonnièrement ; 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 mollusques. Les espèces caractéristiques de cette biocénose 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*, etc.). La richesse spécifique est très élevée et les biomasses sont fortes. Ces communautés constituent des sources alimentaires pour des crustacés et des poissons; 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 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, il est également très sensible, en période estivale, à l'eutrophisation qui dégrade sévèrement structure et fonction des communautés. En outre, cet habitat est particulièrement sensible à l'abrasion qui dégrade la structure sédimentaire de l'habitat et la biodiversité associée. Enfin cet habitat est très propice à l'installation de la crépidule, qui peut postérieurement y proliférer.

Cet habitat est relativement peu représenté dans la sous-région marine golfe de Gascogne, hormis dans les grandes baies semi abritées du Sud Bretagne comme la baie de Concarneau, le golfe du Morbihan et la baie de Vilaine et dans le bassin d'Arcachon. Les données disponibles ne permettent pas pour l'instant de dégager de tendances évolutives. Cet habitat est important en termes de biodiversité, de fonctionnement des écosystèmes, et de potentiel intégrateur des épisodes d'eutrophisation. Certaines recherches récentes indiquent que la récupération fonctionnelle se produit plus rapidement que la récupération de la composition des communautés.

4.1.3. Discussion, identification des lacunes

Les études des biocénoses des fonds meubles, relativement nombreuses mais pour certaines anciennes, permettent d'avoir une vision générale des espèces présentes, de la biodiversité et parfois du fonctionnement écologique. Malgré des études identifiées provenant de l'ensemble de la côte, des lacunes demeurent dans la connaissance précise de la répartition des habitats et de la

structure de leur communautés, certains habitats étant absents ou sous représentés. En particulier, les zones géographiques sur lesquelles il n'y a aucune donnée quantitative récemment acquises sont nombreuses. Par ailleurs, en raison de l'hétérogénéité des techniques employées et de la dispersion des données, il est difficile d'établir un bilan de l'état général de ces biocénoses ou de tendances évolutives à l'échelle de la sous-région.

De nombreuses bases de données et études renseignent sur les biocénoses des fonds meubles de l'infralittoral, dont les habitats peuvent être schématiquement classés en trois catégories selon le degré de finesse du sédiment (graviers, sables, vases). Dominées par des mollusques bivalves et des crustacés amphipodes, ces biocénoses présentent parfois des richesses spécifiques importantes et ont souvent un rôle fonctionnel majeur (nourricerie), qui pourrait être mis en péril par des activités humaines si le seuil de résilience du milieu était dépassé. Des données plus homogènes et mieux réparties sur la sous-région, ainsi que des séries à long terme, constitueraient un progrès vers une connaissance plus détaillée.

4.2. Biocénoses des fonds durs de l'infralittoral

Les biocénoses des fonds subtidaux rocheux sont réparties au sein de deux étages (cf. annexe 1 de la contribution thématique associée):

- l'étage infralittoral, caractérisé par les algues photophiles (laminaires, cystoseires, etc.) et qui dépasse -30 m C.M. (Côte Marine). En mer d'Iroise, il peut être limité à quelques mètres ou disparaître totalement dans les eaux les plus turbides ;
- l'étage circalittoral est marqué par la disparition des algues photophiles et un développement des espèces animales.

La sous-région marine golfe de Gascogne se caractérise principalement par un régime de marée de type macrotidal (> 4 m) avec des courants de marée plus faible qu'en Manche à l'exception de quelques zones particulières (voir thématique « Courantologie »). La partie sud de la sous-région (d'Arcachon à Hendaye) présente un marnage mésotidal (< à 4 m) avec de faibles courants de marées.

Le brassage modéré des eaux du large permet la mise en place d'une thermocline estivale, constituant des eaux stratifiées, phénomène pas ou peu observé pour les eaux plus littorales soumises aux courants de marée. Trois grands fleuves Loire, Gironde et Adour apportent aux eaux côtières des panaches de dessalure dont les extensions sont gouvernées par les vents dominants (voir thématique « Climatologie marine »).

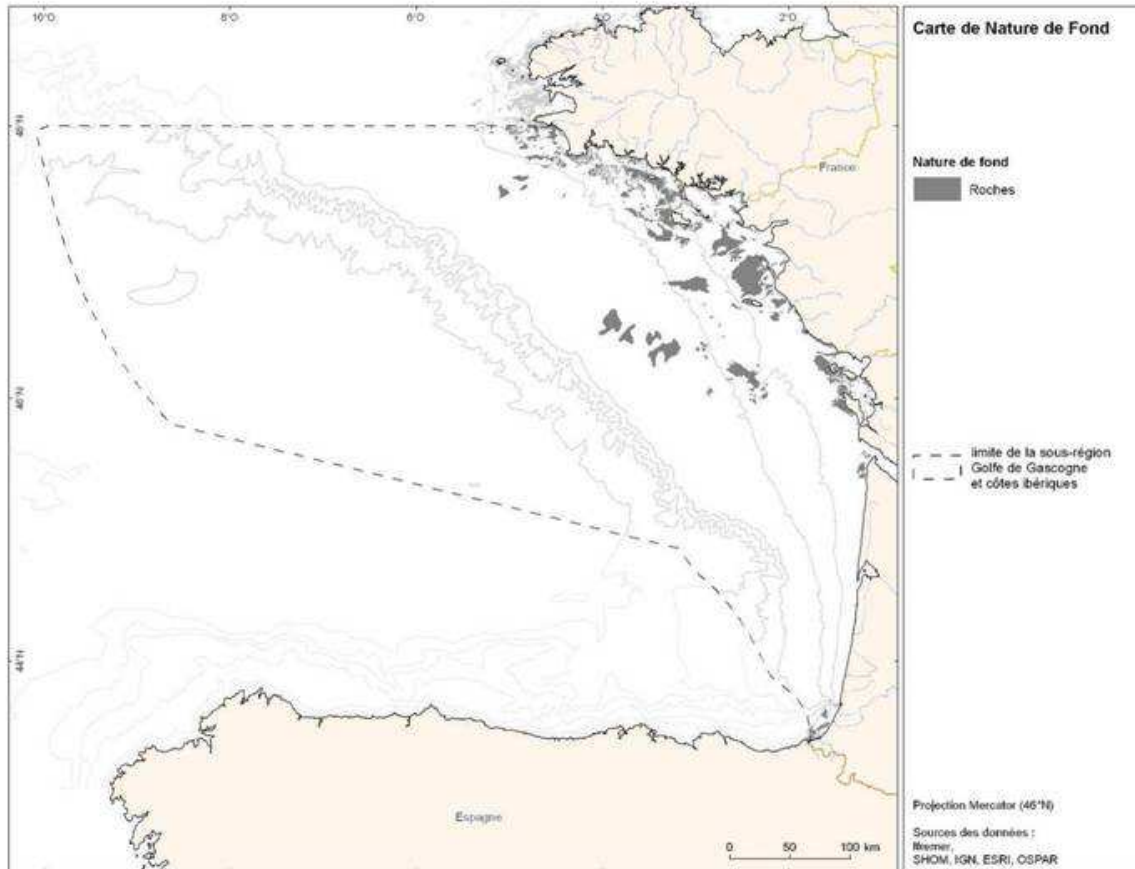


Figure 31 : Carte des fonds rocheux de la sous-région marine golfe de Gascogne.

Depuis les côtes granitiques de Bretagne jusqu'aux côtes calcaires des Pertuis charentais s'égrène un archipel d'îles et îlots favorables à l'installation d'espèces algales. Dans la partie sud de cette sous-région, faisant suite à 200 km de côte sableuse (Figure 31), les côtes rocheuses du Pays basque se démarquent de part des eaux de température plus élevée favorisant ainsi l'installation d'espèces d'affinité méridionale, un hydrodynamisme marqué par des houles importantes (en moyenne période de 10 s et hauteur significative de 2 m) et une dessalure régulière liée au couplage entre une forte pluviométrie et un réseau hydrographique dense.

L'acquisition de connaissance sur le domaine subtidal rocheux est complexe et coûteuse. Cette synthèse est réalisée à partir de données ponctuelles collectées sur des sites répartis de manière plus ou moins homogène. Il faut également noter que certaines données, par manque de temps et donc de moyen, sont en attente de mise en base de données, et n'ont donc pu être exploitées dans le cadre de cette synthèse.

Les biocénoses de l'infralittoral correspondent aux habitats élémentaires 1170-9 « champs de blocs », 1170-5, 1170-6 et 1170-7 qui justifient la désignation de sites Natura 2000.

4.2.1. Roches et blocs de la frange infralittorale supérieure

Dans sa partie inférieure, la biocénose des estrans rocheux d'exposition modérée présente couramment un ensemble à *Himantalia elongata*, *Fucus serratus*, *Corallina officinalis*, *Palmaria palmata*, *Mastocarpus stellatus* et *Osmundea pinnatifida*.

Sur les estrans soumis à un fort hydrodynamisme (A1.1 de la typologie EUNIS), différents assemblages peuvent être représentés. Sur les estrans particulièrement exposés, l'association des moules, *Mytilus edulis* et balanes avec quelques algues rouges (*Ceramium spp.*, *Corallina elongata*, *Mastocarpus stellatus*, etc.) et la phéophycée *Fucus vesiculosus var. evesiculosus* est très représentative au sein de la ceinture à *Fucus*. En revanche, les algues calcaires dressées (*Ceramium sp.*, *Corallina elongata*, *Jania rubens*) se substituent à ces espèces sur les côtes basques, en raison de l'hydrodynamisme extrême. Le pouce-pied, *Pollicipes pollicipes*, crustacé cirripède, peut s'installer dans les fissures et crevasses et parfois même former des massifs de plusieurs mètres carrés, notamment sur les roches les plus exposées (Belle-Ile, Groix, Penmarc'h, Biarritz, etc.). Cette espèce méridionale d'intérêt commercial trouve sa limite nord de répartition dans le Nord Finistère, au niveau de Roscoff. Le suivi des populations de *Pollicipes pollicipes* présente un intérêt certain en termes de répartition géographique, dans le contexte d'un éventuel réchauffement des eaux en particulier. D'autre part, il faut noter le caractère particulier et vulnérable de l'espèce en raison du braconnage dont elle fait l'objet, en Bretagne et au Pays basque notamment.

4.2.1.1. Les roches de l'infralittoral

Biocénoses à laminaires

La laminaire *Laminaria digitata* colonise les roches de la frange supérieure de l'infralittoral à hydrodynamisme plus modéré. Elle est présente depuis les côtes de Bretagne Sud jusqu'à l'île d'Oléron qui marque sa limite sud. Cependant, étant sensible à la turbidité et aux températures élevées, *Laminaria digitata* semble être en régression sur les côtes de Bretagne Sud, baignées par les eaux stratifiées, tout comme sur Oléron où l'espèce n'est plus notée depuis le milieu des années 1980. Elle mérite donc une attention toute particulière.

Plus en profondeur (au-delà de 5 m C.M.), les biocénoses à laminaires sont représentées par *Laminaria hyperborea*, *Saccorhiza polyschides* et plus ponctuellement *Laminaria ochroleuca*, associées à de nombreuses algues rouges en lames (*Delesseria sanguinea*, *Kallymenia reniformis*, *Cryptopleura ramosa*, etc.). *Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides* sont les espèces les plus communes, avec quand même une dominance particulièrement marquée de *Saccorhiza polyschides* (Figure 32). *Laminaria hyperborea* se développera préférentiellement dans les eaux claires et plus profondes (température moindre), tandis que *Saccorhiza polyschides* devient prépondérante sur les sites plus turbides et au-dessus de la thermocline. Dans le Pays basque, la température constitue un facteur limitant pour la survie des laminaires. Elles ne sont alors observées que très occasionnellement, tandis que les espèces méridionales *Saccorhiza polyschides* et *Laminaria ochroleuca* sont de nouveau recensées sur les côtes basques espagnoles les plus occidentales où on retrouve des conditions thermiques plus proches de celles de la Bretagne.

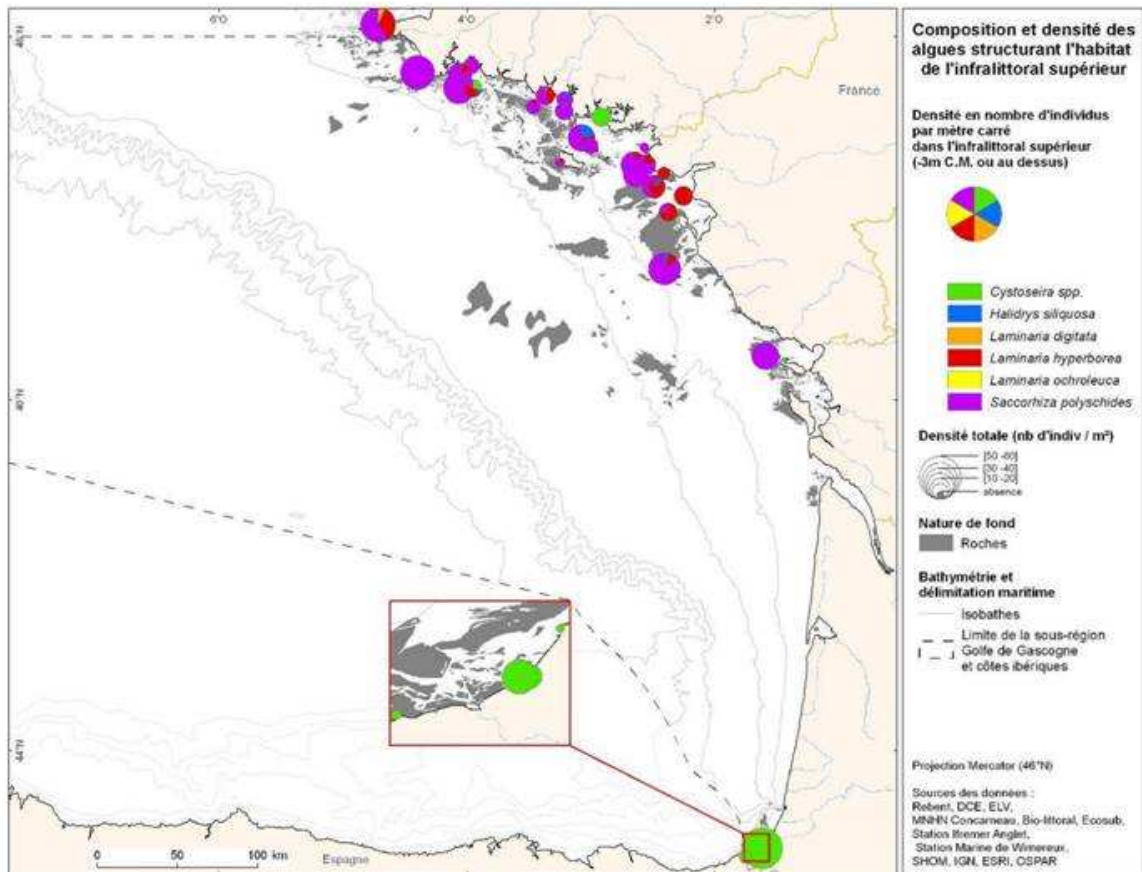


Figure 32 : Composition et densité des algues structurant l'habitat de l'infralittoral supérieur au sein de la sous-région marine golfe de Gascogne.

D'après les données disponibles, *Saccorhiza polyschides* domine largement *Laminaria hyperborea* sur l'île de Ré. Sur le plateau de Rochebonne la même tendance se dessine dans les plus hauts niveaux, puis s'inverse plus en profondeur (rapport en cours de rédaction suite à la campagne d'acquisition de connaissances menée sur le plateau de Rochebonne en 2010) alors que *L. hyperborea* semblait nettement dominer l'infralittoral par le passé. Dans les zones très abritées et soumises à une forte turbidité et/ou à une influence sédimentaire, ces espèces peuvent être remplacées par *Saccharina latissima*. La turbidité de l'eau est ainsi l'un des facteurs majeurs qui conditionne l'état de santé des champs de laminaires.

Biocénoses à couverture végétale autre que les laminaires

Lorsque les conditions nécessaires au développement des biocénoses à laminaires ne sont pas réunies, celles-ci sont remplacées par d'autres phéophycées telles que *Halidrys siliquosa* ou *Cystoseira* spp. qui tolèrent mieux l'influence sédimentaire. Cette dernière est d'ailleurs très représentée dans l'infralittoral du Pays basque (*Cytoseira tamariscifolia*, jusqu'à - 3 m et *C. baccata* entre 3 et 17 m de profondeur).

Biocénoses dominées par la faune

Sur les fonds où l'hydrodynamisme est faible à modéré, la faune peut devenir prédominante, notamment dans les milieux turbides. Ce type de biocénose est en particulier recensé en Loire Atlantique où des moulières recouvrent le substrat rocheux, ne laissant que peu de place pour

l'installation des algues. Ces biocénoses peuvent également concerner des milieux à salinité variable, comme c'est le cas au niveau des estuaires rocheux ainsi que sur les « courants landais aménagés ».

4.2.2. Les espèces listées par les conventions internationales et directives européennes

Plusieurs espèces présentes dans les biocénoses benthiques des fonds rocheux de la façade Manche-Atlantique figurent dans la réglementation européenne et les textes des conventions des mers régionales (Natura 2000, conventions OSPAR et de Berne), parmi lesquelles les crustacés *Homarus gammarus*, *Palinurus elephas*, *Scyllarus arctus*, l'échinoderme *Paracentrotus lividus*, la rhodophycée *Gymnogongrus crenulatus*, les mollusques *Nucella lapillus* et *Ostrea edulis* et l'éponge *Tethya citrina*.

4.2.3. Conclusion et perspectives

En Bretagne, les inventaires du type ZNIEFF-mer ont fortement contribué à la connaissance et à la caractérisation de ces biocénoses, notamment au travers de l'approche des faciès. Aujourd'hui, le projet de « Mise en réseau des suivis des Biocénoses des roches subtidales de la façade Manche-Atlantique » devrait contribuer à améliorer les connaissances dans ce domaine et permettre ainsi l'évaluation de l'état de conservation de ces biocénoses et contribuer aux réflexions sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats (DHFF) et sur la définition du Bon Etat Ecologique (DCSMM).

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, si la Bretagne est relativement bien pourvue en données sur les biocénoses des roches subtidales, il n'en est pas de même pour celles situées plus au sud.

Les fonds rocheux de l'infralittoral sont surtout représentés dans cette sous-région. En Bretagne, les inventaires du type ZNIEFF-mer ont fortement contribué à la connaissance et à la caractérisation de ces biocénoses subtidales, notamment au travers de l'approche des faciès. Les faciès sont surtout représentés par les biocénoses à laminaires et autres phéophycées. Dans le sud, les connaissances sont plus fragmentaires et devront être complétées.

4.3. Habitats particuliers de l'infralittoral

Les habitats particuliers de l'infralittoral traités ici sont des habitats biogéniques formés par des espèces ingénieurs, animales et végétales, qui créent un biotope différent des habitats d'origine sur lesquels elles se fixent. Ce sont des espèces grégaires constituant des populations denses, formant des bancs, des champs, des prairies, etc. Par leur forte densité et la structuration de l'espace qui en découle, elles constituent des environnements propices à l'installation de nombreuses espèces qui ne seraient pas toutes présentes à ces niveaux sans ces faciès particuliers.

4.3.1. Herbiers à *Zostera marina*

4.3.1.1. Caractéristiques de l'habitat

Les caractéristiques de cet habitat sont développées dans le chapitre précédent relatif à l'étage médiolittoral et ne sont donc pas repris ici. Toutefois quelques rappels sont nécessaires : sur les côtes Manche - Atlantique l'espèce *Zostera marina* est présente du Cap de la Hague au lac d'Hossegor. Sa répartition générale n'est pas homogène et dépend des conditions géomorphologiques du littoral. Les deux espèces de zostères sont répertoriées par la convention OSPAR parmi la liste des espèces et habitats menacés et/ou en déclin. Les herbiers sont également recensés parmi les habitats menacés dans la DHFF, et considérés comme habitat particulier, à forte biodiversité et à forte valeur patrimoniale.

4.3.1.2. Etat des connaissances et suivis dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Dans la sous-région marine, les herbiers de *Zostera* ont été bien étudiés ces dernières années. En Bretagne, un suivi a été initié dans le réseau REBENT en 2002, puis complété en 2007 par un atlas sous SIG. Dans cette sous-région, cet habitat est fréquent des côtes du Finistère Sud au lac d'Hossegor, formant localement de vastes herbiers comme au niveau des Glénan (303 ha estimés en 2007), dans le golfe du Morbihan (1 078 ha en 2002) ou dans le bassin d'Arcachon (104 ha en 2007, soit une régression de 73 % en 19 ans). Anciennement citée sur les sites de l'île de Ré et d'Oléron, *Z. marina* semble avoir disparu de ces secteurs, hormis quelques populations relictuelles notées en 2010 au sud de l'île de Ré. Le lac d'Hossegor abrite également des herbiers de *Zostera marina* dont la superficie a été estimée à 0.47 ha. En revanche, *Z. marina* a disparu de l'estuaire de la Bidassoa, alors qu'elle y était signalée en 1913. Au niveau de la sous-région marine golfe de Gascogne, le suivi DCE concerne les caractéristiques de 2 herbiers, tous les 3 ans : archipel des Glénan et golfe du Morbihan. Le suivi du REBENT sur ces mêmes sites permet un suivi des caractéristiques de la macrofaune de la biocénose associée à ces herbiers et des caractéristiques des populations de *Z. marina* à une fréquence annuelle. En Aquitaine, 1 station DCE permet le suivi des *Z. marina* du bassin d'Arcachon. Depuis le début des années 2000, la tendance générale d'évolution est à l'extension des herbiers en place et l'installation de nouveaux herbiers localement. Les causes hydroclimatiques de cette tendance ne sont pas connues avec précision. Dans le secteur du bassin d'Arcachon qui fait exception à cette tendance, une étude est en cours pour déterminer les causes de la régression constatée.

4.3.2. Bancs de maërl

4.3.2.1. Caractéristiques de l'habitat

Le terme de maërl désigne des accumulations d'algues calcaires corallinacées (en France, essentiellement les espèces *Lithothamnion corallioides* et *Phymatolithon calcareum*) vivant librement sur les fonds meubles. Le maërl constitue une véritable formation végétale tridimensionnelle qui fournit une très large gamme de microhabitats permettant à une flore et une faune extrêmement variées de trouver support, refuge et alimentation. La biocénose associée au maërl est ainsi d'une très grande diversité et constitue potentiellement un réservoir de biodiversité. En outre, les bancs de maërl jouent un rôle important dans le fonctionnement des systèmes côtiers où ils sont présents, en offrant aux juvéniles de nombreuses espèces d'intérêt

commercial (bars, dorades, lieux, etc.), un lieu privilégié pour passer leurs premiers stades larvaires, se métamorphoser et/ou se protéger des prédateurs. D'autre part, les bancs de maërl constituent localement une importante source de particules sédimentaires carbonatées pour d'autres habitats marins, principalement pour les plages. Les espèces constitutives du maërl ont une croissance très lente (de l'ordre de 300 μm par an), et l'âge de certains bancs est estimé à plus de 8 000 ans. De part la biodiversité qu'il abrite et la faiblesse de sa croissance, le maërl constitue un habitat extrêmement vulnérable et sensible aux activités anthropiques, d'où sa protection par la convention OSPAR et par la DHFF. Sur les côtes françaises de l'océan Atlantique les bancs de maërl sont essentiellement présents autour des côtes de Bretagne, de l'île de Ré aux îles Chausey.

4.3.2.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine golfe de Gascogne

La mer d'Iroise abrite un banc de maërl de grande taille, exploité jusqu'à il y a quelques années mais qui semble en bon état de conservation. Le banc de Camaret très mobile et façonné par les houles du large ne semble souffrir d'aucune atteinte d'origine anthropique particulière. En revanche, en rade de Brest, la biodiversité et le fonctionnement des bancs de maërl, qui sont parmi les plus riches d'Europe, sont altérés, car particulièrement sensibles à l'eutrophisation et à la pression de pêche (notamment pêche de la coquille Saint Jacques et de praires). Ce sont également ceux qui sont suivis depuis le plus longtemps et sur lesquels on dispose du maximum de données en Bretagne (biodiversité, réseau trophique, flux de carbone, etc.) Le banc de la baie de Douarnenez est très mal connu. En baie de Concarneau, le maërl est très bien représenté mais sa biodiversité est relativement mal connue. A l'inverse aux Glénan, le maërl a été bien cartographié plusieurs fois au cours des dernières décennies. C'est un banc qui a subi une extraction industrielle pendant 30 ans, ce qui l'a profondément impacté. En baie de Quiberon le maërl, bien présent dans les années 1960 semble avoir disparu suite à l'envasement de la baie, hormis autour de l'île de Méaban. Autour des îles de Houat et Hoëdic, il semble par contre en très bon état de conservation. Il en va de même pour le banc de Belle Ile qui constitue la référence « maërl » pour la DCE. Les bancs de maërl du Morbihan sont extrêmement mal connus et nécessitent cartographie et évaluation de l'état de santé. Bien que réduit dans sa taille suite à l'envasement, le banc de maërl de Noirmoutier persiste et fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la DCE. Enfin, dans le cadre des états initiaux pour Natura 2000 en mer, deux bancs de maërl autrefois mal ou non répertoriés ont été découverts récemment : à l'île d'Yeu et à l'île de Ré. Ils feront l'objet d'une étude spécifique en 2011.

4.3.3. Bancs de modioles

4.3.3.1. Caractéristiques de l'habitat

Modiolus modiolus est une espèce pan-boréale longévive très répandue, avec des populations présentes localement à de fortes densités. Les individus se fixent au substrat puis les uns aux autres, aboutissant à la création de bancs qui peuvent recouvrir le fond sur plusieurs hectares. Sur les côtes françaises, ils se situent dans le détroit du Pas-de-Calais au large du Cap-Gris-Nez et de manière plus incertaine dans la sous-région marine golfe de Gascogne. Les données récoltées n'étant pas suffisantes pour différencier les bancs des individus dispersés, leur présence le long des côtes françaises est remise en cause. D'une manière générale, cet habitat est considéré comme en danger et/ou en déclin dans les régions OSPAR où il se rencontre. Les communautés benthiques associées aux bancs font parties des communautés les plus diversifiées du nord-ouest

de l'Europe, comprenant de 90 à 270 espèces d'invertébrés benthiques. Les bancs de *Modiolus modiolus* modifient la structure sédimentaire (stabilisation), augmentent la complexité topographique et créent un substrat attractif pour le macrobenthos. Il est possible qu'ils jouent un rôle de nurserie ou de zone refuge pour certaines espèces.

4.3.3.2. Connaissance de l'habitat dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Il n'y a aucune donnée sur la présence de cet habitat dans la sous-région marine golfe de Gascogne.

4.3.4. Bancs d'huîtres plates sur sédiments hétérogènes

4.3.4.1. Caractéristiques de l'habitat

Les huîtres sauvages se développent dans les eaux côtières généralement sur des fonds de 0 à 10 m, rarement jusqu'à 30 m. Lorsque leur densité dépasse 5 individus par m², on parle d'un "banc d'huîtres", reconnu par la convention OSPAR comme un habitat. Les bancs d'huîtres plates se développent sur des fonds de 0 à 6 m, en zone abritée à salinité variable, souvent de type estuarienne, mais sur des sédiments peu ou pas vaseux, car les substrats durs (coquilles, cailloutis, etc.) doivent être propres et dépourvus de couche de vase pour permettre la fixation du naissain. Des quantités importantes de coquilles d'huîtres mortes peuvent être présentes et constituer un support pour un grand nombre d'espèces sessiles. Dans l'ensemble de son aire de distribution, l'espèce et son habitat associé sont en déclin avéré. Dans les années 1970, deux maladies parasitaires, la « Bonamiose » et la « Marteiliose », ont en effet provoqué une très forte mortalité sur les huîtres bouleversant l'équilibre des bancs naturels ainsi que les méthodes de production. Depuis, peu de données sont disponibles sur les stocks résiduels, et surtout sur la dynamique des quelques populations reliques. En Bretagne les bancs d'huîtres plates étaient communs dans de nombreux secteurs côtiers présentant des petits estuaires, et des grandes baies comme la rade de Brest, le golfe du Morbihan et la baie de Quiberon. Les huîtres plates par les bancs qu'elles constituent sont des espèces clés dans l'écologie des communautés marines. Elles offrent un substrat disponible pour l'installation d'autres espèces et une nurserie pour les poissons juvéniles. Cet habitat stabilise le sédiment et joue un rôle protecteur contre l'érosion du trait de côte. En France, l'huître plate est présente de la Haute-Normandie jusqu'en Poitou-Charentes. De nos jours, elle est surtout présente de la baie du Mont Saint-Michel au sud de la Bretagne (bancs naturels et élevages).

4.3.4.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine golfe de Gascogne

En Bretagne, il existe des élevages d'huîtres plates en Finistère Sud et Morbihan. Les sites de production d'huîtres sauvages de la baie de Bourgneuf ont été cartographiés. Dans ces secteurs atlantiques, il est difficile de déterminer s'il s'agit de sites d'élevage ou des gisements naturels. S'il persiste une petite population relictuelle dans l'estuaire de l'Odet, à Quiberon il s'agirait plutôt de sites entretenus par l'élevage sur sol en profondeur. D'autre part il est important de souligner que si des individus d'*Ostrea edulis* sont régulièrement observés le long du littoral, il y a en revanche peu d'informations sur la structure des bancs tels que décrits dans la convention OSPAR ; il n'est ainsi pas certain que cet habitat soit réellement présent dans la sous-région marine. Un recensement et un état des lieux des populations naturelles résiduelles de cette espèce et de leur

habitat associé sont actuellement programmés en Bretagne - Pays de Loire dans le cadre d'un programme de repeuplement avec un partenariat scientifique - professionnels qui débutera en 2012.

4.3.5. Récifs de *Sabellaria spinulosa*

4.3.5.1. Caractéristiques de l'habitat

Le ver polychète *Sabellaria spinulosa* (Leuckart, 1849) vit dans un tube construit à partir de sable et de fragments coquilliers. Trouvé localement à de fortes densités (jusqu'à plusieurs milliers d'individus par m²), il forme des structures récifales qui peuvent mesurer jusqu'à 60 cm de haut et couvrir plusieurs hectares. Les communautés spécifiques associées à ces structures récifales sont très riches et diversifiées et comprennent des espèces qui ne se rencontrent pas habituellement dans les fonds environnants (bivalves et amphipodes). Les récifs de *Sabellaria spinulosa*, en stabilisant la structure sédimentaire, constituent un habitat pour de nombreuses espèces, et représentent une source importante d'alimentation pour d'autres. L'espèce *Sabellaria spinulosa* est présente du nord des Shetlands jusqu'en Méditerranée mais les récifs sont rares et ont sûrement une aire de répartition plus limitée. Dans le cadre d'OSPAR, ces récifs sont renseignés comme présents sur les côtes françaises mais sans localisation précise, et sont inscrits sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin.

4.3.5.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine golfe de Gascogne

Dans la sous-région marine, des récifs seraient présents en baie de Maleconche dans le nord-est de l'île d'Oléron et en baie de Bourgneuf. Les données de base manquent concernant la biologie et l'écologie de cet habitat (distribution, faune associée, dynamique, résilience face à différentes perturbations, dispersion larvaire et processus de recrutement), la description de son aire de répartition, ainsi que les superficies et les tendances.

4.3.6. Les tombants, grottes et surplombs

Les grottes correspondent à l'habitat 8330 « grottes marines submergées ou semi-submergées » qui justifient la désignation de sites Natura 2000.

Ces habitats vont favoriser l'installation d'espèces sciaphiles, parmi lesquelles les cnidaires *Alcyonium coralloides*, *Alcyonium digitatum*, *Leptopsammia pruvoti* et *Parazoanthus axinellae*.

Les grottes sous-marines de la façade Manche-Atlantique sont assez peu connues, mais il est vraisemblable qu'un approfondissement des connaissances sur ces écosystèmes particuliers permettrait de mettre en évidence des espèces de grand intérêt écologique, comme les Mysidacés cavernicoles du genre *Hemimysis* ou l'éponge carnivore *Asbestopluma hypogea* (inscrite à l'annexe II de la convention de Berne), récemment observée à Groix en Bretagne.

Six habitats particuliers d'espèces grégaires sont présents et ont fait l'objet d'études dans cette sous-région marine, à savoir : les herbiers de zostères, les bancs de maërl, d'huîtres plates et de modioles, les récifs à *Sabellaria spinulosa* (vers polychètes formant localement des récifs) et enfin, les tombants, grottes et surplombs. Pris en compte dans le cadre réglementaire de la DHFF, de la DCE, de la convention OSPAR, ces habitats dont l'extension géographique reste à compléter, voire à définir, présentent des états et des évolutions variables : les herbiers de zostères (*Z. marina*) bien représentés dans la sous-région marine golfe de Gascogne sont actuellement en extension. L'état de la connaissance est largement insuffisant pour les bancs de maërl et les bancs de modioles. Les bancs d'huîtres plates, décimés par deux épizooties sont, quant à eux, à l'état quasi-relictuel sauf en baie de Quiberon.

5. Biocénoses du circalittoral

La frontière supérieure de l'étage circalittoral est située aux alentours de 30 - 40 m de profondeur pour le golfe de Gascogne. Cette limite correspond à la partie inférieure de la zone photique (1 % de la lumière incidente) délimitant la zone de disparition des macroalgues dressées photophiles et favorisant les algues sciaphiles. La frontière inférieure du domaine circalittoral est indiquée par la rupture de la pente du plateau continental qui marque le début de l'étage bathyal (Figure 20). Elle est située aux alentours d'une profondeur de 150 m à 200 m dans le golfe de Gascogne. La zone circalittorale couvre ainsi 79 112 km² du plateau continental du golfe de Gascogne.

5.1. Biocénoses des fonds meubles du circalittoral

Ce chapitre porte sur les invertébrés benthiques des fonds meubles de l'étage circalittoral.

Les habitats et biocénoses sont nommés en accord avec la typologie européenne EUNIS 2004.

L'étude de la faune marine benthique dans le golfe de Gascogne a débuté à la fin du XIX^{ème} siècle et se poursuit dans la première moitié du XX^{ème} siècle par une multitude de campagnes océanographiques. Peu d'études à l'échelle de la sous-région marine golfe de Gascogne ont fait suite aux travaux menés dans les années 1960-1980. Depuis les années 2000, de nouveaux rapports, thèses, articles proposent différents résultats de campagnes concernant le compartiment des invertébrés benthiques mais la majorité concerne des opérations d'échantillonnage limitées à des zones géographiques et périodes temporelles restreintes. Elles ne permettent donc pas de couvrir de façon homogène l'ensemble du domaine circalittoral ni d'évaluer des tendances temporelles.

5.1.1. État des connaissances des biocénoses et espèces benthiques des fonds meubles du circalittoral

Quatre grands faciès sédimentaires permettent de regrouper les biocénoses des fonds meubles de la sous-région marine golfe de Gascogne (sédiments grossiers, sables et sables envasés, vases et vases sableuses, sédiments mixtes). 13 biocénoses principales y ont été décrites, parmi lesquelles 4 recouvrent la plus grande surface :

- Sable moyen coquillier à *Ditrupa arietina* – *Antalis entalis*, *Dentalium entale* : au niveau de la bordure continentale. Circalittoral côtier de la Grande Vasière (5 937 km²). Peuplement riche et original composé de polychètes tubicoles *Serpulidae* (*Ditrupa*) et de petits scaphopodes (*A. entalis*, *A. panorma*). Colonisations du crinoïde *Leptometra celtica* dans les zones dunaires.
- Sable fin envasé circalittoral profond à *Amphiura chiajei* : Grande Vasière, très étendu vers 100 m de profondeur au-delà du plateau de Rochebonne jusqu'à la pointe bretonne (6 954 km²). Présence de *Nephrops norvegicus*. Parfois présence de *Haploops tubicola*.
- Sédiment grossier sablo-graveleux à *Clausinella fasciata* et *Branchiostoma lanceolatum*. Faciès d'appauvrissement : nord du golfe de Gascogne, Grande Vasière, Pertuis charentais, côte landaise (Arcachon, 4 922 km²). Présence de maërl (*Lithothamnium sp.*) dans la partie sud de la Bretagne (à la frontière de l'infralittoral zones d'hydrodynamisme

et turbidité faibles). Peuplement le plus répandu, couvre une grande partie des fonds en dessous des 60 m.

- Vases sableuses circalittorales profondes à *Nucula sulcata*, *Bryssopsis lyrifera* : nord Gascogne vers les 100 m (2 963 km²). Milieu de prédilection des polychètes *Maldanidae*.

Jusqu'à présent seule la partie nord de la sous-région marine golfe de Gascogne est particulièrement bien documentée et présente une analyse précise des biocénoses et la réalisation de cartes de distribution (Figure 33). Par comparaison, le secteur sud (au sud des Pertuis charentais) n'a pas fait l'objet du même effort de synthèse. Cependant, des données « historiques » existent pour l'ensemble de la sous-région marine golfe de Gascogne (plus de 4 800 fiches sous forme papier) mais ces données sont actuellement en cours de numérisation et d'analyse. L'échelle d'observation proposée par les campagnes halieutiques (surface prospectée par station, densité d'échantillonnage, gamme de taille des espèces capturées) fournit une image des communautés difficilement comparable aux données historiques.

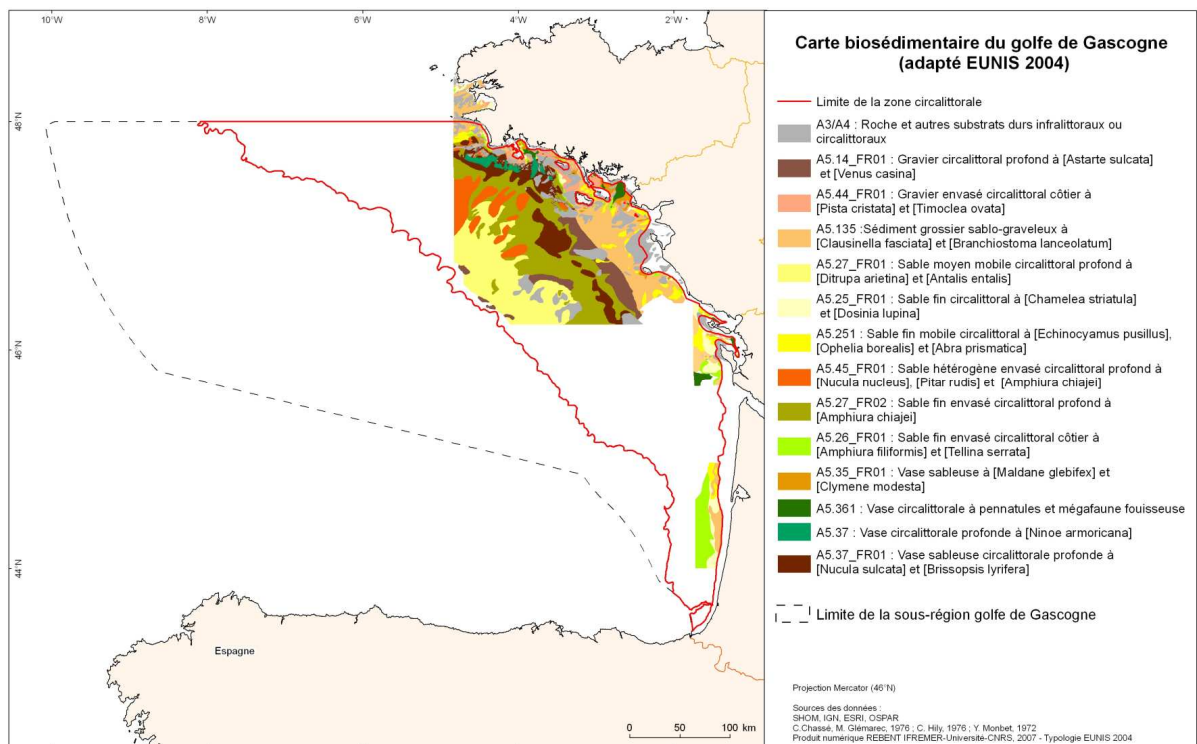


Figure 33 : Distribution des unités biosédimentaires. Cartes établies à partir des données historiques compilées par le REBENT.

5.1.2. Eléments de tendance pour la sous-région marine golfe de Gascogne

A l'exception d'études spécifiques (groupes d'espèces, secteurs ou périodes restreintes), il n'existe pas de série de données permettant d'évaluer de façon rigoureuse les tendances d'évolution temporelle des biocénoses invertébrées benthiques et des espèces pour l'ensemble du domaine circalittoral. Les études relatives à la Grande Vasière réalisées en 2008 ont permis une comparaison de l'état récent à celui observé dans les années 1970 montrant une profonde modification des caractéristiques biosédimentaires et suggérant un effet combiné d'événements climatiques et du chalutage. Par ailleurs, les campagnes halieutiques fournissent des indicateurs

de tendances spatiales et temporelles calculés en routine pour quelques espèces commerciales appartenant à la mégafaune invertébrée épibenthique (cf. tableau 4 en annexe de la contribution thématique associée) et synthétisés dans le Système d'Information Halieutique. Les tendances montrent par exemple l'augmentation de l'abondance de *Cancer pagurus* sur la période 1987-2008 ou encore la relative stabilité de celle de la langoustine *Nephrops norvegicus*.

5.1.3. Conclusions et lacunes dans les connaissances

A l'exception d'habitats remarquables tels que la Grande Vasière, la sous-région marine golfe de Gascogne présente un large déficit en données, suivis et études de synthèse portant sur les invertébrés des fonds meubles du circalittoral. Beaucoup de données anciennes seraient valorisables mais elles sont encore indisponibles car elles restent à numériser. Par ailleurs, les données issues des campagnes halieutiques ne permettent de répondre que très partiellement aux objectifs d'évaluation et de suivi des communautés d'invertébrés benthiques. En effet, les protocoles et engins utilisés ne fournissent qu'une image partielle des communautés en ciblant quasi exclusivement la mégafaune épibenthique et n'offrant qu'une vision intégrative à faible résolution spatiale des communautés. Exception faite de quelques biocénoses particulières (e.g. au sein de la Grande Vasière), ces difficultés de comparaison de données, en particulier par la diversité des protocoles, ajoutées aux lacunes spatiales et temporelles (données majoritairement anciennes), ne permettent pas actuellement d'obtenir une vision d'ensemble cohérente de la structure et de l'évolution des espèces et biocénoses invertébrées circalittorales à l'échelle de la sous-région marine golfe de Gascogne.

Malgré des campagnes d'exploration depuis la fin du XIX^{ème} siècle et des études interrégionales ou internationales récentes, la connaissance des biocénoses des fonds meubles de l'infra-littoral demeure inégale, voire de faible résolution selon les zones. Les fonds meubles concernés (cailloutis, graviers, sables, vases) abritent aussi bien des espèces fixées que des espèces vagiles, globalement peu diversifiées, avec une dominance d'échinodermes, d'annélides polychètes et de crustacés. En raison de lacunes dans les données, il n'est pas encore possible de déterminer de tendances évolutives pour ces biocénoses exception faite de la Grande vasière qui est bien étudiée.

5.2. Biocénoses des fonds durs du circalittoral

Les biocénoses des fonds subtidaux rocheux sont réparties au sein de deux étages (cf. annexe 1 de la contribution thématique associée):

- l'étage infra-littoral, caractérisé par les algues photophiles (laminaires, cystoseires, etc.) et qui dépasse -30 m C.M. (Côte Marine). En mer d'Iroise, il peut être limité à quelques mètres ou disparaître totalement dans les eaux les plus turbides ;
- l'étage circalittoral, marqué par la disparition des algues photophiles et un développement des espèces animales (la limite circalittoral côtier – circalittoral du large correspond à la fin des algues dressées).

L'acquisition de connaissances sur le domaine subtidal rocheux est complexe et coûteuse. Cette synthèse est réalisée à partir de données ponctuelles collectées sur des sites répartis de manière plus ou moins homogène. Il faut également noter que certaines données, par manque de temps et donc de moyens, sont en attente de mise en base de données, et n'ont donc pu être exploitées dans le cadre de cette synthèse. Dans cet étage, de nombreuses biocénoses se développent dans des zones souvent profondes (au-delà de 20 m C.M.), ce qui limite fortement les possibilités de prospection. Il en résulte une connaissance assez réduite et surtout localisée, qui ne permet pas toujours de conclure de manière objective sur l'abondance et l'état de conservation de ces peuplements. Un récent travail visant notamment l'homogénéisation de la typologie des habitats du circalittoral a été réalisée en 2012, intégrant ceux présents plus au large et plus particulièrement ceux des substrats rocheux.

5.2.1. Les biocénoses à *Eunicella verrucosa* et *Pentapora foliacea*

L'assemblage gorgone et rose de mer est couramment rencontré sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique, sous ses différentes déclinaisons. Il est particulièrement développé au large de Penmarc'h, Houat-Hoedic et Rochebonne, ainsi que sur les plateaux rocheux de la côte basque où l'on trouve également la gorgone *Leptogorgia sarmentosa* dont la limite nord de répartition se situerait dans le secteur des Sables d'Olonne.

5.2.2. Les biocénoses d'hydrodynamisme intense

Ces biocénoses sont restreintes à des sites dont la configuration particulière favorise les courants (chenaux, rias, remontées abruptes de roches, etc.), et où se développe une faune essentiellement composée d'éponges et de didemnidés. Dans les cas les plus extrêmes, un faciès à hydraire *Tubularia indivisa* est observé, comme dans les chenaux du golfe du Morbihan et ponctuellement dans les « courants landais ».

5.2.3. Les fonds durs à axinellidés et brachiopodes

Cette biocénose caractéristique du circalittoral du large, observée à partir de 40-50 m environ, est peu accessible et par conséquent rarement prospectée. Il est donc délicat d'établir un constat sur son état de conservation. Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, sa présence est signalée au large de Penmarc'h, aux Glénan et à Rochebonne.

5.2.4. Coraux sur roches et blocs du circalittoral du large

Cette biocénose est observée de manière exceptionnelle à partir de 30 m en Iroise, au niveau de l'île d'Ouessant. Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, elle est plus généralement rencontrée à des profondeurs comprises entre 100 et 300 m entre Audierne et la Grande Vasière (des observations ont été enregistrées par - 60 m aux Glénan et au Guilvinec, par - 74 m dans la baie d'Audierne et par - 90 m sur les roches de Penmarc'h). En raison de la fragilité de leur structure, les espèces caractéristiques *Dendrophyllia cornigera* et *Antipathes subpinnata* sont particulièrement sensibles à la pression d'abrasion, notamment provoquée par certains engins de pêche. Dans le Pays basque, le corail jaune est également signalé par les pêcheurs au niveau de la fosse de Capbreton à des profondeurs de plus de 100 m, notamment au niveau de sa marge. Plus globalement, cette espèce présentait son meilleur développement à partir de - 100 m C.M., sur la

marge externe de la Grande Vasière, et s'étendrait donc tout le long de cette sous-région marine, mais cela reste à confirmer avec des données plus récentes pas encore disponibles.

5.2.5. Les biocénoses du circalittoral en salinité variable

Ces biocénoses sont recensées au niveau des estuaires rocheux (Odet, Etel, golfe du Morbihan, etc.). Elles se composent généralement d'éponges (*Hymeniacidon perlevis*, *Cliona celata*, *Suberites ficus*, etc.) et d'hydriaires (*Nemertesia* spp., *Eudendrium racemosum*, *Hydrallmania falcata*, etc.) auxquels s'ajoutent des crustacés (*Balanus* sp., *Carcinus maenas*), des anthozoaires (*Metridium senile*), des ascidies (*Dendrodoa grossularia*, *Clavelina lepadiformis*, etc.). Plus au sud, les « courants landais » permettent également le développement de tels assemblages (formés par des espèces plus méridionales) alors que ceux des Pertuis ou de l'estuaire de la Gironde sont très mal connus.

5.2.6. Les espèces listées par les conventions internationales et directives européennes

Plusieurs espèces caractéristiques des biocénoses benthiques des fonds rocheux de la sous-région marine golfe de Gascogne figurent dans la réglementation européenne et les textes des conventions des mers régionales (Natura 2000, conventions OSPAR et de Berne), parmi lesquelles le cnidaire *Dendrophyllia cornigera*, les crustacés *Homarus gammarus*, *Palinurus elephas*, *Scyllarus arctus*, l'échinoderme *Paracentrotus lividus*, le mollusque *Charonia lampas* et les éponges *Asbestopluma hypogea* et *Tethya citrina*.

5.2.7. Conclusion et perspectives

Si les biocénoses de l'infra-littoral ont bénéficié des récents échantillonnages menés dans le cadre du suivi du REBENT (Réseau Benthique) en Bretagne et du suivi mis en place pour la DCE pour la sous-région marine golfe de Gascogne, des efforts sont à consentir si on souhaite mieux caractériser les biocénoses du circalittoral à l'échelle de l'ensemble de cette même sous-région marine.

En effet, si la zone côtière comprise entre 0 et 40 m C.M. d'une part et la zone plus profonde qui débute à 150-200 m C.M. d'autre part sont amenées à faire l'objet de programmations d'acquisition de connaissance, la zone intermédiaire est un compartiment très fréquemment laissé pour compte. En effet, trop profond pour la prospection en plongée scientifique et pas assez profond pour les campagnes axées sur les biocénoses bathyales, cette partie inférieure du circalittoral du large souffre aujourd'hui d'une connaissance très insuffisante et extrêmement parcellaire.

En Bretagne, les inventaires du type ZNIEFF-mer ont fortement contribué à la connaissance et à la caractérisation de ces biocénoses, notamment au travers de l'approche des faciès. Ils ont également contribué aux réflexions sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats (DHFF) et sur la définition du bon état écologique (DCSMM). Aujourd'hui, le projet de « Mise en réseau des suivis des Biocénoses des roches subtidales de la façade Manche-Atlantique » devrait contribuer à améliorer les connaissances dans ce domaine et permettre ainsi l'évaluation de l'état de conservation de ces biocénoses

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, si la Bretagne est relativement bien pourvue en données sur les biocénoses des roches subtidales, il n'en est pas de même pour celles situées plus au sud.

Les fonds durs du circalittoral sont largement présents dans cette sous-région. Ils sont caractérisés par la présence de nombreuses éponges, gorgones, alcyons, ascidies et quelques coraux. Si les biocénoses de l'infralittoral ont bénéficié des récents échantillonnages menés dans le cadre du suivi Réseau Benthique en Bretagne et du suivi mis en place pour la DCE pour la façade Manche Atlantique, la connaissance des biocénoses des fonds durs du circalittoral à l'échelle de la sous-région marine golfe de Gascogne reste lacunaire.

5.3. Habitats particuliers du circalittoral

5.3.1. Les habitats particuliers et espèces remarquables des fonds meubles

Six habitats « particuliers » ont été identifiés pour la zone circalittorale de la sous-région marine golfe de Gascogne. Parmi ceux-ci, les « Vases à Pennatules et mégafaune fouisseuse » est l'un des rares habitats exclusifs au circalittoral de cette sous-région marine et faisant l'objet d'une déclaration dans les listes de protection. A noter également l'habitat à *Haploops* généralement localisé entre - 15 et - 30 m (ex. : en baies de Concarneau ou de Vilaine). Cet habitat est très peu présent en zone circalittorale (présence en limite inférieure de l'infralittoral). Cependant quelques rares tâches existent au large mais elles ne sont pas cartographiées. Concernant les « bancs de Modioles », leur présence est suggérée dans le sud de la sous-région mais pas ou mal cartographiée. Enfin, les « habitats à coraux froids » ont été recensés à la limite du domaine circalittoral et bathyal. Une expertise sur la fiabilité des observations et de leur positionnement est en cours mais le circalittoral reste une partie marginale de leur distribution.

Contrairement à d'autres régions (ex. : la Manche), il n'existe pas d'inventaire complet récent répertoriant l'ensemble des espèces d'invertébrés benthiques connues dans la sous-région marine golfe de Gascogne. Cependant quelques synthèses fournissent des listes restreintes à des secteurs géographiques et/ou des groupes d'organismes spécifiques :

- le travail de synthèse de Le Danois fournit une liste ancienne la plus complète suivi par les thèses de Glémarec et Le Loc'h ;
- les inventaires des invertébrés et l'atlas de distribution des grands invertébrés capturés lors des campagnes halieutiques et celui des invertébrés marins des pêches françaises fournissent des listes principalement de la mégafaune épibenthique et démersale ;
- les travaux de Lagardère et de Sorbe sur les crustacés du Sud Gascogne, les inventaires relatifs aux amphipodes du sud du golfe de Gascogne donnent des listes d'espèces de crustacés principalement localisées dans le domaine circalittoral côtier ;

- des listes à l'échelle de la France ou de l'Europe, souvent non renseignées pour la ZEE française fournissent quelques informations sur la présence/distribution des espèces.

Une liste de 28 espèces « remarquables » (vulnérables et/ou commerciales) a été établie pour le domaine circalittoral de la sous-région marine golfe de Gascogne (cf. tableau 4 en annexe de la contribution thématique associée). Concernant les espèces vulnérables (espèces déclarées dans des listes de protection), un inventaire des espèces à protéger en France rassemble quelques invertébrés marins présents dans la sous-région, espèces que l'on retrouve dans les listes internationales.

La Figure 34 présente la distribution de quelques unes de ces espèces remarquables suivies dans le cadre des campagnes halieutiques (espèces commerciales, ex. : langoustine, ou espèces vulnérables, ex. : pennatules). La langoustine (*Nephrops norvegicus*), espèce commerciale de première importance dans la sous-région, est particulièrement bien documentée (cf. tableau 4 en annexe de la contribution thématique associée).

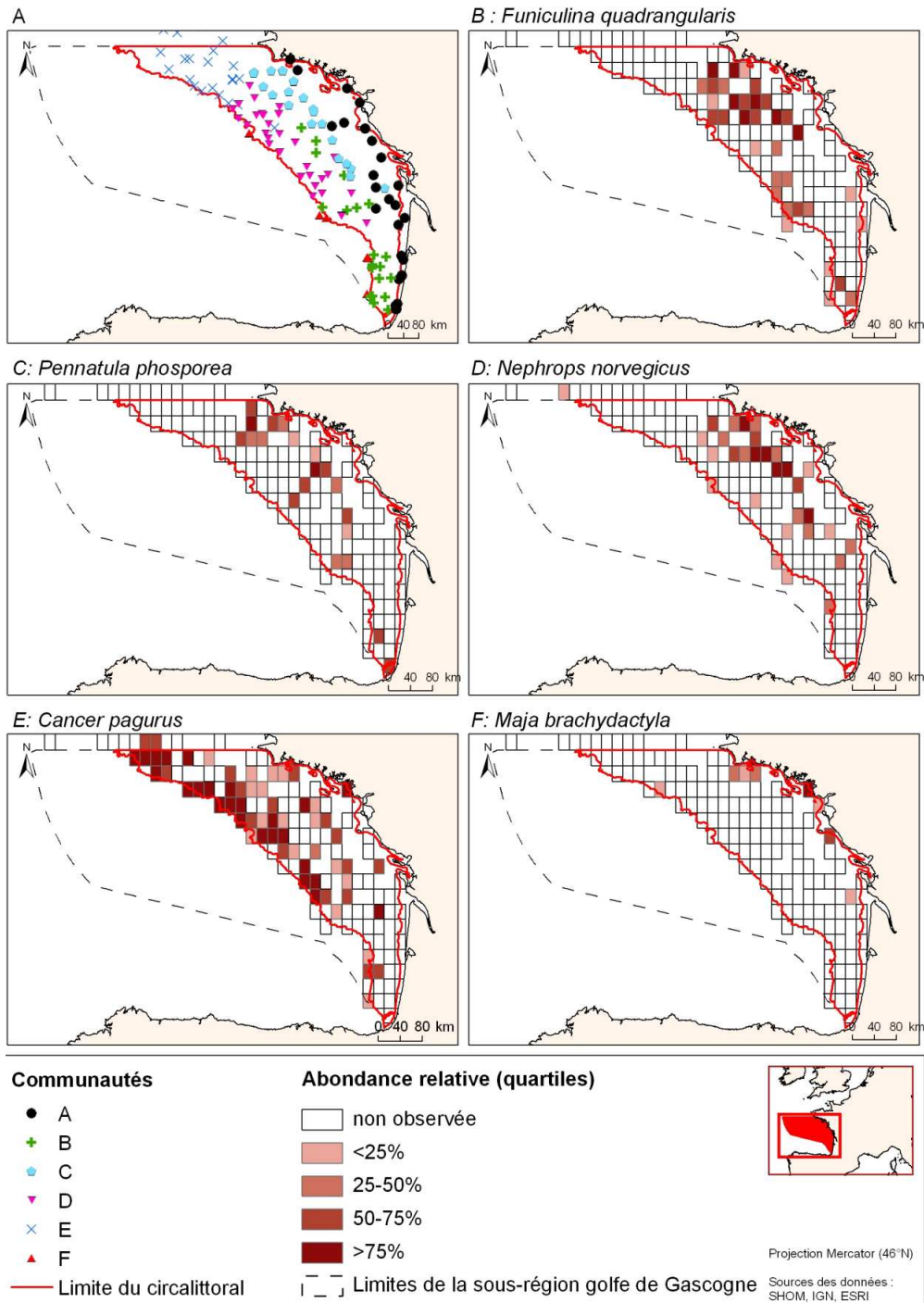


Figure 34 : Exemples des distributions des principaux peuplements de l'épi-mégafaune (A) et de quelques espèces remarquables et commerciales (B à F) obtenues à partir de la campagne halieutique EvHoe dans le golfe de Gascogne.

5.3.2. Les habitats particuliers et espèces remarquables des fonds durs

5.3.2.1. Les tombants, grottes et surplombs

Les grottes correspondent à l'habitat 8330 « grottes marines submergées ou semi-submergées » qui justifie la désignation de sites Natura 2000.

Ces habitats vont favoriser l'installation d'espèces sciaphiles, parmi lesquelles les cnidaires *Alcyonium coralloides*, *Alcyonium digitatum*, *Leptopsammia pruvoti* et *Parazoanthus axinellae*.

Les grottes sous-marines de la façade Manche-atlantique sont assez peu connues, mais un approfondissement des connaissances sur ces écosystèmes particuliers permettrait certainement de mettre en évidence des espèces de grand intérêt écologique, comme les Mysidacés cavernicoles du genre *Hemimysis* ou l'éponge carnivore *Asbestopluma hypogea* (inscrite à l'annexe II de la convention de Berne), récemment observée à Groix en Bretagne.

Les larges fosses des Pertuis charentais, comme la fosse de Chevarache dans le Pertuis breton et la fosse d'Antioche, dans le Pertuis d'Antioche sont très mal connues. De même, les côtes rocheuses à l'ouest des îles de Ré et d'Oléron recèlent d'innombrables grottes sous-marines du fait de leur nature calcaire Crétacé et Jurassique. La faune de ces grottes est totalement inconnue.

5.3.2.2. Les moulières circalittorales

On retrouve les moulières circalittorales au niveau du golfe du Morbihan (*Musculus sp.*), de la Ria d'Étel (*Modiolus barbatus*, *Musculus costulatus*, *Musculus discors*, *Musculus marmoratus*), de la Normandelière (*Mytilus sp.*) et des « courants landais ».

L'étude des fonds meubles et durs de l'étage circalittoral de cette sous-région marine a permis d'identifier un certain nombre d'espèces remarquables et d'habitats particuliers mentionnés par les différents textes européens et la convention OSPAR. Les vases à Pennatules, les habitats à coraux froids de manière marginale, les bancs de modioles, les récifs à *Sabellaria spinulosa*, les tombants, grottes et surplombs, les bancs de *Mytilus edulis* (moules) sont les habitats particuliers représentés dans cette sous-région. De manière générale l'état de la connaissance reste à améliorer pour évaluer l'état et l'évolution de ces habitats particuliers des fonds durs et meubles de la sous-région marine golfe de Gascogne.

6. Biocénoses du bathyal et de l'abyssal

Le rebord du plateau, situé aux environs de 200 m, 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, la zone la plus profonde correspondant à l'abyssal (Figure 20). La zone bathyale est formée d'une succession de canyons présentant une morphologie particulièrement complexe (présence de ravines, de chenaux, de zones d'effondrement, de crêtes, de marches, de falaises, etc.) et d'interfluves.

6.1. Biocénoses des fonds meubles du bathyal et de l'abyssal

Pour les communautés sédimentaires de cette sous-région marine golfe de Gascogne, l'élément structurant est prioritairement 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. 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.

Bien qu'encore bien mal connue, la diversité biologique des sédiments profonds est aujourd'hui suspectée d'être comparable à celle des forêts tropicales. Plusieurs études récentes montrent que plus de 90 % des espèces animales récoltées dans les grands fonds sont inconnues. 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^{ème} et au début du XX^{ème} siècle. Plus récemment quelques études ont été réalisées sur la zone du canyon du Cap Ferret au sud du golfe.

6.1.1. Données disponibles

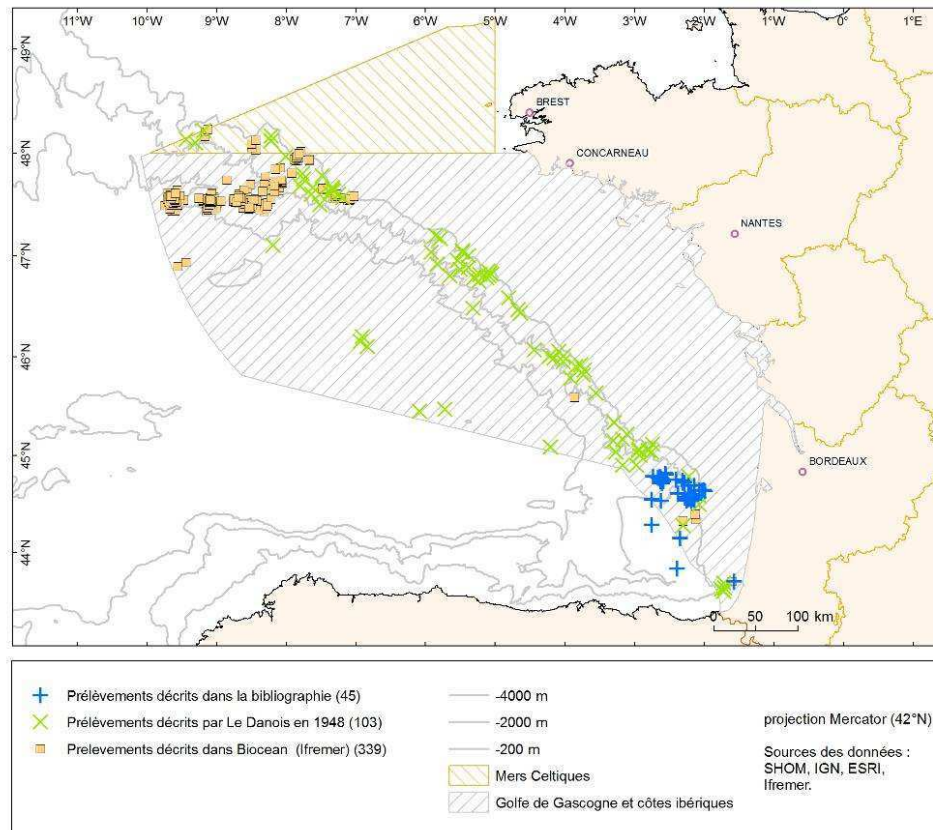


Figure 35 : Localisation géographique des prélèvements concernant des communautés de substrats meubles dans le domaine bathyal-abyssal, sous-région marine golfe de Gascogne.

Les données concernant les communautés des substrats meubles de la zone considérée proviennent de la bibliographie, de bases de données et d'analyses d'enregistrements vidéo. La majeure partie des données sur les Espèces Marines 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 sur 12 campagnes françaises et européenne. Pour les campagnes les plus anciennes, seule la présence/absence de ces EMVs par plongée a été signalée (Figure 35).

6.1.2. Communautés de substrats meubles

Sur la pente atlantique, plusieurs faciès « vaseux » stratifiés ont été identifiés le long du gradient bathymétrique de 200 à 5 000 m de profondeur. A 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. Entre 1 000 et 2 000 m, de grands changements faunistiques interviennent, avec des formations

placées à la base des massifs coralliens, désignées comme faciès infra-coralliens. Ce sont les oursins mous échinothuridés qui dominent la communauté sédimentaire, accompagnés par les astérides et les ophiurides. 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*. A partir de 3 000 m c'est surtout la raréfaction de la vie animale qui est marquante. Les holothurides élasipodes dominent la communauté, accompagnées par des astérides et ophiurides. Il convient de noter que les communautés biologiques décrites 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.

Un suivi saisonnier de six stations bathyales et abyssales a été réalisé entre 1 000 et 5 000 m de profondeur. 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). Une raréfaction liée à la profondeur croissante peut être observée, 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. 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 détritivores (échinodermes en particulier) forment souvent la majeure partie de ces communautés, mais on remarque aussi la présence de suspensivores (actiniaires, coraux, éponges). La macrofaune sédimentaire est composée majoritairement de vers annélides polychètes, de petits crustacés pécararides 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, la richesse biologique des communautés sédimentaires profondes est connue pour être liée essentiellement au compartiment de la méiofaune, la richesse spécifique pourrait être 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 de la sous-région marine golfe de Gascogne les données disponibles 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, sur leurs variations saisonnières et interannuelles et sur leur rôle de traceurs d'évolution du climat. 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 détritique et dans les cycles biogéochimiques marins.

6.1.3. Communautés d'espèces remarquables

6.1.3.1. Les coraux

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

Les scléractiniaires solitaires libres

Des scléractiniaires solitaires peuvent vivre librement sur des substrats meubles, beaucoup possèdent toutefois un stade jeune 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 (*Fungiacyathus marenzelle*) sont rencontrées en profondeur jusqu'à plus de 4 000 m.

Les 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 d'autres Isididae de grande taille (*Lepidisis sp.*) et à des éponges pédonculées (*Hyalonema spp.*).

Les 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 (golfe de CapBreton), *Funiculina quadrangularis* qui forme des agrégations locales en association avec la mégafaune fouisseuse. Cette espèce pénètre également en grande profondeur parfois associée avec des Cerianthes, 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.

6.1.3.2. Les 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*.

6.1.3.3. 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 (golfe de Capbreton).

6.1.4. Etat écologique et tendances

Cependant, de manière générale, le niveau des connaissances ne permet pas de dégager de tendance. Les données sur les communautés de substrats meubles (hormis imagerie EMVs) sont ponctuelles, partielles et souvent anciennes. 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.

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.

6.1.5. 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).

Concernant les EMVs, les lacunes d'exploration concernent principalement le sud de la sous-région et la zone plus profonde notamment entre 1 000 et 2 500 m de profondeur.

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*.

Peu étudiées jusqu'à présent les biocénoses des fonds meubles de l'étage bathyal et abyssal de la sous-région marine golfe de Gascogne sont bien représentées. La sous-région marine présente une hétérogénéité des conditions morphologiques, sédimentaires et hydrodynamiques et de nombreux canyons. Les lacunes d'exploration concernent principalement le sud de cette sous-région et la zone plus profonde notamment entre 1 000 et 2 500 m de profondeur.

6.2. Biocénoses des fonds durs du bathyal et de l'abyssal

6.2.1. Les données existantes

Le golfe de Gascogne a fait l'objet de prospections pour l'étude des espèces benthiques profondes à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle.

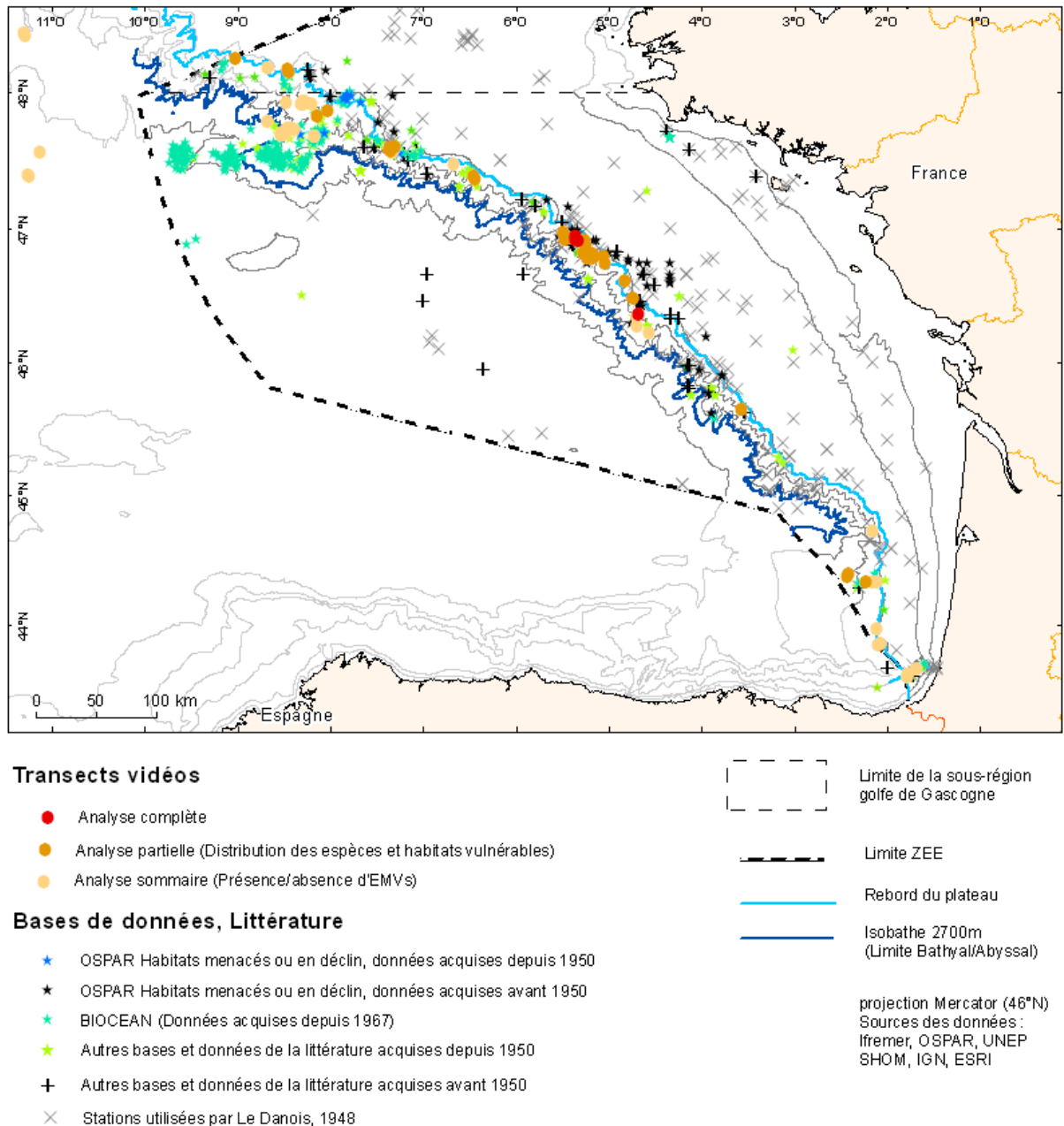


Figure 36 : Source des données, domaine bathyal-abysal, sous-région marine golfe de Gascogne.

Les données décrites dans ce document sont représentées dans la Figure 36. Douze campagnes françaises et étrangères réalisées entre 1981 et 2010 et totalisant près de 70 plongées ont été rassemblées sur les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques.

6.2.2. Les coraux

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les principaux groupes de coraux présents en profondeur sur substrats durs et reconnus comme EMVs sont les scléactiniaires (coraux durs) coloniaux ou solitaires, les antipathaires (coraux noirs) et des octocoralliaires (squelette avec des sclérites avec notamment les gorgones).

6.2.2.1. Les scléactiniaires

Toutes les observations relatives aux scléactiniaires de substrats durs concernent l'étage bathyal.

Les principales espèces constructrices de récifs : *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata*

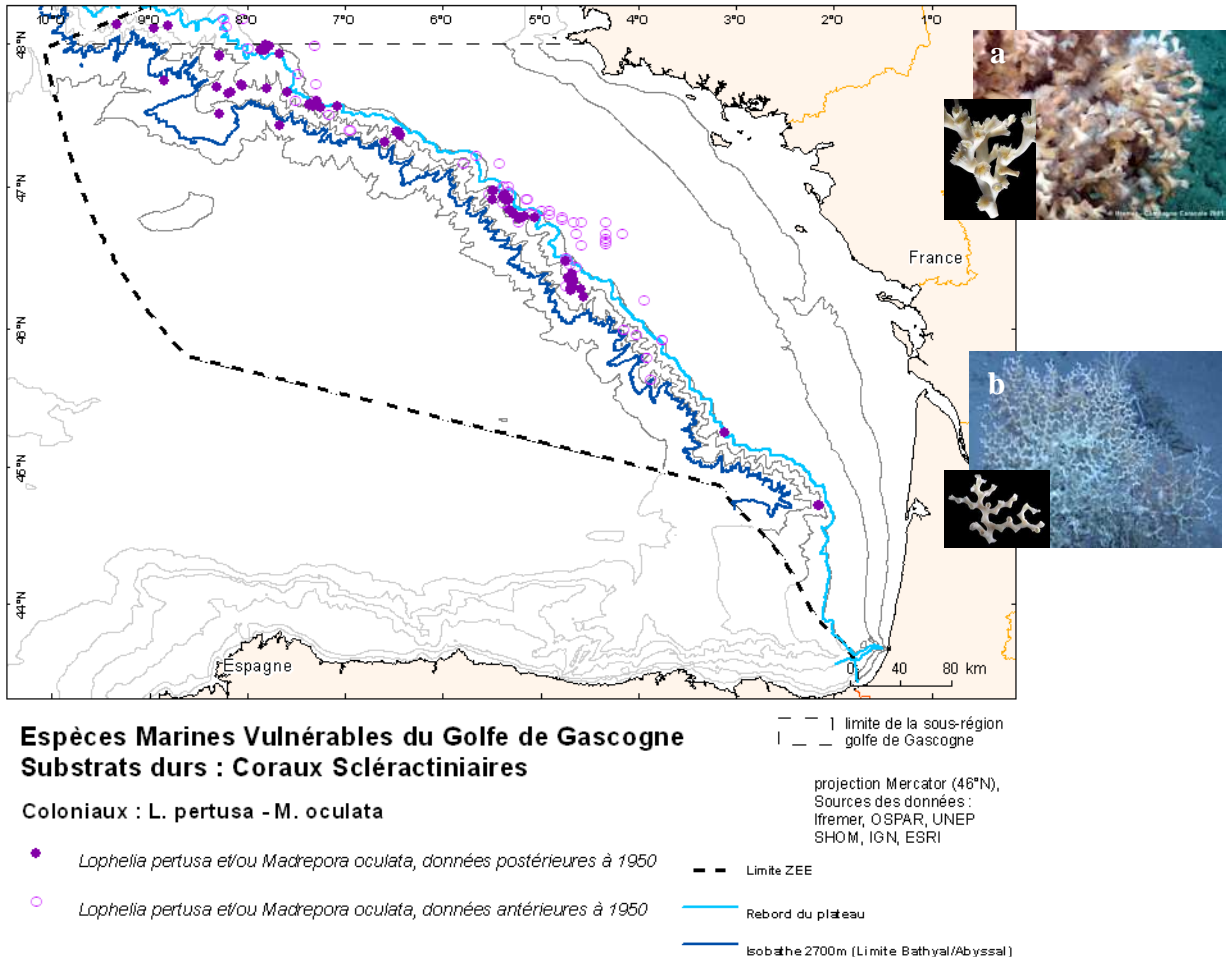


Figure 37 : Distribution des espèces de coraux *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata* (bases de données et imagerie) : a) *Lophelia pertusa* (source : Ifremer) ; b) *Madrepora oculata* (source : Ifremer et NUIG).

Ces espèces coloniales ont été regroupées car elles sont souvent confondues notamment lors de l'interprétation d'images. De nombreuses observations anciennes signalent ces espèces sur le plateau, de 160 m de profondeur jusqu'à 500 m. Dans ces zones, les observations faites récemment n'ont pas permis de retrouver de colonies vivantes. Dans la sous-région, *L. pertusa* a été échantillonné jusqu'à 2 090 m de profondeur et *M. oculata* jusqu'à 1 500 m. Ces deux espèces qui sont la plupart du temps en mélange peuvent, lorsque les conditions sont favorables, élaborer des récifs (voir thématique « Habitats particuliers du bathyal et de l'abyssal »). Ces espèces semblent moins présentes dans la moitié sud du golfe.

Autres scléactiniaires

Les scléactiniaires coloniaux jaunes *Dendrophyllia cornigera* et *Eguchipsammia cornucopia* signalés comme formant une ceinture au niveau du très haut de pente et de petites agrégations récifales n'ont été observés que sous forme de petites colonies très éparées.

Enallopsammia rostrata et *Solesnosmillia variabilis* forment des colonies de grande taille notamment sur les parois verticales entre 1 100 et 2 000 m de profondeur. Aucune observation sur imagerie ne confirme de telles formations récifales dans la sous-région marine golfe de Gascogne. Les principaux scléactiniaires solitaires fixés sur substrats durs et récifs de coraux sont *Desmophyllum dianthus* et plus en profondeur *Javania cailleti* et *Vaughanella concinna*. A l'exception des coraux jaunes qui sont également représentés dans le sud de la sous-région, la plupart des observations concernent la partie centrale et le nord.

6.2.2.2. Antipathaires et gorgones

L'imagerie a permis de mettre en évidence que les antipathaires sont très présents et de manière diversifiée en zone bathyale entre 300 et 1 500 m, que ce soit dans les récifs de coraux, à proximité de ceux-ci, ou sur les zones rocheuses où ils sont fréquemment associés à des gorgones. Ils pénètrent en profondeur jusqu'à plus de 4 000 m. Les gorgones sont fréquentes dans les zones de substrat dur en zone bathyale, il semble qu'elles soient plus présentes au-delà de 1 000 m.

6.2.2.3. Eponges

Des éponges de grande taille sont régulièrement rencontrées dans les récifs de coraux ainsi que sur les zones rocheuses. Les densités sont généralement faibles à l'exception d'une petite zone au centre de la sous-région où les densités sont relativement élevées.

6.2.2.4. Autres espèces

Parmi les autres taxa remarquables de substrats durs, on note la présence de bancs d'huîtres profondes de grande taille (*Neopycnodonte zibrowii*) entre 550 et 850 m dans deux canyons, l'espèce de plus petite taille *Neopycnodonte cohlear* a également fait l'objet de signalements. Les crinoïdes sont fréquents notamment sur les parois verticales. Des densités locales d'étoiles de mer Brisingidés, taxa particulièrement fragile, ont été observées. Des cirripèdes de très grande taille sont présents dans le canyon de Lampaul.

6.2.3. Etat écologique et tendances

Pour les zones rocheuses, les connaissances sont éparées et aucune tendance générale ne se dégage. Le seul domaine pour lequel on dispose d'un faisceau d'observations concordantes concerne la régression notable des zones à *M. oculata* – *L. pertusa*, qu'il s'agisse de récifs ou de colonies éparées. A la lumière des observations faites à la fin du XIX^{ème} et au début du XX^{ème} siècle, cette régression affecte de manière prépondérante les niveaux supérieurs entre 160 et 500 m. Dans les secteurs étudiés, des destructions, pouvant notamment résulter de passage de chaluts de fonds, sont très visibles au cœur des récifs et dans les niveaux inférieurs. La destruction des récifs entraîne la régression, voire la disparition concomitante des espèces associées. Outre ces destructions directes, on note également une tendance à l'envasement de certains récifs coralliens, notamment sur les versants orientés vers l'ouest. L'effet des changements climatiques est également à prendre en considération. Un réchauffement aurait un impact négatif auquel viendrait s'ajouter le risque d'acidification des océans. Cette acidification 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 scléactiniaires devraient être les plus sensibles, les moins concernés étant les antipathaires.

D'après les modèles, d'ici la fin du XXI^{ème} siècle, près de 70 % des océans devraient être impropres au développement de ces organismes sensibles. Dans ce contexte la sous-région marine golfe de Gascogne devrait plutôt devenir une zone refuge.

6.2.4. Lacunes et besoins d'acquisition de connaissances

Les lacunes d'exploration concernent principalement le sud de la sous-région et la zone plus profonde notamment entre 1 000 et 2 500 m de profondeur car les quelques plongées profondes de la campagne CYMOR2 semblent indiquer la présence de jardins de coraux dans cette gamme de profondeur. Compte tenu de la découverte d'une falaise de 70 m de haut à 1 500 m colonisée par de grands sclérectiniaires coloniaux dans le canyon du Croisic et la détection par acoustique de falaises similaires, et parfois encore plus étendues, dans la partie nord de la sous-région, d'autres explorations vidéos devront être conduites sur ces zones. 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*.

Pour les zones rocheuses de cet étage de la sous-région marine golfe de Gascogne, les connaissances sont éparées et aucune tendance générale ne se dégage. Le seul domaine pour lequel on dispose d'un faisceau d'observations concordantes concerne la régression notable des zones à *M. oculata* – *L. pertusa*, qu'il s'agisse de récifs ou de colonies éparées. Cette régression affecte de manière prépondérante les niveaux supérieurs entre 160 et 500 m de profondeur.

Les lacunes d'exploration concernent principalement le sud de la sous-région et la zone plus profonde notamment entre 1 000 et 2 500 m de profondeur et ce pour de nombreuses communautés biologiques.

6.3. Habitats particuliers du bathyal et de l'abyssal

6.3.1. Les données existantes

Les données décrites dans le document proviennent de la synthèse réalisée en 1948 et suite à 30 années de prospection et de l'exploitation des l'imagerie disponible. Les bases de données disponibles ne recensant pratiquement que des occurrences d'espèces ingénier (déjà traité dans le paragraphe relatif aux espèces de EMVs) et non de véritables habitats/communautés.

Douze campagnes françaises et étrangères réalisées entre 1981 et 2010 et totalisant près de 70 plongées ont été rassemblées sur les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques. Outre l'imagerie recueillie, ces campagnes ont permis la récolte de rares échantillons. Pour les campagnes les plus anciennes, seules la présence/absence de ces EMVs par plongée a été notée. Le dépouillement détaillé des vidéos a permis de mettre en évidence la très forte hétérogénéité des canyons en termes d'habitats.

6.3.2. Récifs de coraux *Madrepora oculata* – *Lophelia pertusa*

Les récifs de coraux vivants détectés sur image sont concentrés dans la partie centrale de la sous-région marine golfe de Gascogne (canyon du Guilvinec, canyon de l'Odet, canyon du Croisic), ainsi que tout au nord de la zone. Au niveau bathymétrique ils s'étendent entre 500 - 600 et 1 000 m de profondeur. Les récifs sont fractionnés et les colonies ne dépassent pas quelques décimètres de hauteur. Aucune formation de mont carbonaté n'a été mise en évidence. On note toutefois la présence de monticules d'ordre métrique, situés le plus souvent en tête de canyon avec présence de débris coralliens en surface. Sur image, il n'est pas toujours possible de discriminer les deux espèces constructrices de récifs mais *M. oculata* semble dominer légèrement. Ces récifs présentent une faune associée diversifiée notamment d'antipathaires et de gorgones (*Narella spp.*, *Acanella arbuscula*). Le principal scléactiniaire solitaire est *Desmophyllum dianthus*. Les éponges, en particulier hexactinellides sont fréquentes. Dans certaines zones on note l'abondance de crinoïdes. Des concentrations importantes de « krill » ont été observées au dessus de certains récifs. Au dessus de 500 - 600 m, seuls des débris sont observés, parfois sur de vastes surfaces, avec des morphologies de fracturations, pouvant notamment résulter du passage de chaluts de fond. Dans les secteurs étudiés, des traces nettes de chalutage sont également bien visibles au cœur des récifs ainsi qu'aux limites inférieures. Enfin, des déchets sont rencontrés à intervalle régulier, il s'agit communément d'engins de pêche perdus ou de plastiques.

6.3.3. Autres habitats particuliers de substrats durs

Des jardins de coraux de substrats durs ont été observés au nord de la sous-région avec une dominance d'*Isidella elongata* ainsi qu'au centre de la sous-région (dominance de *Lepidisis spp.*). D'autres substrats durs associent une large variété d'épifaune sessile : gorgones, antipathaires, scléactiniaires, éponges, etc. Ils sont notamment rencontrés sur les marches vers 1 000-2 000 m.

Certaines zones rocheuses et notamment des murs verticaux vers 1 500 m de profondeur (canyon du Croisic) sont dominées par les scléactiniaires coloniaux *Enallopsammia rostrata* et *Solenosmillia variabilis*.

Une seule zone restreinte présentant une densité remarquable d'éponges (Demosponge) a été identifiée dans le canyon du Guilvinec à 700 - 800 m de profondeur.

Des récifs d'huitres *Neopycnodonte zibrowii* ont été décrits (entre 550 et 850 m dans deux canyons, à proximité du banc de La chapelle et du canyon du Guilvinec). Des densités importantes de cirripèdes de très grande taille ont été reconnues dans le canyon de Lampaul.

6.3.4. Autres habitats particuliers de substrats meubles

Des jardins de coraux de substrats meubles dominés par le corail bambou (*Acanella arbuscula*) ont été trouvés dans la partie centrale de la sous-région, de 750 à 1 700 m de profondeur. Cette espèce est souvent associée à des éponges pédonculées (*Hyalonema spp.*) et plus rarement à d'autres coraux bambous de très grande taille (*Lepidisis sp.*), plus rarement à d'autres coraux bambous de grande taille (*Lepidisis sp.*), ainsi qu'à diverses espèces de pennatules et au crinoïde fouisseur *Pentametrocrinus atlanticus*.

Trois communautés de vases à pennatules ont été inventoriées. Dans le nord de la sous-région, les vases à forte concentration de *Distichoptilim gracile* et les vases à *Kophobelemnon stelliferum*, espèce fréquemment associée à une autre pennatule (*Protoptilum sp.*), à des cérianthes et à l'étoile de mer *Pseudarchaster sp.* (800-1 500 m). Dans le sud de la sous-région au niveau du gouf de CapBreton, sont rencontrés les fonds à *Funiculina quadrangularis* et mégafaune fousseuse.

Des zones caractérisées par des concentrations de l'éponge *Pheronema carpenteri* associée aux holothuries *Benthogone sp.* et *Brisingella sp.* ont été observées vers 800 - 900 m en divers points de la sous-région. Ces fonds semblent bien représentés dans cette sous-région. Des zones caractérisées par de grands protozoaires Xénophyophores ont été rencontrées au nord du golfe vers 1 400-1 700 m.

6.3.5. Tendances

Les connaissances sont trop éparées et en l'absence de passage répété sur une même zone, il n'est pas possible de dégager des tendances générales. Le seul domaine pour lequel on dispose d'un faisceau d'observations concordantes concerne la régression notable des zones à *M. oculata* – *L. pertusa*, qu'il s'agisse de récifs ou de colonies éparées. A la lumière des observations faites à la fin du XIX^{ème} et au début du XX^{ème} siècle, cette régression affecte de manière prépondérante les niveaux supérieurs entre 160 et 500 m. Dans les secteurs étudiés, des destructions, pouvant notamment résulter du passage de chaluts de fond, sont également très visibles au cœur des récifs et dans les niveaux inférieurs. La destruction des récifs, réduits le plus souvent à des débris, entraîne la régression, voire la disparition, des espèces d'épifaune sessile associées et notamment les scléactiniaires solitaires, antipathaires, gorgones et éponges de grande taille ainsi que d'autres espèces associées. Outre ces destructions directes par action mécanique, on note une tendance à l'envasement de certains récifs coralliens, notamment sur les versants orientés vers l'ouest.

La présence de pennatules en grande densité n'est observée dans l'étendue bathymétrique étudiée susceptible d'être soumise à la pression de pêche que dans la zone interdite au chalutage du Capbreton. L'attention est attirée sur la vulnérabilité particulière de certains fonds à *Isididae*, dont certains de grande taille et apparemment très peu répandus et des fonds à éponges pédonculées et à *Pheronema spp.*

L'effet des changements climatiques est également à prendre en considération, les récifs coralliens tendant à prospérer plus au nord en période interglaciaire. Outre l'impact négatif que pourrait avoir un réchauffement, ou toute modification affectant plus particulièrement la veine d'eau méditerranéenne ou l'apport en particules dont dépendent fortement les organismes cités, il faut considérer également le risque d'acidification des océans. Cette acidification conduira 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. Parmi les coraux, les scléactiniaires devraient être les plus sensibles, les moins concernés étant les antipathaires. D'après les modèles, la sous-région marine golfe de Gascogne devrait plutôt devenir une zone refuge.

6.3.6. Besoins d'acquisition de connaissances

Les lacunes d'exploration concernent principalement le sud de la sous-région et la zone plus profonde notamment entre 1 000 et 2 500 m de profondeur car les quelques plongées profondes de la campagne CYMOR2 semblent indiquer la présence de jardins de coraux dans cette gamme de profondeur et les travaux menés en 1948 suggèrent une extension importante des fonds à éponge.

Compte tenu de la découverte d'une falaise de 70 m de haut à 1 500 m colonisée par de grands scléractiniaires coloniaux dans le canyon du Croisic et de la détection par acoustique de falaises similaires, et parfois encore plus étendues, dans la partie nord de la sous-région, d'autres explorations vidéos devront être conduites sur ces falaises.

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*.

Toutes ces mesures concernant particulièrement les coraux et les éponges sont justifiées par la vulnérabilité particulière de ces espèces d'épifaune sessile aux actions mécaniques, notamment les chaluts de pêche, ainsi qu'aux actions de remise en suspension de particules, par leur croissance faible et leur durée de vie longue et par le fait qu'un certain nombre d'espèces structurent ou caractérisent certains habitats. Leur intégrité peut être utilisée comme un indicateur de la qualité du milieu.

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

Les habitats particuliers du bathyal et abyssal de la sous-région marine golfe de Gascogne, identifiés comme particulièrement sensibles par les textes européens et les conventions internationales restent insuffisamment documentés pour permettre une synthèse à l'échelle de cette sous-région marine.

Les connaissances sont trop éparées et en l'absence de passage répété sur une même zone, il n'est pas possible de dégager des tendances générales. Le seul domaine pour lequel on dispose d'un faisceau d'observations concordantes concerne la régression notable des zones à *M. oculata* – *L. pertusa*, qu'il s'agisse de récifs ou de colonies éparées. Cette régression affecte de manière prépondérante les niveaux supérieurs entre 160 et 500 m.

Les lacunes d'exploration concernent principalement le sud de la sous-région et les zones profondes notamment entre 1 000 et 2 500 m de profondeur.

7. Peuplements démersaux

Les populations démersales concernent les espèces vivant sur le fond ou à proximité du fond. Il s'agit de populations ichtyologiques et de céphalopodes. En l'état de la connaissance, les céphalopodes sont uniquement mentionnés lorsque des données sont disponibles et l'analyse ci-après se concentre sur les populations ichtyologiques.

7.1. Peuplements démersaux du plateau continental

L'ichthyofaune de la sous-région marine golfe de Gascogne est relativement riche (576 espèces recensées), en partie à cause de la concurrence d'espèces subtropicales, tempérées et boréales. On considère ici les espèces échantillonnées au chalut (ouverture verticale ≈ 4 m) dans la couche d'eau suprabenthique au contact de substrats meubles. Il s'agit d'espèces benthiques, benthopélagiques, et aussi pélagiques, ces dernières sporadiquement observées au voisinage du fond (elles seront simplement mentionnées dans ce qui va suivre). L'essentiel des informations qui vont être exposées provient des campagnes EVHOE (EVALUATION des ressources Halieutiques de l'Ouest de l'Europe), qui ont débuté en 1987 et dont l'emprise a été étendue à une partie des mers Celtiques en 1992. Depuis 1994 elles sont systématiquement réalisées chaque automne (156 traits de chalut de fond répartis suivant la profondeur et la latitude). Le tacaud commun *Trisopterus luscus*, le petit tacaud *Trisopterus minutus*, le sanglier *Capros aper*, la grande argentine *Argentina silus* et le merlu européen *Merluccius merluccius* représentent ensemble plus de la moitié de la biomasse et de l'abondance totales des poissons démersaux chalutés au cours des campagnes EVHOE. Aux accores du plateau et en haut de la pente, la communauté démersale est dominée en nombre par les juvéniles du merlan bleu *Micromesistius poutassou*.

Les céphalopodes sont également mentionnés dans ce chapitre.

7.1.1. Principales espèces échantillonnées par les campagnes EVHOE

La bathymétrie, la latitude et la nature du substrat influencent l'organisation spatiale des assemblages des poissons démersaux. Au plan sédimentologique, la zone axiale du plateau est occupée par la Grande Vasière (sédiments vaseux qui s'étendent au voisinage de la sonde des 100 m), surmontée d'une couche d'eau de température relativement stable (proche de 11°C).

On observe une augmentation de l'abondance et une progression vers le nord d'espèces subtropicales, concomitante du réchauffement climatique. Par exemple le baliste gris *Balistes capriscus* – rare dans la sous-région au début des années 1970 et occasionnellement pêché au début des années 1990 – est aujourd'hui régulièrement capturé. On ne sait pas encore comment le réchauffement des eaux de la sous-région se combinera aux autres pressions qui modifieront la structure et le fonctionnement des communautés démersales. Par ailleurs, aucune introduction récente d'espèces de poisson dans la sous-région n'a été notée.

Au cours des campagnes EVHOE ont été capturées environ 200 espèces de poissons, crustacés et céphalopodes. Notons que celles qui dominent en biomasse – et aussi qui fluctuent le plus en abondance – sont de petites espèces pélagiques (anchois *Engraulis encrasicolus*, chinchard *Trachurus trachurus*, merlan bleu, sardine *Sardina pilchardus* et maquereau *Scomber scombrus*. Figure 38). Les grandes espèces démersales les plus fréquemment capturées sont le merlu, la petite roussette *Scyliorhinus canicula*, le congre *Conger conger*, le merlan *Merlangius*

merlangus, la baudroie commune *Lophius piscatorius* (Figure 38). La cardine à quatre taches *Lepidorhombus boscai*, la baudroie rousse *Lophius budegassa* et la sole commune *Solea solea* (mal échantillonnée en raison de sa capacité d'enfouissement) apparaissent beaucoup moins abondantes, même si leur effectif a augmenté ces dernières années. Les principales espèces d'éla-smobranches sont la raie bouclée *Raja clavata*, la raie douce *R. montagui*, la raie fleurie *Leucoraja naevus*, les requins *Scyliorhinus canicula* (de la côte jusqu'à l'accrore du plateau), la pristiure à bouche noire *Galeus melastomus* (bord externe du plateau et haut de la pente), ainsi que l'aiguillat *Squalus acanthias*. On rencontre aussi des requins migrateurs pélagiques (requin bleu *Prionace glauca*, requin-taupe bleu *Isurus oxyrinchus* et le requin hâ *Galeorhinus galeus*). Le merlu, principal poisson démersal exploité dans la sous-région, est surtout capturé sur la Grande Vasière (la plus grande nourricerie de l'espèce au nord de Gibraltar). Les merlus capturés pendant la campagne EVHOE (octobre-novembre) sont surtout des juvéniles nés au printemps, et leur abondance est un indice de recrutement.

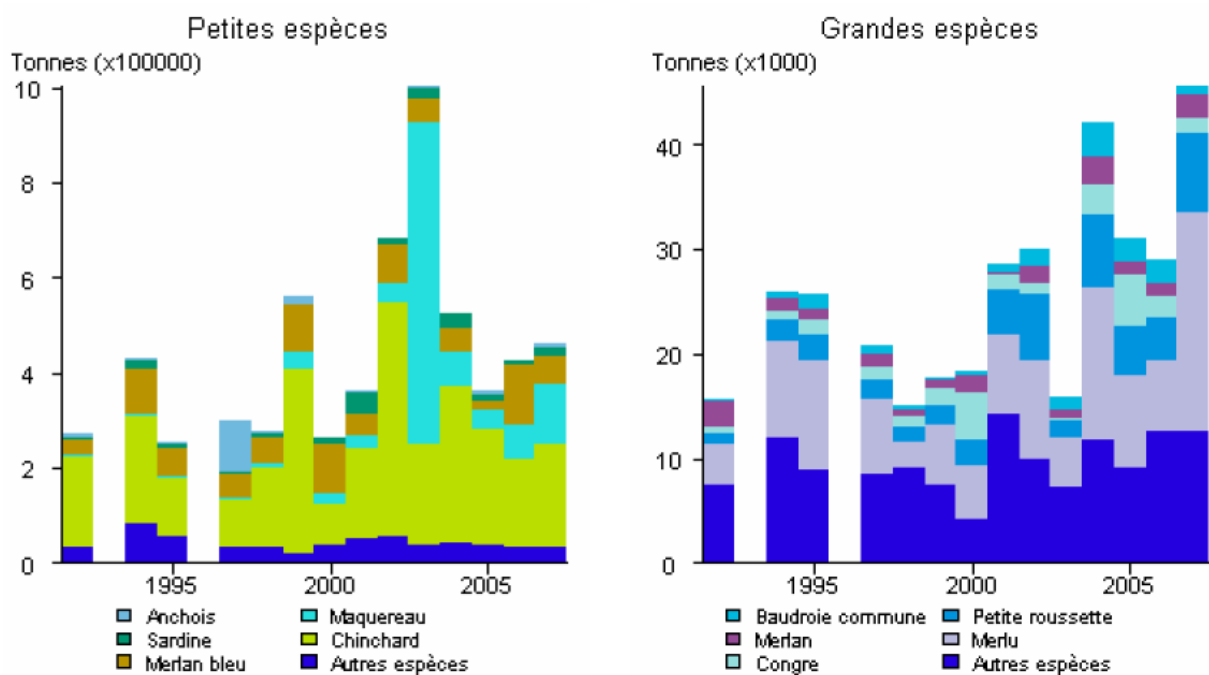


Figure 38 : Biomasse relative des principales espèces de la macrofaune vagile rencontrées lors des campagnes EVHOE dans la sous-région marine golfe de Gascogne.

Globalement, le peuplement ichthyologique de la sous-région marine golfe de Gascogne apparaît stable au cours des quinze dernières années. C'est en particulier le cas de 38 des 54 populations démersales échantillonnées par les campagnes EVHOE. Seize populations (dont 6 de petites espèces) montrent des changements d'abondance et/ou de longueur individuelle moyenne. L'abondance et la taille individuelle moyenne du maquereau ont augmenté.

À plus long terme (en remontant jusqu'au XIII^{ème} siècle), certains poissons du plateau continental du sud de la sous-région montrent une forte diminution. Notamment de grands éla-smobranches benthiques à faible taux de fécondité comme le squale bouclé *Echinorhinus brucus*, l'ange de mer *Squatina squatina*, le pocheteau gris *Dipturus batis*, la raie lisse *Raja brachyura*, la raie pastenague *Dasyatis pastinaca*, l'aigle de mer *Myliobatis aquila*, le requin hâ, *Galeorhinus*

galeus, l'émissole tachetée *Mustelus asterias*, la raie bouclée, *Raja clavata* et quelques actinoptérygiens comme le grondin-lyre *Trigla lyra*, voire le grondin gris *Eutrigla gurnardus*.

7.1.2. Diagnostic du CIEM sur l'état des stocks démersaux exploités

Parmi les stocks de poissons démersaux pêchés sur le plateau de la sous-région, plusieurs sont évalués par le CIEM. Certains stocks sont cantonnés à la sous-région, d'autres s'étendent en dehors, par exemple en mers Celtiques. Les éléments qui suivent sont fondés sur les avis de l'année 2009.

Aucun indicateur quantitatif ni « point de référence » n'ont été définis pour la majorité des espèces considérées, c'est-à-dire les baudroies commune et rousse, la cardine franche *Lepidorhombus whiffiagonis* (sous-régions marines mers Celtiques et golfe de Gascogne), et – dans le golfe de Gascogne – le bar *Dicentrarchus labrax* et le rouget barbet *Mullus surmuletus*. Les évaluations consistent surtout en analyses de tendance (par exemple à l'augmentation d'abondance pour les deux espèces de baudroies suite à de bons recrutements), sans pouvoir qualifier le degré d'exploitation par rapport à des objectifs de gestion tels que la production maximale équilibrée. Ce type de diagnostic est néanmoins établi pour la sole de la sous-région marine golfe de Gascogne, stock considéré comme situé « à l'intérieur de ses limites biologiques de sécurité ».

7.1.3. Diagnostic de l'UICN afférent à la conservation des espèces

Dans la sous-région, l'évaluation de l'UICN (2008) a englobé 70 espèces de poissons (agnathes, chondrichthyens et actinoptérygiens), parmi lesquelles, 21 vivent en eau profonde et 14 sont des chondrichthyens classés antérieurement dans les catégories NT (quasi-menacé), LC (peu préoccupante) ou DD (mal connues), et non considérées ultérieurement comme menacées. Les espèces menacées le sont en raison de pressions qui sont exercées à l'extérieur de la sous-région marine golfe de Gascogne, par exemple dans le cas d'espèces boréales comme le cabillaud *Gadus morhua*, l'églefin *Melanogrammus aeglefinus* et le flétan *Hippoglossus hippoglossus*, et aussi d'espèces subtropicales et méditerranéennes (le mérrou noir *Epinephelus marginatus* et le corb *Sciaena umbra*). De même, deux chondrichthyens classés EN (en danger) en Atlantique Nord-Est, la mante *Mobula mobular* et le poisson-guitare *Rhinobatos rhinobatos*, ne sont qu'exceptionnellement capturés dans le golfe.

Vingt-huit espèces requièrent une attention particulière. Huit sont amphibiotiques (2 agnathes et 6 actinoptérygiens). Elles sont soumises à une mortalité par pêche supérieure à la limite de durabilité dans les eaux marines et continentales, à une dégradation de leurs habitats en eaux douces, et par les obstacles à leurs migrations sur le cours des fleuves et rivières. Menacé d'extinction (catégorie ER), l'esturgeon *Acipenser sturio* est inscrit à l'annexe I de la CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction). En déclin avéré depuis une vingtaine d'années l'anguille *Anguilla anguilla* est inscrite à l'annexe II de cette même convention ; au surplus, l'espèce est attaquée par le nématode endoparasite *Anguillicola crassus*, introduit récemment en Europe avec son hôte d'origine asiatique *Anguilla japonica*.

Les vingt autres espèces sont strictement marines. Il s'agit de deux petits hippocampes côtiers (*Hippocampus guttulatus* et *H. hippocampus*), de deux grands pélagiques et du pagre rouge *Pagrus pagrus*. C'est peut-être suite à une confusion avec la dorade rose *Pagellus bogaraveo* (voir thématique « Biocénoses de l'infralittoral ») que l'UICN a classé EN le pagre rouge, car ni la relation du déclin de l'espèce, ni l'argumentaire de ce classement ancien par l'UICN n'ont pu être trouvés. Plusieurs chondrichthyens sont menacés, des raies comme le pocheteau gris, le pocheteau noir *D. oxyrinchus*, la raie blanche *Rostroraja alba*, ou encore le requin pèlerin *Cetorhinus maximus*. La principale espèce qui s'est effondrée dans la sous-région marine golfe de Gascogne depuis 30 ans est la dorade rose.

Il est à signaler que l'application des critères utilisés par l'IUCN pour l'établissement de ses listes rouge, aux espèces marines exploitées, a été discutée à plusieurs reprises par le Conseil Scientifique Technique et Economique des Pêches (CSTEP), en 2006, et plus récemment en 2009.

7.1.4. Les poissons migrateurs amphihalins démersaux faisant l'objet d'une réglementation maritime et continentale

L'anguille (*anguilla anguilla*), ciblée par le décret amphihalin n°94-157 du 16 février 1994, est une espèce considérée comme menacée au niveau européen et fait l'objet d'un règlement européen (CE) n°1100/2007 du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution des stocks. Elle est inscrite à l'annexe IV de la DHFF et figure sur la liste rouge des espèces menacées en France (MNHN, UICN), comme étant en danger critique d'extinction (CR).

Conformément au règlement européen, le plan de gestion de l'anguille présenté par la France a été approuvé par la Commission européenne le 15 février 2010. Ce plan de gestion prévoit notamment une réduction des mortalités par pêche et une interdiction d'exploiter l'espèce en dehors des unités de gestion dont les limites de territoire sont fixées dans le plan (volets locaux).

L'anguille traverse la sous-région marine golfe de Gascogne pour rejoindre ses zones de reproduction situées en mer des Sargasses, une partie de la population d'anguille séjourne dans la zone côtière au stade juvénile et sub-adulte.

L'esturgeon européen (*Aspicer sturio*) figure en annexe I de la convention internationale CITES, en annexe III de la convention de Berne de 1979, en annexes II (espèce prioritaire) et IV de la directive habitat faune flore, et sur la liste 2004 des espèces menacées de la convention OSPAR. Au niveau national, non compris dans le décret amphihalin n°94-157 du 16 février 1994, il est visé par un plan national d'action pour la période 2011-2015, avec un enjeu fort sur le bassin de la Gironde.

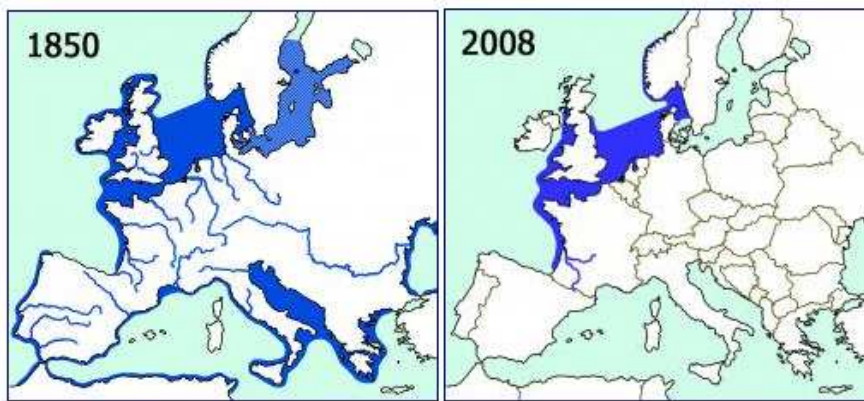


Figure 39 : Aire de répartition marine de l'esturgeon européen *Acipenser sturio*

L'esturgeon européen reste à ce jour uniquement présent sur le bassin de la Gironde. Après la reproduction sur les parties basses de la Dordogne et de la Garonne, les juvéniles vont se développer entre 3 et 7 ans en estuaire. Les esturgeons partent ensuite en migration longue dans toute leur aire de répartition marine en fréquentant les côtes du golfe de Gascogne, de la Manche, de la mer du Nord et de la mer d'Irlande. Le déterminisme de cette migration reste mal connu. C'est cependant au cours de cette vie en mer que l'esturgeon acquiert sa maturité sexuelle à l'âge de 10 à 12 ans pour les mâles, et de 13 à 16 ans pour les femelles. Les adultes remontent alors l'estuaire de la Gironde pour aller se reproduire.

Cette sous-région marine possède une forte biodiversité ichthyologique car plus de 576 espèces démersales y ont été recensées. Elles sont distribuées spatialement en fonction de paramètres physiques (nature du substrat, température, etc.). Le tacaud, le sanglier, la grande argentine et le merlu européen représentent ensemble plus de la moitié de la biomasse et de l'abondance totales des poissons démersaux chalutés au cours des campagnes scientifiques. Aux accores du plateau et en haut de la pente, la communauté démersale est dominée en nombre par les juvéniles du merlan bleu. Au cours des deux dernières décennies, la structure et la composition des communautés démersales, évaluées par le biais de campagnes d'observation, ont globalement peu varié malgré les pressions exercées sur elles par les activités humaines. Toutefois, ces évaluations demandent à être complétées pour certaines espèces (dont certaines en déclin comme les grands élamobranthes) et certaines zones.

7.2. Peuplements démersaux profonds

7.2.1. Habitat démersal profond

L'habitat océanique est stratifié selon la profondeur en : rupture plateau - pente (profondeurs de 200 à 400 m) ; pente continentale supérieure (jusqu'à 750 m) ; pente moyenne (jusqu'à 1 500 m) ; pente inférieure (jusqu'à 2 200 m) ; talus continental (jusqu'à 4 000 m) ; plaine abyssale (au-delà de 4 000 m).

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, la pente continentale présente une pente forte et une bathymétrie tourmentée. La partie française de la sous-région comprend une vaste section de la plaine abyssale.

La définition du domaine profond choisie ici est plus large que celle de la Politique Commune de la Pêche où les pêcheries sont dites profondes si elles capturent certaines espèces, principalement distribuées sur la pente moyenne. Dans le texte qui suit, les espèces démersales de la rupture plateau-pente et de la pente supérieure (merlu, baudroies, cardines, etc.) seront également prises en compte. Enfin, il faut noter que les poissons de cette sous-région font partie de populations réparties sur des zones plus larges, parfois méconnues ; ainsi, l'état des populations ne peut en général pas être évalué à l'échelle de la sous-région marine seule.

7.2.2. Populations et communautés démersales

Le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*), espèce mésopélagique, (voir thématique « Populations ichtyologiques de petits pélagiques ») est une proie principale de certains poissons démersaux profonds de la rupture à la pente moyenne, notamment les requins profonds, le sabre noir, le merlu, les baudroies et l'aiguillat. Son abondance est donc importante pour l'état de la communauté de poissons profonds. Il forme des bancs abondants, par plus de 200 m de profondeur de la sous-région au nord des Îles Britanniques.

7.2.2.1. Rupture plateau-pente

Les principales espèces de poissons démersaux de cet étage vivent aussi sur le plateau continental. Il s'agit du merlu (*Merluccius merluccius*), des baudroies (*Lophius piscatorius* et *L. budegassa*), de la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) et de la raie fleurie (*Leucoraja naevus*). Ces espèces sont surtout représentées par des adultes, les juvéniles vivant par des profondeurs moindres. L'aiguillat commun (*Squalus acanthias*), jadis abondant sur tout le plateau continental européen, s'est raréfié. Dans la sous-région, c'est à la rupture plateau-pente qu'il reste le plus abondant de nos jours.

Considérée comme des espèces profondes, le phycis de fond (*Phycis blennoides*) et le sébaste chèvre (*Helicolenus dactylopterus dactylopterus*) sont aussi abondants. Leur distribution bathymétrique s'étend au-delà de 1 000 m de profondeur mais les juvéniles vivent sur le plateau. Les autres espèces abondantes, cardines franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) et à quatre taches (*L. boscii*), raie circulaire (*Leucoraja circularis*), chien espagnol (*Galeus melastomus*) et chimère commune (*Chimaera monstrosa*) sont absentes ou rares sur le plateau.

La communauté présente des variations temporelles liées à la dynamique des populations, dont la cause exacte est encore mal connue.

7.2.2.2. Pente supérieure

La composition spécifique ressemble à celle de la rupture plateau-pente, à l'exception de la petite roussette et le sanglier qui disparaissent. Des espèces montrant des adaptations aux conditions profondes comme le grenadier raton (*Coelorinchus caelorhincus*), la lingue espagnole (*Molva macrophthalma*) et le sagre commun (*Etmopterus spinax*) deviennent importantes.

7.2.2.3. Pente moyenne

A cette profondeur, les Alepocephalidae, grands poissons caractérisés par une proportion d'eau élevée dans tous leurs tissus sont dominants en biomasse. Les autres grandes espèces démersales

sont l'hoplostète orange (*Hoplostethus atlanticus*), le grenadier de roche (*Coryphaenoides rupestris*), le sabre noir (*Aphanopus carbo*) et les requins et chimères. Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, ces poissons sont moins abondants que dans la sous-région marine mers Celtiques, en particulier, le grenadier de roche est peu abondant.

La communauté ichthyologique comprend un grand nombre de petites espèces, notamment des Macrouridae et des Moridae. Un petit anguilliforme *Synaphobranchus kaupii* (anguille égorgée de Gray) est dominant numériquement. Des requins profonds de taille moyenne (1 m à 1.50 m) sont aussi présents, l'espèce la plus abondante étant *Deania calcea* (requin savate).

7.2.2.4. Pente inférieure, talus et plaine abyssale

Au-delà de la pente moyenne, l'abondance de poissons démersaux diminue rapidement. Les densités observées à 2 000 m de profondeur sont 4 à 10 fois moindres qu'à 1 000 m. Il n'existe pas d'indicateur des tendances des populations vivant au-delà de 1 500 m. Certaines populations sont distribuées sur une large gamme bathymétrique.

7.2.3. Etat des populations et de la communauté

L'UICN, OSPAR et quelques inventaires nationaux ont évalué l'état de populations avérées ou présumées menacées. Ces classements, les évaluations du CIEM et quelques autres inventaires suggèrent que plusieurs populations de requins et raies se sont raréfiées dans la sous-région depuis les années 1960. La raie blanche (*Rostroraja alba*), le pocheteau gris (*Dipturus batis*), l'angle de mer (*Squatina squatina*) et l'aiguillat commun sont les espèces dont l'état est le plus préoccupant, selon l'UICN. Néanmoins, l'aiguillat est toujours présent dans les débarquements de pêche et de campagnes, tandis que le nom *Dipturus batis* regroupe deux espèces dont la confusion a masqué le déclin de la plus grosse. Bien qu'il ne fasse pas l'objet d'évaluation officielle, le squalo bouclé *Echinorhinus brucus* semble très raréfié, aucune capture n'ayant été signalée depuis plusieurs années. Les populations de pocheteau noir (*Dipturus oxyrinchus*) et de requin hâ (*Galeorhinus galeus*) sont également fortement réduites.

Cependant, les tendances récentes ne sont pas toutes négatives. Ainsi, les indicateurs de population issus de la campagne annuelle de chalutage EVHOE⁹ donnent une abondance stable depuis 20 ans pour la raie bouclée (*Raja clavata*), ainsi que pour le phycis de fond et la cardine franche. Des tendances à l'augmentation sont observées pour le sàgre commun et le chien espagnol, ainsi que pour quelques poissons osseux (sébaste chèvre, cardine à quatre taches).

Un déclin important n'a été observé que chez un seul poisson osseux, la dorade rose (*Pagellus bogaraveo*). Cette espèce n'a pas été évaluée dans une optique de risque d'extinction mais elle était jadis abondante sur la pente supérieure ainsi que saisonnièrement sur le plateau continental et

⁹ Une campagne EVHOE est organisée tous les ans au mois d'octobre/novembre, dans les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques. Les objectifs sont les suivants : construire une série chronologique d'indices d'abondance selon les âges pour les principales espèces commerciales : cartographier leur répartition spatiale et leur évolution en fonction de paramètres environnementaux : estimer le recrutement.

dans les eaux côtières pour les juvéniles. La population s'est effondrée dans les années 1975-1985 et son abondance reste faible depuis.

La lamproie marine (*Petromyzon marinus*), espèce amphibiotique, est la seule espèce de vertébré marin présente jusqu'à grande profondeur (2 000 m) mentionnée dans la liste des espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation en application de la DHFF.

Les requins profonds commerciaux (*Centrophorus squamosus* et *Centrocygnus coelolepis*) ont été classés respectivement vulnérable (VU) et presque menacé (NT) dans l'Atlantique Nord-Est par l'UICN. Ni l'abondance absolue de ces populations, ni leur niveau relatif par rapport à un état inexploité ou d'autres points de référence ne sont connus dans la sous-région. Il en est de même pour le grenadier de roche et le sabre noir. Enfin, il n'y a pas de problème connu quant à l'état des populations d'espèces de petite taille de la pente moyenne.

En résumé, les populations en mauvais état sont celles de plusieurs grands élasmobranches et de la dorade rose.

L'habitat océanique de la sous-région marine golfe de Gascogne est stratifié selon la profondeur en : rupture plateau – pente (200 à 400 m) ; pente continentale supérieure (jusqu'à 750 m) ; pente moyenne (jusqu'à 1 500 m) ; pente inférieure (jusqu'à 2 200 m) ; talus continental (jusqu'à 4 000 m) ; plaine abyssale (au-delà de 4 000 m). A ces différents niveaux sont associées des populations ichtyologiques spécifiques, de diversité et d'abondance très hétérogènes. Les principales espèces exploitées sont concentrées dans les trois premiers niveaux. L'état de ces populations et leur évolution restent toutefois fragmentaires. Les populations de plusieurs grands élasmobranches et de la dorade rose sont en mauvais état. Il existe peu ou pas d'indicateur de tendance des populations vivant au-delà de 1 500 m. Les communautés présentent des variations temporelles liées à la dynamique des populations, dont la cause exacte est encore mal connue.

8. Populations ichtyologiques pélagiques

Les populations ichtyologiques pélagiques sont des populations vivant dans la colonne d'eau. Elles sont décrites ci-après en fonction de leur taille : petits pélagiques et grands pélagiques.

8.1. Populations ichtyologiques de petits pélagiques

Les petits poissons pélagiques peuvent être définis comme les poissons du plateau continental vivant dans la colonne d'eau, sans dépendance vis à vis du fond pour leurs fonctions biologiques (nourriture en particulier) et ayant un comportement grégaire (bancs). Ils sont dépendants de conditions hydro-planctoniques variables. Leur source de nourriture à tous les stades de vie est la production planctonique, même si certains ingèrent des œufs et larves de poissons ou voire de petits poissons. Ainsi, les poissons petits pélagiques ne constituent pas une communauté organisée trophiquement. On les étudie donc par population et espèce, détaillant les cycles de vie et les habitats, ce qui permet d'appréhender les causes de variabilité de ces populations.

Dans le golfe de Gascogne, la série des campagnes acoustiques PELGAS¹⁰ à partir de 2000 donne une image de l'ensemble des petits poissons pélagiques, au printemps sur le plateau français de la côte jusqu'aux accores et du gouf de Cap Breton à la pointe de Penmarch. Cinq espèces totalisent 95 % des captures dans la série : le chinchard (*Trachurus trachurus*), la sardine (*Sardina pilchardus*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*), le maquereau (*Scomber scombrus*) et le sprat (*Sprattus sprattus*). Dans la période 2000-2005, ces espèces totalisaient en moyenne une biomasse d'environ $1.2 \cdot 10^6$ t, dont $700 \cdot 10^3$ pour le maquereau (valeur très imprécise pour cette espèce), $300 \cdot 10^3$ pour la sardine, $100 \cdot 10^3$ pour le chinchard, $80 \cdot 10^3$ pour l'anchois et $50 \cdot 10^3$ pour le sprat. La distribution de la biomasse de ces 5 espèces par classe de taille montre trois secteurs géographiques particuliers :

- devant l'estuaire de la Gironde (45°10N à 46°10N, de la côte à la sonde 60 m), les petites tailles < 15 cm prédominent correspondant à un mélange de sprat, petite sardine et petit anchois,
- aux abords du talus au nord de 45°20N les tailles plus grandes prédominent > 20 cm,
- le centre du plateau (sonde 100 m) au nord de 46°30N est désert.

Parmi ces espèces, seuls l'anchois et le sprat ont leur cycle de vie contenu presque entièrement dans les eaux françaises de la sous-région marine golfe de Gascogne. Cela implique que l'état écologique ne peut être obtenu qu'à partir d'une intégration des connaissances à une échelle régionale supra-nationale, telle que par exemple coordonnée par le CIEM. L'importance d'habitats particuliers dans les eaux françaises devra être contre balancée par d'autres facteurs ailleurs, afin d'établir un diagnostic robuste sur l'état écologique des populations.

¹⁰ www.ifremer.fr/pelgas/

8.1.1. Le sprat (*Sprattus sprattus*)

On trouve le sprat associé aux panaches de la Gironde et de la Loire, où on le rencontre avec de la petite sardine et du petit anchois. Il effectuerait tout son cycle de vie sur le plateau français, dans la bande côtière associée aux panaches. Sa biologie et son cycle de vie sont mal connus dans la sous-région marine golfe de Gascogne mais ont été décrits ailleurs. Le stock de sprat n'est pas exploité. Aucun avis sur son état n'est disponible. Seule la campagne PELGAS en donne un suivi (abondance, tailles, distribution).

8.1.2. L'anchois (*Engraulis encrasicolus*)

Une partie seulement du cycle de vie de l'anchois se déroule dans les eaux françaises de la sous-région. La durée de vie est courte (3-5 ans), la maturité sexuelle atteinte dès la première année. La taille maximale est proche de 20 cm. La fécondité est indéterminée. La ponte est multiple et fractionnée (multiple batch spawner). Le régime alimentaire des juvéniles et adultes est principalement constitué de méso-zooplancton, celui des larves de microzooplancton à partir de 50 µm. La ponte a lieu d'avril à juillet, principalement au sud de 46°30N, associée aux panaches de la Gironde et de l'Adour, sur le plateau des Landes ainsi qu'aux accores des Landes et au niveau du Fer à Cheval. La dynamique du stock est soumise aux variations de l'hydro-climat. Le recrutement dépend de conditions multiples, environnementales (upwelling au printemps, stratification, dispersion larvaire, mortalité juvéniles) et de prédation sur les larves et juvéniles, dont les rôles respectifs peuvent varier d'une année sur l'autre. L'anchois est exploité par l'Espagne et la France. Il fait l'objet d'une gestion par TAC de juillet à juillet. Un plan de gestion est en cours d'élaboration. Le CIEM émet un avis annuel sur l'état du stock. Depuis 1987, le stock (biomasse féconde) a varié entre 18 et 120 mille tonnes (ICES, 2011). Il a été en dehors de ses limites de précaution de 2005 à 2009. La pêche a été fermée pendant cette période.

8.1.3. La sardine (*Sardina pilchardus*)

Une partie seulement du cycle de vie de la sardine se déroule dans les eaux françaises de la sous-région marine. La durée de vie est environ de 9 ans (14 ans maximum, taille maximale de 28 cm). La maturité sexuelle est atteinte à 1 an, à une taille proche de 14 cm. La fécondité est indéterminée. La ponte est multiple et fractionnée. La sardine change de comportement alimentaire et migratoire en grandissant, avec pour conséquence un stock constitué de différentes composantes aux cycles de vie annuels différents. La petite sardine (taille < 19 cm) est côtière, le long des côtes françaises (sonde < 80 m) où elle réaliserait tout son cycle annuel. Son régime alimentaire est surtout constitué de méso-zooplancton et aussi de particules plus fines (filter feeding). La connectivité avec la sardine des côtes espagnoles est mal connue, comme avec celle des mers Celtiques et de la Manche. La sardine des eaux espagnoles et portugaises (secteurs VIIIc et IXa) est actuellement gérée comme un stock séparé d'un stock Gascogne (VIII a et b) non soumis à quota. En particulier, ces deux stocks ne semblent pas avoir les mêmes dynamiques de recrutement. La sardine du golfe de Gascogne (VIII a et b) est exploitée mais ne fait pas l'objet de mesures de gestion. Le CIEM ne fournit pas d'avis sur l'état de la sardine dans cette zone.

8.1.4. Le maquereau (*Scomber scombrus*)

Le maquereau a une large distribution dans les eaux ouest européennes (40°-65°N, 5°E-14°W), depuis la côte portugaise jusqu'aux îles Shetland, dans le nord de la mer du Nord et la mer de

Norvège. Son cycle de vie dépasse donc largement la sous-région marine golfe de Gascogne. La durée de vie est longue (15 ans et plus) et la taille maximale est de l'ordre de 60 cm. La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 3 ans (30 cm). La fécondité est déterminée. La ponte est multiple et fractionnée. Le régime alimentaire est constitué de méso-zooplancton, de larves de poissons et de petits poissons pour les plus gros individus. La ponte a lieu centrée sur les accores du plateau ouest européen, démarrant en janvier dans les eaux portugaises jusqu'au nord de l'Ecosse en juillet, progressant vers le nord avec la saison. Le maximum de ponte est centré sur 46°-55°N en mai, incluant donc pour partie les accores de la sous-région marine golfe de Gascogne. Durant et après la ponte, les adultes migrent vers le nord en été (migration de nutrition). Un hivernage a lieu dans les eaux profondes du nord de la mer du Nord (Viking Bank). Les plus gros individus migreraient les plus loin. Les habitats des juvéniles (nourriceries) sont situés sur le plateau : Nord Portugal, plateau français de la sous-région marine golfe de Gascogne (45°-48°N), Cornouailles britannique, Nord-Ouest Irlande, Ouest Hébrides. Les juvéniles seraient assez sédentaires sur les nourriceries, vivant proche du fond, jusqu'à leur recrutement au stock adulte migrateur. L'organisation du cycle de vie et la dynamique de la population intègrent un grand nombre de facteurs environnementaux, à cause de la grande échelle spatiale du cycle de vie. Parmi ces facteurs, la température influe sur le choix des lieux d'hivernage au nord de la distribution ainsi que sur la saisonnalité de la migration de ponte à partir de ces zones vers le sud. Des températures inférieures à 8°C seraient évitées. Les zones de nutrition post-ponte au nord de la distribution (mer de Norvège) seraient liées à la distribution des *Calanus* et à des températures clémentes. Les variations du recrutement ont été mises en relation avec un indice de turbulence de la colonne d'eau due au vent, pendant la période larvaire. Le maquereau est exploité sur l'ensemble de son aire de répartition par de nombreux pays. Il fait l'objet d'une gestion par TAC et d'un plan de gestion. Le CIEM émet un avis annuel sur l'état du stock. Depuis 2000, la biomasse féconde a varié entre 1.5 et 3 millions de tonnes. Il a été en dehors de ses limites de précaution de 2002 à 2004.

8.1.5. Le chinchard (*Trachurus trachurus*)

Le chinchard a une large distribution dans les eaux européennes et son cycle de vie dépasse largement la sous-région marine golfe de Gascogne. Trois stocks sont distingués : le stock sud (secteur IX, au sud de la Galice), le stock de mer du Nord (secteurs IV a, b, VII d, IIIa) et le stock ouest, allant du cap Finistère à la mer de Norvège (40°-64°N, 4°E-12°W). Le chinchard du golfe de Gascogne appartient au stock ouest. La durée de vie est très longue (30 ans et plus, taille maximale de 70 cm). La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 4-5 ans (> 23 cm). La fécondité est indéterminée. La ponte est multiple et fractionnée. Le régime alimentaire est composé de méso-zooplancton mais aussi de zoobenthos et de petits poissons, le niveau trophique augmentant avec la taille. La relation entre le stock et l'environnement est mal connue. Le chinchard semble éviter les températures inférieures à 8°C. La dynamique du recrutement est caractérisée par de très forts recrutements très espacés dans le temps. Le stock ouest de chinchard est exploité sur l'ensemble de son aire de répartition par de nombreux pays. Il fait l'objet d'une gestion par TAC et d'un plan de gestion pluri-annuel. Le CIEM émet un avis annuel sur l'état du stock. De 1981 à 1995, le stock a varié entre 1.4 et 4.5 millions de tonnes et depuis 1995, il est proche de 2 millions de tonnes. Il n'est pas sorti de ses limites de précautions.

8.1.6. Des espèces additionnelles

Ajouter aux cinq espèces principales précédentes, par ordre d'importance, le merlan bleu (*Micromesistius potassou*), le sanglier (*Capros aper*), le maquereau espagnol (*Scomber japonicus*) et le chinchard à queue jaune (*Trachurus mediterraneus*) permet d'atteindre 98 % des captures dans la série PELGAS. La répartition géographique de ces espèces est très étendue, bien au delà de la sous-région marine golfe de Gascogne. Leur importance relative sur le plateau français de la sous-région pourrait trahir des conditions environnementales particulières ou un changement dans l'écosystème. D'une part leur biologie dans la sous-région est mal connue et d'autre part, leur présence au printemps dans les observations de la campagne PELGAS est variable. La sous-région marine golfe de Gascogne est en limite nord de la répartition biogéographique du maquereau espagnol et du chinchard à queue jaune. Le maquereau espagnol est limité au sud de la sous-région (sud de 46°N). Pour le chinchard à queue jaune, seuls de gros individus sont capturés et l'abondance est faible. La présence du merlan bleu dépend de la montée sur le plateau de ce poisson au printemps, alors qu'il est à cette époque distribué en dehors, au large des accores. Le sanglier peut former de très gros bancs, surtout sur la partie externe du plateau (sonde > 120 m) au nord de 47°N. Enfin, on peut aussi citer les crystallogobies (sp) qui forment parfois des couches importantes proches du fond et les myctophidés (sp), poissons mésopélagiques de la zone océanique au large des accores, dont la montée sur le plateau est peu commune mais possible.

8.2. Conclusions

8.2.1. Synthèse des connaissances et zones sensibles

Le sprat, l'anchois, la sardine, le maquereau et le chinchard sont les 5 populations d'espèces pélagiques récurrentes dans la sous-région qui sont suivies par la campagne PELGAS et dont l'état est évalué par le CIEM. La sous-région marine golfe de Gascogne héberge des habitats de ponte et de nourricerie pour ces espèces (Figure 40). Le secteur de la Gironde correspond à un habitat particulier : il héberge une communauté de sprat, petite sardine et petit anchois. Ce secteur est aussi un habitat de ponte de l'anchois. Le secteur côtier est un habitat privilégié de la sardine (< 20 cm). Les accores correspondent à une partie de l'habitat de ponte de poissons migrateurs, maquereau, chinchard et grosse sardine (> 20 cm). Le plateau Gascogne, en particulier au nord de 46°N, correspond à une des nourriceries du maquereau et du chinchard. D'autres espèces pélagiques sont plus sporadiquement présentes et pourrait être indicatrices de conditions particulières.

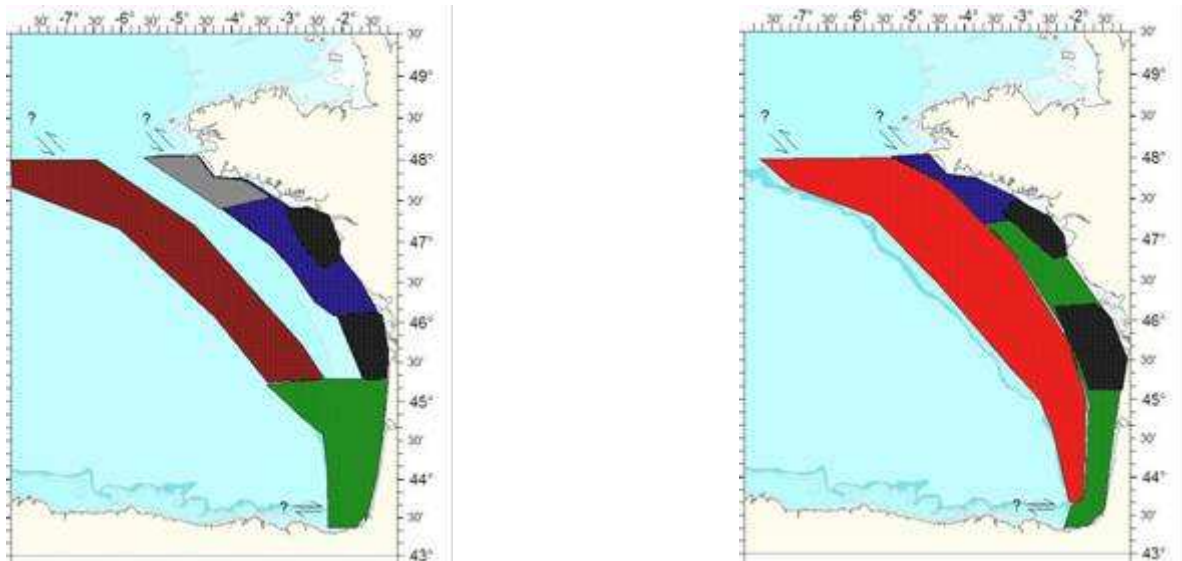


Figure 40 : Représentation schématique de la distribution des adultes en ponte au printemps (gauche) et des nurseries (droite). Noir : sprat, petit anchois et petite sardine. Vert : anchois et/ou sardine. Bleu : petite sardine. Gris : grosse et/ou petite sardine. Rouge : maquereau et chinchard et grosse sardine. Orange : maquereau et chinchard. Source : données PELGAS, ICES Coop. Res. Rep. No. 306, ICES WGWIDE report 2010.

8.2.2. Besoin de connaissances complémentaires

La distribution et les cycles de vie des espèces commerciales sont relativement bien décrits. Toutefois, les aspects fonctionnels des habitats sont beaucoup moins bien connus, de même que les relations trophiques et la bioénergétique des poissons ce qui ne permet pas de quantifier l'importance d'une zone dans la dynamique des populations. Le déterminisme des migrations et la connectivité entre zones sont aussi assez méconnus et pour partie liés aux aspects bioénergétiques, comportementaux et hydrodynamiques.

Les populations de petits pélagiques de la sous-région marine golfe de Gascogne peuvent être considérées comme saisonnières et se distribuent soit en fonction de leur cycle de migration (sprat, anchois, maquereau, chinchard, sardine), soit en fonction des exigences de leur reproduction sur des territoires débordant largement cette sous-région marine. Le déterminisme des migrations et la connectivité entre zones sont assez méconnus et pour partie liés aux aspects bioénergétiques, comportementaux et hydrodynamiques. Les connaissances sur les aspects fonctionnels des habitats (relations trophiques notamment) qui les hébergent restent également à étudier.

8.3. Populations ichtyologiques de grands pélagiques

Les grands poissons pélagiques, prédateurs apicaux clé des écosystèmes marins hauturiers et côtiers, sont de grands migrants qui visitent des zones géographiques très distantes les unes des autres, dont les populations se répartissent sur plusieurs sous-régions marines. Ainsi sont listées ici les principales espèces fréquentant la sous-région, mais l'accent est mis sur celles qui y ont une distribution prééminente, comme en témoignent les données de captures de pêche (Figure 41, Figure 42).

La principale - et souvent l'unique - source d'information sur la biologie, l'écologie et la distribution spatiale de ces poissons provient en effet des données de pêche, collectées pour l'ensemble de l'Atlantique Nord par la CICTA¹¹. En effet, il existe peu de suivis scientifiques efficaces pour les grands pélagiques, et ils sont limités à quelques espèces-phares comme le thon rouge. Tous les stocks sont évalués par le biais de modèles utilisant les statistiques de captures et d'effort de pêche, de qualité et de quantité très disparates.

Pourcentage des captures dans le golfe de Gascogne

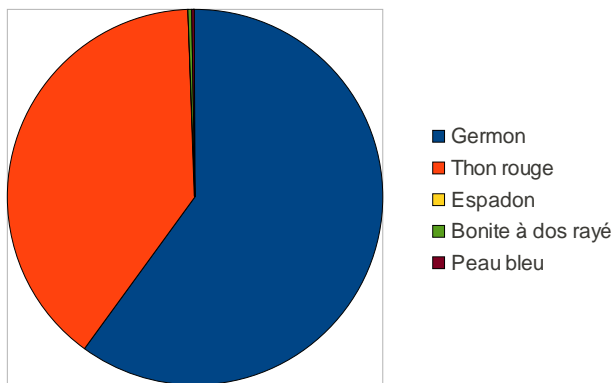


Figure 41 : Proportion des 5 principales espèces débarquées au cours de la période 1952-2009 (données CICTA).

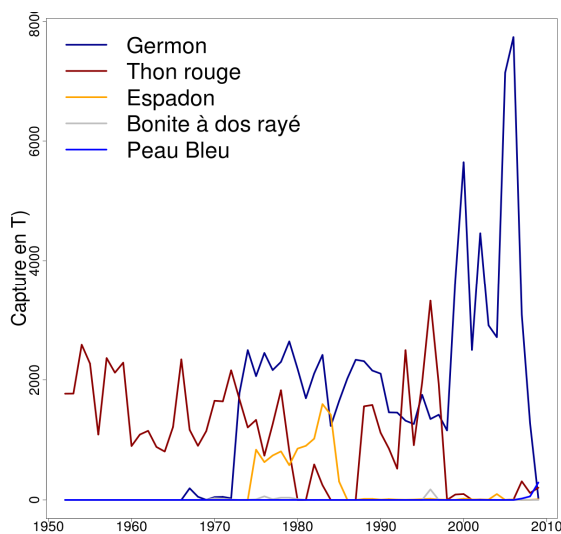


Figure 42 : Evolution des captures des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région de 1952 à 2009 (données CICTA).

¹¹ La CICTA, mieux connue sous son acronyme anglais ICCAT, est une organisation de pêche intergouvernementale responsable de la conservation des thonidés et des espèces apparentées de l'océan Atlantique et de ses mers adjacentes. La CICTA regroupe 48 parties contractantes, dont l'Union européenne. Voir <http://www.iccat.int/>

8.3.1. Les espèces de grands poissons pélagiques présentes dans la sous-région marine golfe de Gascogne

8.3.1.1. Le germon (*Thunnus alalunga*)

Le germon est une espèce épi et mésopélagique d'eaux tempérées, qui s'approche rarement des côtes et préfère les eaux profondes et ouvertes, dans les plages de température comprises entre 16°C et 21°C dans l'Atlantique Nord-Est. Ses migrations comptent parmi les plus longues du monde, et si aucune n'a été enregistrée entre les stocks Nord et Sud Atlantique (délimités à 5°N), on a observé des déplacements transatlantiques ainsi qu'entre l'Atlantique Nord et la Méditerranée. Le frai a lieu dans les eaux tropicales. Sa taille maximale (127 cm) en fait une des plus petites espèces de thonidés. D'une longévité d'environ 15 ans, il est estimé mature à 5 ans/90 cm. Les germons sont des carnivores qui se nourrissent de façon opportuniste dans des bancs de sardines, anchois, maquereaux et calmars.

8.3.1.2. Le thon rouge (*Thunnus thynnus*)

Le thon rouge atlantique (*Thunnus thynnus*) est réparti sur l'ensemble de l'Atlantique Nord et de la Méditerranée. Il effectue d'importantes migrations et se déplace en bancs. Considéré aujourd'hui comme réparti en deux stocks, il pourrait être en fait une « métapopulation » composée de plusieurs sous-unités. Situé à la fin de la chaîne alimentaire océanique, il se nourrit principalement de petits poissons pélagiques, de calmars, crevettes et crabes pélagiques. Le thon rouge peut vivre jusqu'à 40 ans, il devient adulte à l'âge de 4 ans, soit à 120 cm et 25 kg (pour le stock est, le stock ouest croîtrait plus lentement). Le thon rouge se reproduit en Méditerranée, mais fréquente le golfe de Gascogne, où il vient se nourrir, à partir de juillet.

8.3.1.3. L'espadon (*Xiphias gladius*)

L'espadon (*Xiphias gladius*), espèce océanique, peut fréquenter les zones côtières. On distingue 3 stocks : Méditerranée et Atlantique Nord et Sud, séparés à 5°N, bien que les échanges soient probablement élevés sur la ligne de délimitation dans la zone tropicale. Pour l'Atlantique Nord, le frai a lieu principalement dans les eaux chaudes tropicales et subtropicales occidentales, tout au long de l'année, et les espadons fréquentent les eaux tempérées plus froides en été et automne. Les espadons s'alimentent d'une grande variété de proies, dont des poissons de fond, des pélagiques ou des invertébrés, vraisemblablement sur toute la distribution verticale des eaux (de grandes migrations verticales nyctémérales ont été observées). Leur croissance est rapide jusqu'à 3 ans (atteignant environ 140 cm LJFL¹²), puis ralentit. Les femelles, qui grandissent plus rapidement que les mâles, atteignent une taille maximale plus élevée, et 50 % sont matures à 5 ans (180 cm). Ils peuvent vivre jusqu'à 15 ans et atteindre un poids de 500 kg.

8.3.1.4. La bonite à dos rayé (*Sarda sarda*)

Les espèces de thonidés mineurs, parmi lesquelles la bonite à dos rayé, sont amplement distribuées dans les eaux tropicales et subtropicales de l'Atlantique, jusqu'à la Méditerranée et la

¹² Longueur maxillaire inférieur-fourche

mer Noire, voire aux eaux plus froides de l'océan Atlantique Nord et Sud. Les études sur leurs schémas de migration sont très rarement disponibles, en raison des difficultés pratiques à les manipuler et marquer. On les trouve fréquemment regroupées en bancs importants avec d'autres thonidés ou espèces voisines de petite taille dans les eaux littorales et hauturières. Elles ont une alimentation variée, privilégiant les petits pélagiques, les crustacés, les mollusques et les céphalopodes, et peuvent elles-mêmes être la proie des grands thonidés, des makaires et des requins. Leur saison de frai varie selon les espèces, et la ponte a généralement lieu à proximité des côtes dans les zones océaniques, où les eaux sont plus chaudes.

8.3.1.5. Les requins pélagiques, le requin peau bleue (*Prionace glauca*)

Les sous-régions marines françaises renferment de nombreuses espèces de requins, côtières aussi bien qu'océaniques, aux stratégies adaptées à leurs besoins au sein de leurs écosystèmes respectifs, où ils occupent une position très élevée dans la chaîne trophique. Certaines sont très courantes et ont une vaste distribution géographique dans l'écosystème épipelagique océanique, comme le requin peau bleue et le requin-taupe bleu, et d'autres le sont moins, comme le requin-taupe commun, qui présente une distribution limitée aux eaux froides-tempérées, de préférence à proximité du continent, le requin marteau, le requin renard ou le requin soyeux.

8.3.1.6. Le thon obèse (*Thunnus obesus*)

L'aire de répartition géographique du thon obèse s'étend de 50°N à 45°S. Les adultes (100 cm) nagent plutôt en profondeur (> 200 m) de jour et en surface (< 100 m) la nuit, mais les thons de plus petite taille restent plus en surface. Il effectue également des migrations verticales vers la surface pour des raisons trophiques et/ou physiologiques. Cette espèce, plutôt concentrée sur les zones tropicales et subtropicales, peut remonter jusqu'aux zones tempérées, de juin à octobre.

8.3.1.7. Les poissons amphihalins grands pélagiques

Onze espèces amphihalines, soit la quasi-totalité des espèces migratrices ouest-européennes, sont originellement présentes dans la sous-région marine golfe de Gascogne, dont notamment les sept espèces visées par le décret n°94-157 du 16 février 1994: le saumon atlantique (*Salmo salar*), la truite de mer (*Salmo trutta*), la grande alose (*Alosa alosa*), l'alose feinte (*Alosa fallax*), la lamproie marine (*Petromyzon marinus*), la lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), l'anguille (*Anguilla anguilla*), mais également :

- le mullet porc (*Liza ramada*) : sa présence étant constatée régulièrement du bassin de la Loire jusqu'en Loire moyenne ;
- l'esturgeon européen (*Acipenser sturio*) : l'estuaire de la Gironde constitue le dernier site européen de présence de cette espèce. Il remontait jusqu'au début du XX^{ème} siècle en basse Loire ;
- Le flet (*Platichthys flesus*) et l'éperlan (*Osmerus eperlanus*) : espèces séjournant entre les zones côtières, et les estuaires voire la partie basse des fleuves suivant les différentes phases de leur cycle de vie.

Ces onze espèces vivent alternativement en eau douce et en eau salée pour assurer leur cycle biologique. Pour les espèces anadromes, la phase de grossissement se déroule en mer tandis que la reproduction a lieu dans les rivières. C'est le cas du saumon atlantique, de la truite de mer, des

aloses, des lamproies, de l'esturgeon et de l'éperlan. Pour les espèces catadromes (anguille, mullet porc et flet) le cycle est inversé.

Parmi ces onze espèces, neuf sont des amphihalins pélagiques (l'anguille et l'esturgeon, à comportement démersal sont traités dans le chapitre 7.1.4). Les espèces d'amphihalins pélagiques visées par le décret n° 94-157 du 16 février 1994 apparaissent sur la liste rouge des espèces menacées en France (Muséum National d'Histoire Naturelle, UICN). La grande alose, l'alose feinte, le saumon atlantique et la lamproie fluviatile sont des espèces vulnérables (VU). La lamproie marine est quasi menacée (NT).

Le saumon atlantique, les aloses, les lamproies marines et fluviatiles sont des espèces citées au titre de l'annexe II de la directive européenne habitats (Natura 2000) et de l'annexe III de la convention de Berne.

Ces espèces, dont l'aire de répartition est largement impactée par les activités anthropiques, font l'objet d'objectifs de gestion précisés dans les plans de gestion des poissons migrateurs établis à l'échelle des circonscriptions des COGEPOMI (4 dans la sous-région marine golfe de Gascogne). Ces plans de gestion traitent essentiellement des eaux fluviales et proches côtières. En effet, les obstacles à la migration, y compris en mer et sur les cours d'eau, la dégradation de la qualité des eaux (pressions urbaines, agricoles et industrielles), ainsi qu'une exploitation halieutique excessive ont contribué au déclin des migrateurs. Les espèces migratrices ne se sont alors maintenues, souvent de manière marginale, que sur les quelques cours d'eau, ou sections de cours d'eau, encore accessibles.

Le saumon atlantique traverse la sous-région marine golfe de Gascogne afin de rejoindre ses zones de grossissement situées en mer de Norvège. Cette espèce présente des populations distinctes génétiquement entre les différents bassins versants où elle est présente (cours d'eau bretons, bassin de l'Adour et des Gaves, bassin de la Loire et de l'Allier, bassin de la Dordogne). La population de saumon du bassin Loire-Allier, qui se distingue notamment par sa très longue migration en eau douce (plus de 800 km) pour rejoindre ses zones frayères sur le haut-Allier, fait l'objet d'une gestion renforcée à l'échelle du bassin. Des lâchers massifs sont aussi opérés dans le bassin de la Dordogne de la Garonne et dans les Gaves (bassin Adour).

L'étude du comportement migratoire en mer du saumon a fait l'objet d'un consortium de recherche européen « Salmon at Sea »¹³, qui a notamment permis par l'utilisation de différentes techniques de marquage, de mettre en évidence le fuseau des routes migratoires des saumons entre leurs cours d'eau d'origine depuis le Nord de l'Espagne jusqu'à la Scandinavie, et la mer de Norvège. Pour les saumons de Loire-Allier, la route migratoire a été caractérisée (résultat provisoire), comme le met en évidence la carte ci-dessous.

¹³ <http://www.nasco.int/sas/salseamerge.htm>

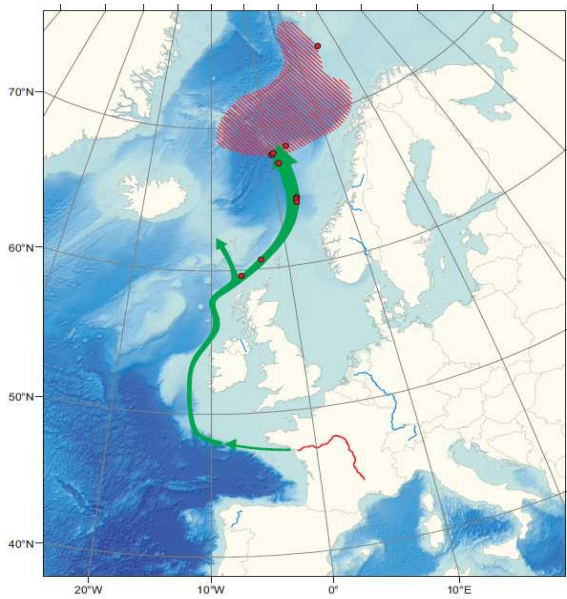


Figure 43 : Simulation de la route migratoire préférentielle des saumons de Loire-Allier (résultat provisoire)

La grande alose et l'alose feinte se caractérisent, après une reproduction en rivière par une dévalaison vers la mer. Les alosons franchissent rapidement l'estuaire (en quelques jours), après n'être restés qu'environ trois mois en rivière. Les jeunes alosons vont alors passer de 2 à 8 années en mer afin d'effectuer leur croissance, le temps de résidence en mer dépendant de la maturation sexuelle des individus, cette dernière intervenant plus tardivement chez l'alose femelle. Les aloses évoluent en bancs en zone côtière, se nourrissant de petits poissons pélagiques et de crustacés. Peu de données sont aujourd'hui disponibles pour caractériser ce comportement marin. On note toutefois une différence entre les deux espèces (grandes aloses et aloses feintes) au niveau du régime alimentaire et de la répartition en mer, ce qui se traduit par une sensibilité plus forte pour l'accumulation de contaminants (mercure, PCB) pour l'alose feinte.

La lamproie marine et la lamproie fluviatile se reproduisent en eau douce, sur la partie aval des fleuves. Ainsi, sur le bassin de la Loire, la majorité du contingent est recensé sur la Loire en aval d'Orléans et sur des affluents. Après 4 à 6 ans de développement en eau douce, les jeunes lamproies dévalent en période hivernale vers l'océan où elles vont rester en moyenne deux années. Les lamproies stationnent en zone côtière et adoptent au cours de cette phase de vie marine un mode de vie parasitaire, se ventousant sur un poisson hôte et digérant sa chair. Après cette phase marine, elles remontent les fleuves et les rivières en hiver et au printemps pour y rejoindre leurs zones de reproduction.

Le mulot porc se caractérise par une ponte en mer, en zone côtière, entre septembre et février. Les œufs se développent en milieu pélagique, puis après éclosion, les juvéniles colonisent le littoral et les estuaires. Les adultes se nourrissent en milieu côtier et estuarien, remontant pour certains sur la partie basse des fleuves. Dans le cas de la Loire, les remontées de mulots porcs sont constatées jusqu'en Loire moyenne.

Le flet se reproduit en mer en hiver, en zone côtière. La larve pélagique, après son développement sur le plateau continental, dérive ensuite vers les côtes. Les juvéniles se développent en estuaire et vivent sur les zones de nurricerie internes à l'estuaire pendant deux années environ. Une fois

leur maturation sexuelle atteinte, les flets adultes rejoignent leur zone de reproduction à l'embouchure des estuaires ou dans les panaches fluviaux.

8.3.2. Exploitation des espèces de grands poissons pélagiques présentes dans la sous-région marine golfe de Gascogne

8.3.2.1. Exploitation du germon

Le germon est principalement capturé en Atlantique Nord par des flottilles de surface : canneurs, ligneurs, chaluts semi-pélagiques en paire et autres flottilles de surface. Les principales techniques sont notamment la canne à l'appât vivant en été et automne par des flottilles espagnole, française, portugaise et irlandaise ainsi que par les chaluts semi-pélagiques en paires, qui ont remplacé les filets dérivants après 2000, ciblant principalement des poissons immatures et préadultes. Les pêcheries palangrières asiatiques, qui ciblaient par le passé des germons adultes, ciblent maintenant le thon obèse. Depuis le pic de 36 989 t en 2006, les captures diminuent dans l'Atlantique Nord (20 359 t en 2008, dont 17 861 t par les pêcheries de surface, et 3 009 t déclarées par la France). Les poids moyens des captures sont stables (7 kg pour toutes les flottilles de surface de 1975 à 2007, 18.8 kg pour les flottilles palangrières de 1975 à 2005).

8.3.2.2. Exploitation du thon rouge

L'exploitation du thon rouge est essentiellement développée dans la sous-région marine Méditerranée occidentale. Sur les 7 000 à 10 000 t annuelles capturées dans l'Atlantique Nord-Est, 2 000 t en moyenne étaient réalisées dans la sous-région marine golfe de Gascogne au sens large. Opérant dans l'est et le sud-est de la sous-région (Figure 44), les principales pêcheries que sont les chalutiers pélagiques et les canneurs ont fortement chuté à la suite de la mise en place du plan de reconstitution du thon rouge.

8.3.2.3. Exploitation de l'espadon

La baisse de la prise (débarquements + rejets morts) observée (20 236 t en 1987, 10 753 t en 2008, pour une moyenne de 11 332 t /an depuis 10 ans) a été attribuée aux effets des mesures de la CICTA, à des déplacements de l'aire opérationnelle des flottilles, notamment vers l'Atlantique Sud ou en dehors de l'Atlantique, ainsi qu'à des facteurs socio-économiques. L'exploitation de cette espèce concerne principalement la sous-région marine Méditerranée occidentale et la partie évaluation de stock réalisée par la CICTA ne concerne que le stock méditerranéen.

8.3.2.4. Exploitation de la bonite à dos rayé

Les thonidés mineurs sont exploités en majorité par les pêcheries côtières et artisanales. Toutefois, de fortes prises, dirigées ou accidentelles, sont également effectuées par les senneurs, les chalutiers pélagiques, les lignes à main et les petits filets maillants. Les captures accessoires de certaines pêcheries palangrières comprennent également des quantités indéterminées de thons mineurs. Plusieurs de ces espèces sont également capturées par les pêcheries sportives et récréatives. Une estimation des débarquements nominaux totaux des thonidés mineurs en 2008 s'élève à 55 876 t.

8.3.2.5. Exploitation du thon obèse

Cette espèce est surtout la cible des flottilles palangrières hauturières asiatiques et des senneurs européens, dans la zone tropicale. Cependant, des captures de thon obèse sont également signalées dans des zones tempérées, notamment les Açores et depuis quelques années dans la sous-région marine golfe de Gascogne, où ils sont capturés entre juin et octobre, jusqu' à 52°N (maximum en août et septembre). Son comportement général est compatible avec une capture de nuit en surface par des engins comme le chalut pélagique en bœuf. Les captures de jour en surface restent possibles, notamment par la pêche à la canne ou à la traîne, du fait de ses migrations verticales. Les tonnages capturés sont très irréguliers, qu'il s'agisse de prises ciblées (114 t en 2004, 610 t en 2005, 15 t en 2006 pour la France) ou accessoires (pic à 211 t en 2005 par les canneurs, à 251 t en 2007 par les chalutiers pélagiques).

8.3.2.6. Exploitation des requins

Malgré leur amélioration, les statistiques sur les prises restent insuffisantes pour permettre de formuler un avis permettant d'orienter la gestion des pêcheries vers des niveaux de capture optimums. L'exploitation ciblée du requin taupe (*Lamna lasus*), de 200 t/an en 1950-2009 (900 t dans les années 1980, puis 120 t/an sur les dix dernières années, source CIEM), est interdite depuis 2010 par la communauté européenne.

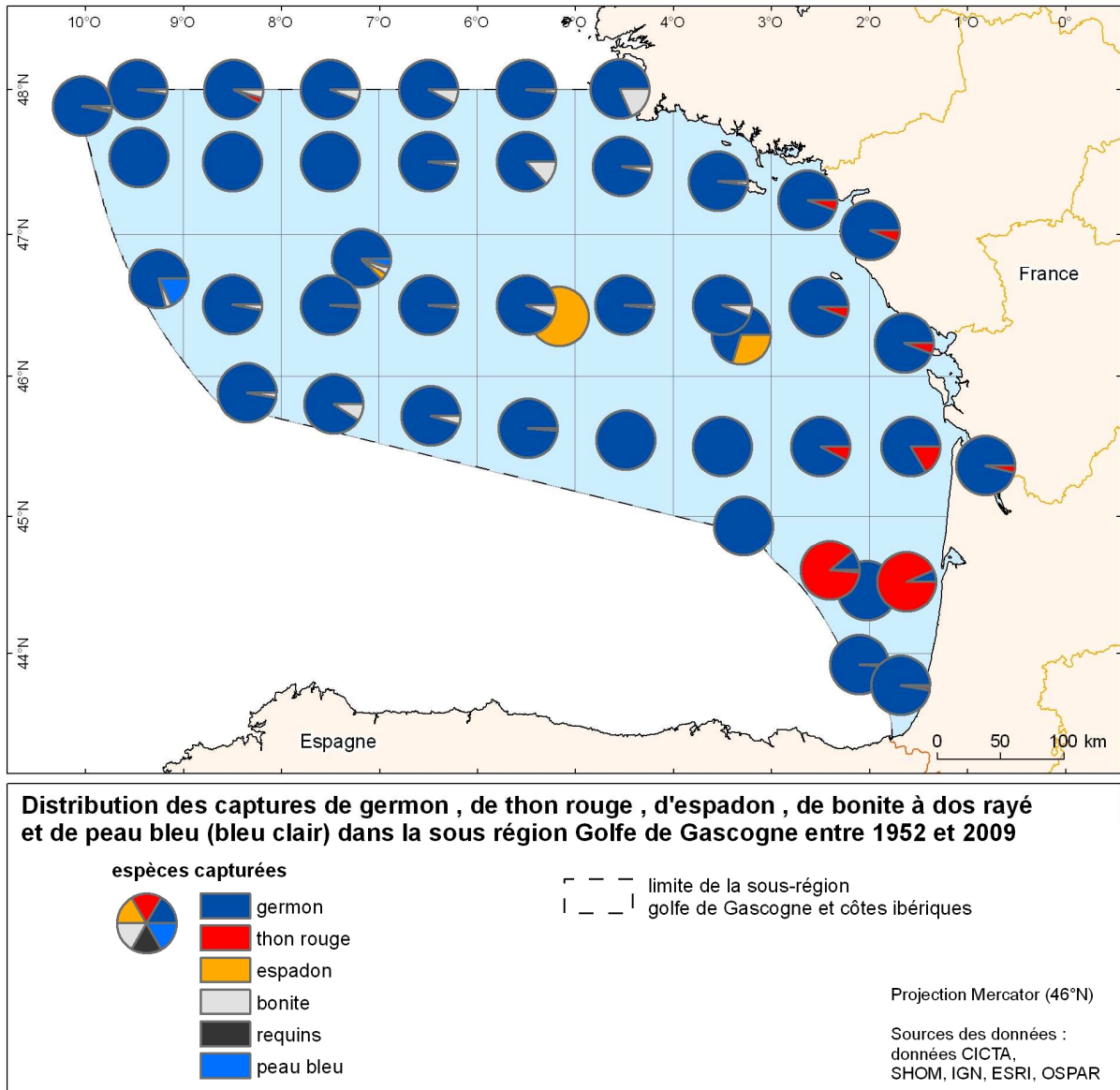


Figure 44 : Distribution des captures de germon (bleu foncé), thon rouge (rouge), divers requins (noir), et d'espadon (orange) dans la sous-région marine golfe de Gascogne entre 1952 et 2009 (données CICTA).

8.3.3. État des stocks des espèces de grands pélagiques présentes dans la sous-région marine golfe de Gascogne

8.3.3.1. Etat des stocks de germon

La taille du stock reproducteur a diminué : elle se situait en 2007 à un tiers des niveaux record estimés à la fin des années 1940, et l'on estime que le stock est resté en-dessous de la biomasse à la prise maximale équilibrée (PME) depuis la fin des années 1960. Les taux de mortalité par pêche correspondants se sont situés légèrement au-dessus de l'effort de pêche à la prise maximale équilibrée.

8.3.3.2. Etat des stocks d'espadon

La biomasse relative est estimée en hausse régulière depuis 2000. Les résultats actuels indiquent que le stock se situe à une biomasse à la PME ou au-dessus. La mortalité par pêche, de tendance descendante depuis 2005, est en-dessous de la mortalité par pêche à la PME depuis 2005. Les captures sont depuis 2003 en-dessous des TAC, ce qui accroît les chances de rétablissement.

8.3.3.3. Etat des stocks de bonite à dos rayés

Les informations disponibles ne permettent ni de déterminer la structure du stock, ni d'en mener une évaluation de l'état du stock pour de nombreuses espèces de thonidés mineurs et en particulier la bonite à dos rayé. Ces évaluations des stocks de thonidés mineurs seraient importantes pour la compréhension du fonctionnement des réseaux trophiques en raison de leur position de proie des gros thonidés, des makaires et des requins et de prédateurs des petits pélagiques.

8.3.3.4. Etat des stocks de peau bleue

Malgré la forte incertitude des résultats de modèles dépendants de postulats pour lesquels leur sensibilité n'a pas été évaluée, la biomasse des stocks de requin peau bleue de l'Atlantique semble se situer au-dessus de la biomasse correspondant à la PME, les niveaux de capture en-dessous de l'effort de pêche correspondant à celle-ci, et il n'y a pas de preuves scientifiques que la pêche a déjà donné lieu à une raréfaction à des niveaux se situant en-dessous de l'objectif de la CICTA.

8.3.3.5. Etat des stocks de thon rouge

Pour le thon rouge, le diagnostic de surexploitation a été établi par le SCRS en 1996. Un TAC, supérieur à ses recommandations, a été mis en place dès 1998 par la CICTA, puis un plan de reconstitution instauré en 2004. Depuis 2008, ce plan et le contrôle de son application ont été renforcés. L'exploitation de cette espèce concerne principalement la région marine Méditerranée et les indices concernant le stock Est, évalués sur cette base, présentaient en 2009 des évolutions positives. Malgré tout, la mortalité par pêche est encore au dessus des niveaux de durabilité et la biomasse reproductrice trop faible. Le plan de reconstitution du thon rouge permettrait de rétablir cette population à des niveaux soutenables en 2022, si les captures n'excèdent pas 13 500 t/an.

Conclusion

Au-delà du caractère disparate des connaissances, il faut souligner l'ampleur des aires de répartition de ces espèces. Aucune zone sensible n'a été identifiée pour la sous-région marine golfe de Gascogne concernant les grands poissons pélagiques.

Les données de pêche collectées au niveau international, complétées par des évaluations de stocks issues de modèles statistiques, renseignent sur les espèces de grands pélagiques présents dans la sous-région marine : essentiellement le germon, le thon rouge, l'espadon, et les requins. Ces espèces, dont les migrations sont généralement très longues, sont présentes principalement dans d'autres sous-régions marines, et aucune zone sensible n'est identifiée dans la sous-région marine golfe de Gascogne les concernant.

9. Mammifères marins

Dans ce chapitre, la zone de référence est constituée des eaux françaises des sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques. Par souci de cohérence et de pertinence des résultats, les deux sous-régions ont été groupées.

L'état des connaissances sur les structures des populations des principales espèces de mammifères marins des eaux françaises est inégal. Les unités de conservation ou populations reconnues de cétacés dépassent toujours les limites des zones de référence utilisées pour la France dans le cadre de la DCSMM.

Les mammifères marins font l'objet de plusieurs accords de protection : accord sur la conservation des petits cétacés de la Baltique, de l'Atlantique du nord-est et des mers d'Irlande et du Nord (ASCOBANS), convention OSPAR, DHFF. Le grand dauphin fait l'objet de la désignation de site Natura 2000, ainsi que les autres espèces de l'annexe II de la DHFF nécessitant la désignation en ZSC (marsouin commun, phoque veau marin et phoque gris). Par ailleurs l'arrêté du 1^{er} juillet 2011 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection transpose les engagements internationaux de la France pour la protection des mammifères marins.

Les méthodes de suivi sont multiples : observations visuelles, acoustiques, comptage et suivi sur sites, photo-identification, télémétrie individuelle, suivi des échouages, autres programmes d'observation. Elles possèdent chacune leurs avantages et leurs limites. Le réseau national échouage (RNE), coordonné par le CRMM, s'appuie largement sur un tissu associatif essentiellement bénévole.

9.1. Espèces présentes, distributions et habitats

La faune de mammifères marins des eaux de métropole s'enrichit régulièrement d'espèces nouvelles et beaucoup d'entre elles n'ont été l'objet que d'un très petit nombre de signalements. Les synthèses propres à chaque sous-région se limitent aux espèces pour lesquelles la France est susceptible d'avoir une action de conservation; ne sont retenues pour cela que les espèces dont la présence dans la ZEE de France métropolitaine est jugée permanente. Dans ce contexte, les eaux françaises des sous-régions marines mers Celtiques et golfe de Gascogne hébergent 12 espèces de cétacés et 2 espèces de phoques sur un total national de 36 espèces de mammifères marins parmi lesquels on compte 28 espèces de cétacés et 8 espèces différentes de phoques dont pour certaines la présence n'est parfois qu'erratique.

Les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques abritent de manière permanente le marsouin commun, le grand dauphin, le dauphin commun, le dauphin bleu-et-blanc, le globicéphale noir, le dauphin de Risso, le rorqual commun, le petit rorqual, le cachalot, le cachalot pygmée, la baleine à bec de Cuvier, l'orque, ainsi que les phoques gris et veaux-marins (Figure 45). Des espèces sont considérées comme occasionnelles : le rorqual boréal, le rorqual bleu, le mégaptère ou baleine à bosse, le lagénorhynque à flancs blancs, le globicéphale tropical, l'hypérodon boréal, le mésoplodon de Sowerby, le mésoplodon de Blainville, le phoque à capuchon. Les espèces erratiques comprennent le lagénorhynque à bec blanc, le péponocéphale, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le mésoplodon de Gervais, le phoque annelé, le phoque du Groenland, le phoque barbu, le morse.

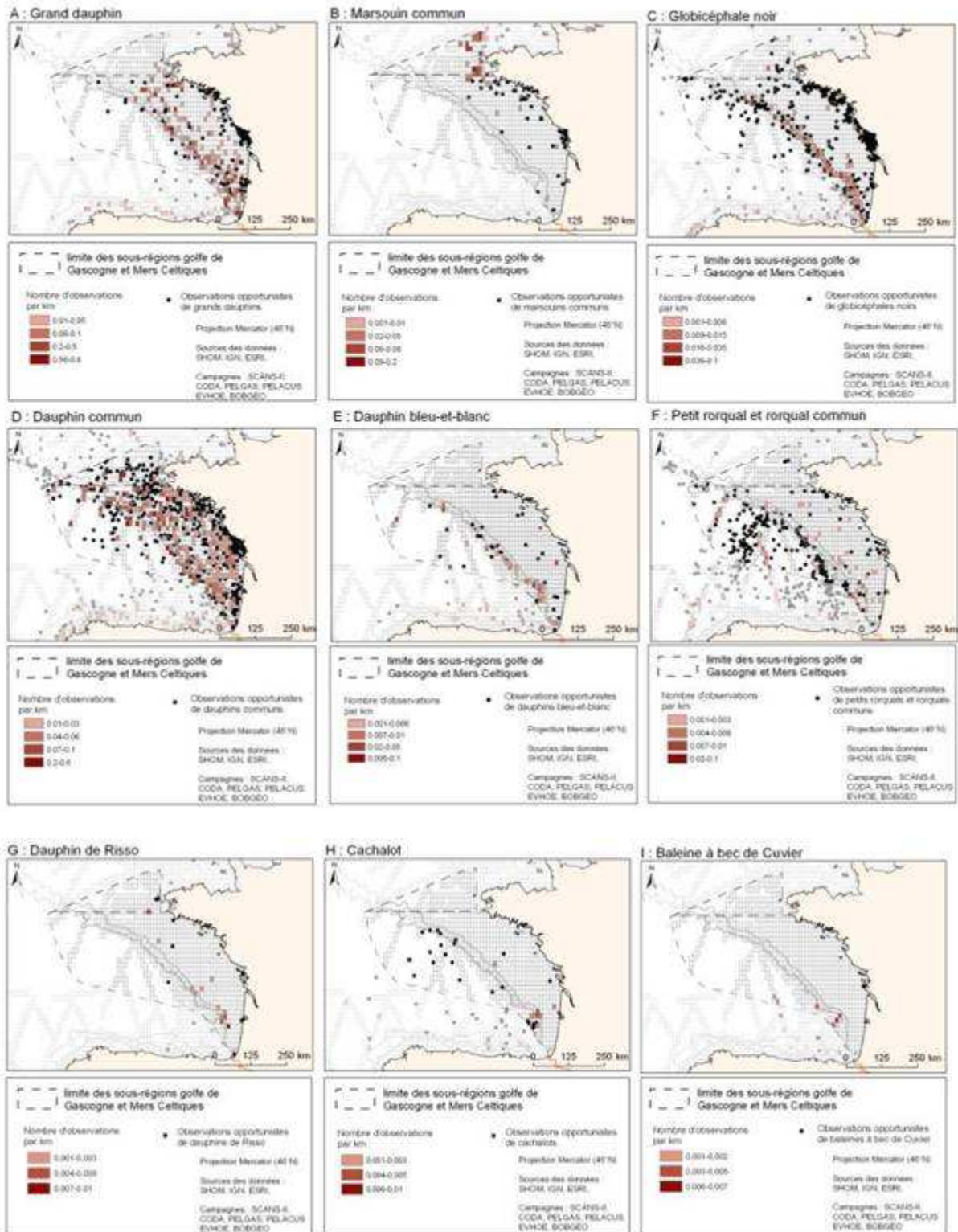


Figure 45 : Distribution des observations standardisées et opportunistes des espèces permanentes des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques.

Les distributions de chacune de ces espèces dépassent largement les limites de la sous-région marine considérée. Les deux rorquals, le grand dauphin, le dauphin commun, le globicéphale noir, l'orque et le dauphin de Risso sont presque cosmopolites. Les phoques gris et phoques veaux-marins signalés chaque année dans la sous-région de référence sont les représentants les

plus méridionaux de populations essentiellement situées dans la sous-région marine Manche - mer du Nord.

Les données d'échouages expriment des différences de distribution générale des espèces dans la sous-région marine. Ainsi le dauphin commun, le grand dauphin, le marsouin commun, le globicéphale noir et le dauphin bleu-et-blanc sont présents sur l'ensemble de la zone. Les phoques gris sont également présents en échouages sur l'ensemble de la sous-région marine. Certaines espèces en revanche sont signalées sur des secteurs plus spécifiques, à l'instar du cachalot, de la baleine à bec de Cuvier et du cachalot pygmée. Ces espèces sont peu ou pas présentes en échouage dans la partie nord de la sous-région marine golfe de Gascogne et signalées presque exclusivement dans le centre et le sud de la côte atlantique française. Les échouages de dauphin de Risso sont le plus souvent cantonnés à la pointe Bretagne. Les globicéphales et les dauphins bleu-et-blanc sont essentiellement observés sur le talus continental, tout comme les cachalots, les baleines à bec de Cuvier et les dauphins de Risso. La distribution de ces grands plongeurs s'explique essentiellement par leur stratégie d'alimentation, largement basée sur les céphalopodes océaniques. Les observations opportunistes suggèrent un rapprochement des côtes durant l'été, notamment pour le globicéphale noir et le dauphin de Risso. Les marsouins ont été peu observés dans la sous-région marine golfe de Gascogne lors des précédentes campagnes. Ils sont principalement observés à la pointe bretonne et dans la sous-région marine mers Celtiques même si quelques observations, et surtout les échouages, attestent de leur présence sur la totalité de la côte atlantique, leur présence le long de la côte atlantique serait probablement saisonnière. Quelques échouages d'orques sont recensés sur les côtes atlantiques, et des observations sont rapportées chaque année sur le talus et au-delà, en particulier au large d'Arcachon.

Les espèces de cétacés des sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques présentent des utilisations différentes de l'habitat. La combinaison des échouages et des observations en mer permet de révéler leur présence et de définir leur distribution. Si certaines espèces sont relativement côtières, comme le marsouin (rencontré en deçà de l'isobathe des 200 m), d'autres sont essentiellement océaniques, et observées principalement sur des fonds de plus de 2 000 m (cachalots, dauphins de Risso, globicéphales noirs, baleine à bec de Cuvier, cachalot pygmée, etc.). D'autres espèces, comme le dauphin commun, sont rencontrées sur la totalité de la zone. Les rorquals sont présents sur l'ensemble de la zone, les petits rorquals étant observés préférentiellement sur le plateau et les rorquals communs au-delà du talus. Les grands dauphins sont observés à la fois près des côtes et sur le talus. Cette différence de distribution relève de l'existence de groupes côtiers et de groupes pélagiques présentant probablement des écologies alimentaires différentes.

Les données issues d'observations depuis les ferries montrent que le dauphin commun est tout particulièrement fréquent dans la sous-région marine mers Celtiques et dans le nord de la sous-région marine golfe de Gascogne. Toutefois, sa distribution semble bimodale, avec des taux de rencontre forts sur le plateau continental et en zone océanique. Le marsouin est une espèce tout particulièrement abondante dans la sous-région marine mers Celtiques. Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, le grand dauphin est une espèce qui privilégie le talus continental. Le cachalot, la baleine à bec de Cuvier et le globicéphale noir ont un habitat partagé entre le talus et le domaine océanique. Le dauphin bleu-et-blanc est essentiellement océanique.

Les lacunes principales en matière de distribution des mammifères marins concernent surtout le marsouin en raison de sa faible détectabilité par les moyens actuellement mis en œuvre.

La saisonnalité est l'une des lacunes principales. L'acquisition de données lors de campagnes se déroulant sur d'autres saisons est une solution, en partie mise en place depuis la participation aux campagnes EVHOE à partir de 2009.

Dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire (art. 17 DHFF) de 2007, l'état de conservation du grand dauphin et celui du marsouin ont été évalués comme inconnus dans la région biogéographique Atlantique. Concernant les pinnipèdes, l'état de conservation du phoque veau-marin a été déterminé favorable, et inconnu pour le phoque gris. Ces quatre espèces justifient la désignation de sites Natura 2000. Le réseau a cependant été évalué comme insuffisant pour le grand dauphin et le marsouin commun au large dans la région biogéographique Atlantique. Un programme d'acquisition de connaissances (PACOMM) est en cours de mise en œuvre sur ces espèces dans un objectif de finaliser le réseau de sites Natura 2000 au large pour 2013-2014. Ce programme met en œuvre des méthodologies d'observations visuelles sur plateformes aériennes dédiées, sur plateforme bateau dans le cadre de campagnes océanographiques, ainsi que des réseaux d'acoustique passive.

Les programmes PACOMM, SAMM (suivi visuel aérien) et MARSAC (acoustique marsouin) devraient également permettre d'apporter des informations de distributions, d'habitats et de saisonnalité, dédiées à cette problématique pour le grand dauphin, le marsouin mais également sur toutes les autres espèces de cétacés.

9.2. Abondance, trajectoire de population et démographie

Le programme de recensement dédié SCANS-II ne peut permettre de comparer les abondances sur cette zone étant donné que seule la campagne SCANS-II a couvert la zone. Par ailleurs, la couverture qui a été effectuée lors de SCANS-II était structurée en blocs dont les limites ne correspondent pas aux limites administratives, d'où la difficulté d'estimer les abondances pour la zone de référence. La zone Z de SCANS-II a couvert une zone côtière allant de la pointe bretonne à la Gironde. La zone P a couvert le large de la Bretagne jusqu'au talus et la sous-région marine mers celtiques. La zone W a couvert le large du sud de la sous-région marine golfe de Gascogne et la péninsule ibérique. Le total des zones Z, P et W est beaucoup plus étendu que la sous-région marine golfe de Gascogne.

Lors de SCANS-II en juillet 2005, 121 observations de marsouins ont été enregistrées dans la zone P, 14 dans la zone W et aucune dans la zone Z, ce qui correspond à des abondances respectives de 80 600 (CV = 0,50), 2 650 (CV = 0,80) et 1 500 (CV = 0,80). Pour le petit rorqual, 14 observations ont été effectuées, uniquement dans la zone P, ce qui représente une abondance de 1 700 animaux environ (CV = 0,43). Pour le dauphin commun, 67 observations d'animaux ont été rapportées dans la zone P, 127 dans la zone W et 4 dans la zone Z, soit une abondance de 11 140 (CV = 0,61), 17 916 (CV = 0,22) et 392 (CV = 0,86) respectivement. Concernant le grand dauphin, 12 observations ont été effectuées dans la zone P, 13 dans la zone W et 3 dans la zone Z, soit des abondances de 5370 (CV = 0,49), 3930 (CV = 0,38) et 370 (CV = 0,81) [17]. Aucune estimation d'abondance n'est disponible pour les autres espèces.

Les informations issues de programmes d'observation sur plateformes d'opportunité (ferries notamment) révèlent des changements saisonniers dans l'abondance relative du dauphin commun, du dauphin bleu-et-blanc et du marsouin dans l'ouest de la Manche et le golfe de Gascogne.

Pour toutes les espèces, les nombres d'échouages produisent aussi une série temporelle qui renseigne sur les nombres d'individus qui meurent en mer, c'est-à-dire sur le produit des abondances par les taux de mortalité. De plus, il a pu être déterminé que les petits cétacés mourant dans une zone côtière jusqu'à l'isobathe des 100 m ont une probabilité de s'échouer de 0,6, et cette probabilité diminue à 0,45 s'ils meurent dans une zone s'étendant jusqu'à l'isobathe des 500 m. De plus, par une approche de modélisation, il est désormais possible de retrouver l'origine des cétacés retrouvés échoués le long des côtes françaises. Ainsi, 57 % des dauphins communs échoués en hiver proviennent de la zone très côtière jusqu'à 100 m de profondeur, et 87 % proviennent d'une zone allant jusqu'au talus continental (isobathe des 500 m).

Le marsouin, le grand dauphin et le phoque veau marin ont montré un accroissement rapide de leur taux d'échouage à partir de 1995-1998. Ces augmentations sont à mettre en relation avec le glissement de l'aire de distribution du marsouin commun vers le sud, et l'augmentation supposée de la population de phoque veau marin. Concernant le grand dauphin, aucune hypothèse ne peut être avancée dans l'état actuel des connaissances. Les échouages de dauphins communs et dauphins bleu et blanc ont nettement augmenté à partir des années 1990. Il est toutefois difficile de mettre en évidence une tendance à long terme pour le dauphin commun à cause des fortes variations interannuelles liées aux événements d'échouages multiples générés certaines années par des épisodes intenses de captures accidentelles. Les échouages de globicéphales noirs, cachalots, rorquals, baleines à bec et dauphins de Risso sont relativement stables, même si les séries présentent des fluctuations.

La croissance et la biologie de la reproduction ont été investiguées pour le dauphin commun, le marsouin commun, le grand dauphin et le dauphin bleu et blanc, dans le cadre d'un programme de recherche européen BIO CET. Ce cadre d'étude a permis de réévaluer la signification des paramètres reproducteurs pour le dauphin commun en particulier et l'importance de ces paramètres dans l'établissement du statut de population du dauphin commun.

Seul le dauphin commun fait actuellement l'objet d'une étude démographique dans la zone de référence. Cette étude permet d'estimer la probabilité que le PBR (Potential Biological Removal, le potentiel de retrait biologique, qui indique le niveau de capture qu'une population peut supporter durablement) ne soit dépassé. Un travail préliminaire de modélisation a été effectué en prenant en considération les différentes hypothèses de stocks de dauphins communs à l'échelle du golfe de Gascogne: deux stocks (un néritique et un océanique) ou un seul stock.

Une analyse de risque a montré que les résultats différaient largement en fonction de l'hypothèse des stocks retenue. Cette analyse indique notamment que l'impact serait fort sur le stock néritique.

Ceci montre que la question des unités de gestion est donc essentielle pour que l'impact des captures accidentelles soit évaluée correctement et à l'échelle populationnelle appropriée.

Des travaux analogues concernant la démographie du marsouin commun sont en cours, et il convient de suivre les conséquences, en termes de préservation durable des populations, du déplacement de l'aire d'abondance du marsouin vers les zones françaises de pêche.

9.3. Rôle dans les écosystèmes

Des analyses de régime alimentaire sont disponibles pour la majorité des espèces de mammifères marins permanentes dans la zone de référence et à la fois en secteur océanique et néritique. L'ensemble de ces données suggèrent une bonne ségrégation alimentaire entre les espèces sympatriques à la fois en secteur océanique et néritique (Figure 46). Les stratégies d'utilisation des ressources sont variables ; certaines espèces chassent des proies démersales à proximité du fond tandis que d'autres exploitent plus les proies vivant dans la colonne d'eau. De même, les proportions entre céphalopodes et poissons varient en fonction des espèces. La consommation annuelle par les mammifères marins dans la zone océanique de référence peut être estimée aux alentours de 560 000 t, et de 134 000 t pour la zone néritique. L'impact trophique des mammifères marins n'est probablement pas uniformément réparti dans la zone de référence. Par exemple sur le plateau du golfe de Gascogne, les grands dauphins exploitent majoritairement les abords du talus alors que les dauphins communs exploitent majoritairement une zone située entre les isobathes 50 et 100 m.

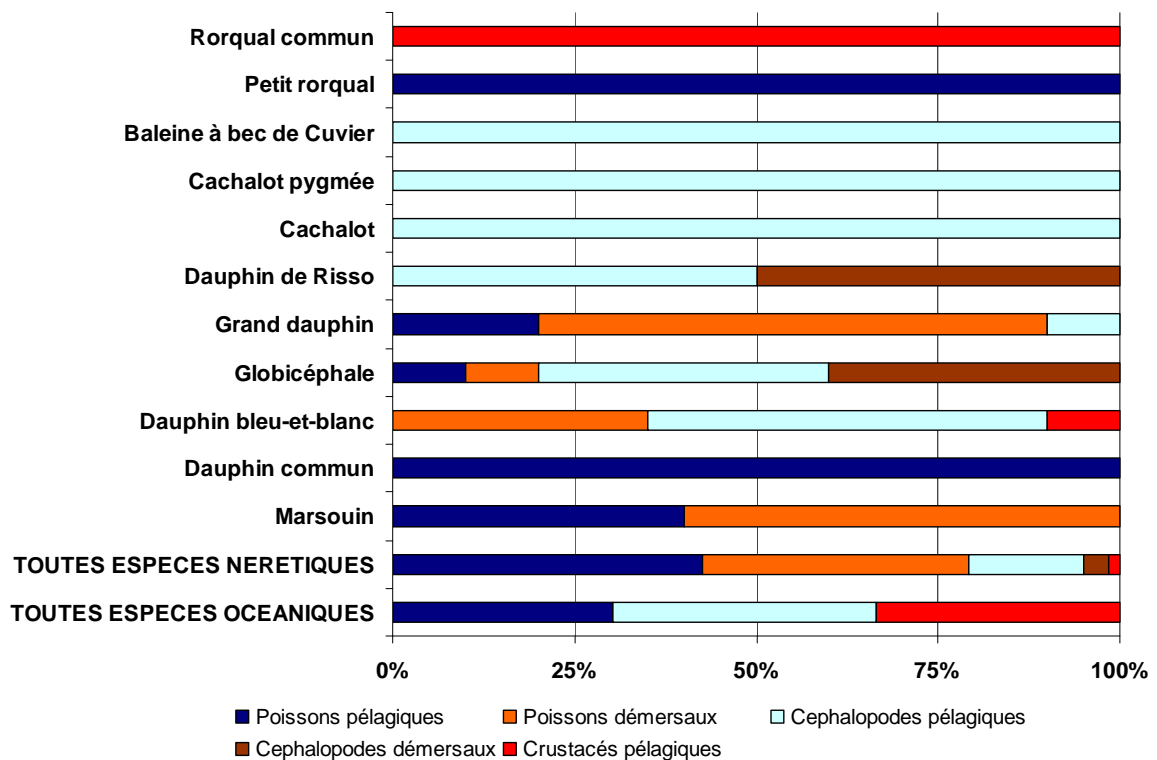


Figure 46 : Alimentation des mammifères marins des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques.

Les 12 espèces de cétacés et les 2 espèces de phoques dont la présence est jugée permanente au sein de la sous-région sont suivies de différentes manières (observations visuelles, acoustiques, photo-identification, etc.). Parmi celles-ci, les données d'échouage sont les plus pertinentes. La distribution des mammifères marins dépasse largement les eaux de la sous-région marine golfe de Gascogne, rendant ardu le suivi des populations. Les lacunes concernent leur distribution ainsi que leurs habitats préférentiels. Il est difficile d'établir des tendances sur le long terme du fait de fortes variabilités interannuelles d'abondances liées aux événements d'échouage multiples.

10. Reptiles marins

Les tortues sont les uniques représentantes des reptiles marins en France métropolitaine.

La France a une responsabilité patrimoniale élevée à l'égard des tortues marines : 5 espèces sont observées. Ces espèces, qui font partie des espèces les plus menacées (statut liste rouge UICN « vulnérable » à « en danger critique d'extinction » selon les espèces¹⁴) sont protégées par plusieurs conventions et accords internationaux. Au plan communautaire, *Chelonia mydas* et *Caretta caretta* figurent en annexe II (désignation de zones spéciales de conservation) de la DHFF. Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, aucune de ces deux espèces ne figure sur la liste française de référence pour la désignation de sites Natura 2000 car elles sont trop rares dans cette zone biogéographique. L'ensemble des espèces observées en France métropolitaine (*C. mydas*, *C. caretta*, *Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys kempii* et *Eretmochelys imbricata*) sont classées en annexe IV (protection stricte de l'espèce et de son habitat). Ces 5 espèces sont listées aux annexes I (espèces migratrices en danger) et II (statut défavorable) de la convention de Bonn (CMS) ainsi qu'en annexe V de la convention OSPAR. Dans le domaine des pêches, la PCP s'attache à limiter l'impact environnemental de la pêche, sa mise en œuvre étant en particulier assurée par le règlement CE 520/2007 qui prévoit les mesures techniques de conservation pour certains stocks de grands migrateurs en reprenant les directives de la FAO. En France, toutes les espèces de tortues marines sont intégralement protégées par l'Arrêté ministériel du 14 octobre 2005 qui constitue l'application des engagements communautaires et internationaux de la France pris à l'égard des tortues marines.

10.1. Description des données disponibles

La totalité des données disponibles consistent en données collectées par les observateurs du Réseau Tortues Marines français d'Atlantique Est (RTMAE), affilié au Réseau National d'Echouage (RNE). Les données sont collectées de façon standardisée (fiche de collecte de données) lors des interventions sur les lieux d'échouage ou d'alerte (port d'attache des bateaux de pêche). Elles sont centralisées par l'Aquarium de La Rochelle / CESTM (Centre d'études et de soins pour les tortues marines) qui coordonne le RTMAE et accueille les tortues nécessitant des soins. La base de données inclut des données d'échouage collectées depuis 1915 et des données de captures accidentelles et d'observations en mer, dont la plus ancienne date de 1911. Des synthèses annuelles sont transmises au ministère chargé de l'environnement et sont publiées régulièrement. Quelques observations en mer ont été relevées par les programmes d'observateurs embarqués sur les navires de pêche (OBSMAM / OBSMER).

10.2. Espèces observées et distribution des observations

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, on recense entre 1911 et 2010, 1 877 observations de tortues marines, parmi lesquelles 5 espèces ont été identifiées : 1 543 observations de tortue luth *Dermochelys coriacea*, 295 observations de tortue caouanne *Caretta caretta*, 26 observations de tortue de Kemp *Lepidochelys kempii* et 7 observations de tortue franche (verte) *Chelonia*

¹⁴ www.iucn.org

mydas. D'après l'analyse des données collectées entre 1970 et 2009, la majorité des observations de tortue caouanne sont des observations d'échouage, tandis que la majorité des observations de tortue luth consistent en des observations en mer (Figure 47) durant cette période.

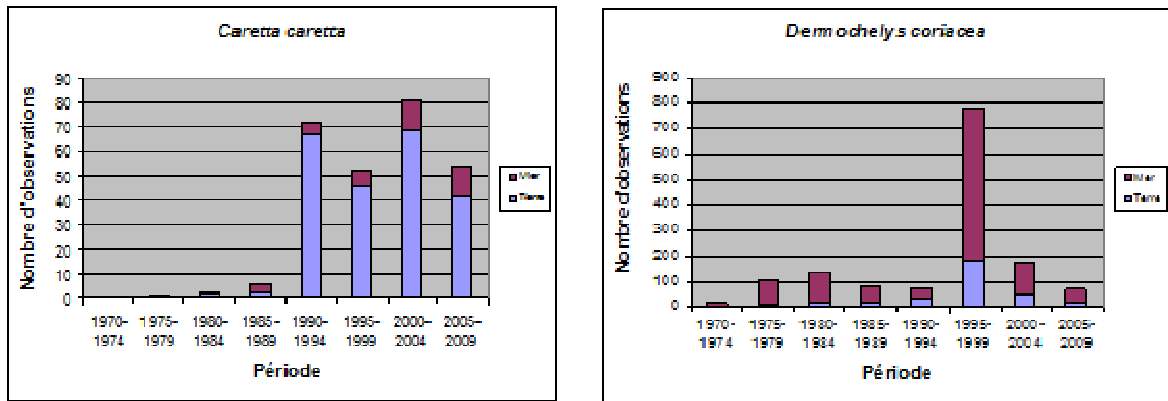


Figure 47 : Nombre de tortues caouanne (à gauche) et luth (à droite) observées dans la sous-région marine golfe de Gascogne entre 1970 et 2009.

La fréquence moyenne d'observation est inférieure à 7 individus par an pour la tortue caouanne, et à 36 individus par an pour la tortue luth. Le nombre d'observations est très variable selon les années (0 à 47 pour la caouanne ; 0 à 227 pour la luth), et on observe des pics indépendants pour les deux espèces les plus fréquemment observées (Figure 48). On note une augmentation sensible du nombre d'observations de tortue caouanne à partir des années 1990 (11 individus par an en moyenne). D'après les données disponibles, 295 individus ont pu être sexés et 685 mesurés. Les tortues caouanne sont essentiellement des immatures (12.5 à 91 cm) et les tortues luth sont principalement de stade grand immature à adulte (50 à 260 cm).

La carte ci-dessous présente la distribution géographique de toutes les observations de tortues marines réalisées entre 1910 et 2010.

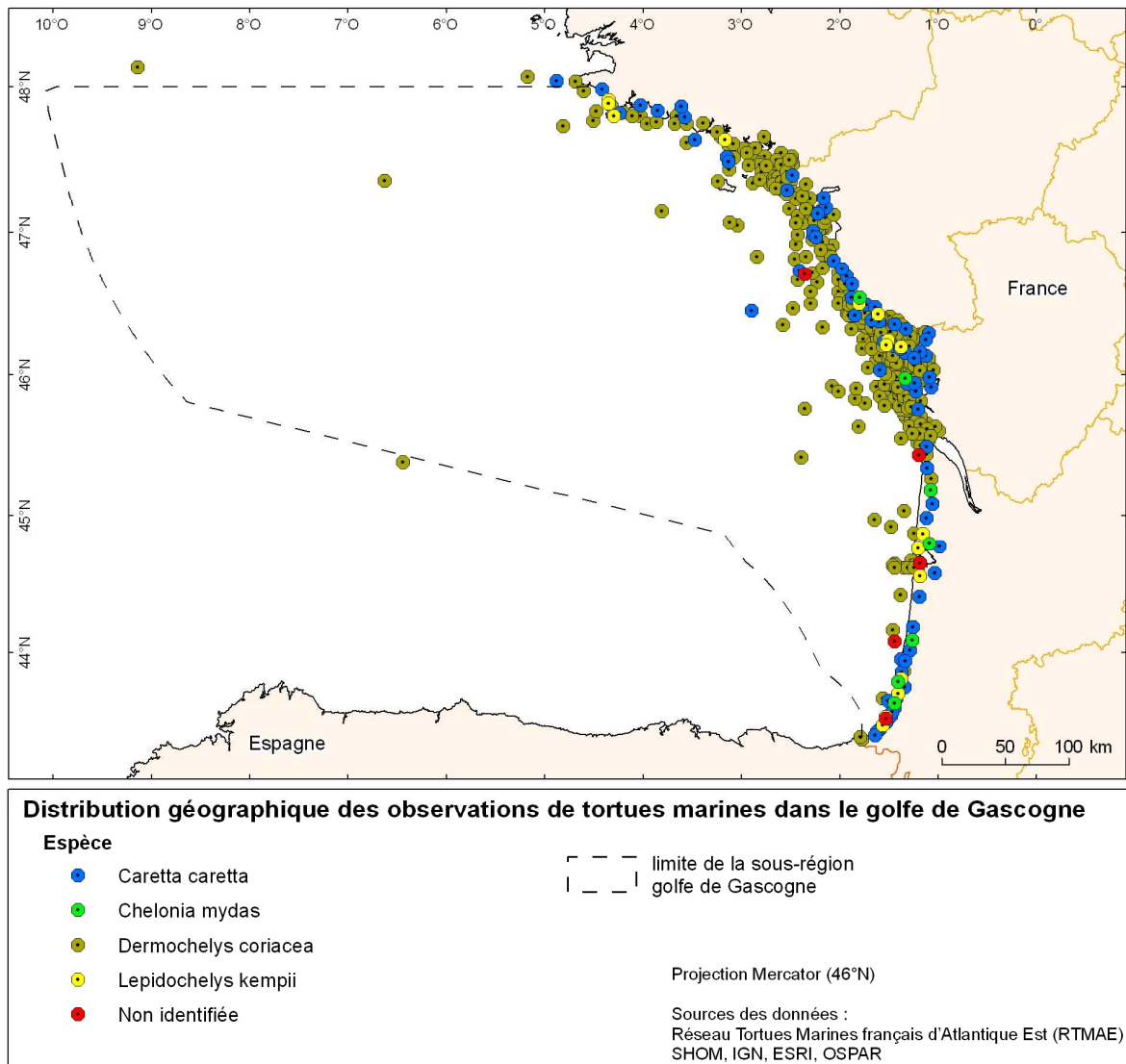


Figure 48 : Répartition par espèce des observations de tortues marines recensées dans la sous-région marine golfe de Gascogne entre 1970 et 2009.

10.3. Mise en œuvre des textes européens et conventions des mers régionales

10.3.1. Directive Habitat Faune Flore (DHFF)

Les deux espèces de l'annexe II de la DHFF ne figurant pas sur la liste de référence française pour la désignation de sites Natura 2000 en Atlantique, car trop rares dans cette zone, aucun site Natura 2000 n'a été désigné pour ces deux espèces au titre de la DHFF.

Trois espèces ont été évaluées dans le cadre de l'« évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire » conduite par le ministère chargé de l'environnement en 2006. Cet exercice d'évaluation se heurte au fait que les tortues marines sont migratrices et que le suivi des populations est difficile à mettre en œuvre. Au titre de l'article 17 de la DHFF, cette évaluation est effectuée tous les 6 ans.

Pour la tortue luth *Dermochelys coriacea* (code UE 1223), le statut d'évaluation globale des états de conservation est « inconnu ». L'état de l'aire de répartition et de la population de tortue luth *Dermochelys coriacea* (espèce 1223) ont été évalués comme « inconnus » dans le domaine atlantique, cette espèce migratrice étant à répartition océanique, tandis que l'état de conservation de l'habitat a été évalué « favorable » en raison de la présence de proies (méduses), et malgré la pression de pollution par les macro-déchets qui impacte 50 % des animaux autopsiés (voir thématique « impact des déchets marins sur la biodiversité » de l'analyse des pressions et impacts).

Pour la tortue caouanne *Caretta caretta* (code UE 1224), le statut d'évaluation globale des états de conservation est « inconnu ». L'état de l'aire de répartition et de l'habitat ont été évalués « favorables » et l'impact des déchets en plastique sur les individus est relevé.

Pour la tortue franche (verte) *Chelonia mydas* (code UE 1227), les états de conservation ont été évalués « défavorable inadéquat », l'espèce ne se reproduisant pas en France métropolitaine et étant erratique dans la zone. L'état de l'aire de répartition est évalué « favorable », on se trouve en limite d'aire de répartition en raison de la température de l'environnement ; l'état des populations est évalué « défavorable inadéquat » et celui de l'habitat « inconnu ».

10.3.2. Convention OSPAR

Caretta caretta et *Dermochelys coriacea* figurent en 2003 sur la liste OSPAR des espèces menacées et / ou en déclin¹⁵ pour la région IV (golfe de Gascogne).

Conclusions

Les données disponibles sont très peu nombreuses et semblent indiquer que la sous-région marine golfe de Gascogne est fréquentée régulièrement par la tortue caouanne et la tortue luth ; cependant le mode de collecte de données par le réseau d'observation constitue un biais (alertes et déclarations volontaires en cas d'échouage, de capture ou d'observation en mer) et la pression d'observation par les observateurs embarqués sur navires de pêche est faible (voir thématique « captures accidentelles » de l'analyse des pressions et impacts). L'abondance de tortues luth et caouanne apparaît plus élevée que dans les autres sous-régions du domaine atlantique, cependant le faible niveau de données ne permet ni d'évaluer des effectifs de population ni de dégager une tendance, ce qui a conduit les experts chargés de la révision du statut « liste rouge » 2009 des tortues marines en France métropolitaine, à attribuer le statut « données insuffisantes » à *Caretta caretta* et *Dermochelys coriacea*, et « non évalué » pour les trois autres espèces. Aucune zone de reproduction n'a été identifiée dans la sous-région marine.

¹⁵ http://qsr2010.ospar.org/fr/media/chapter_pdf/QSR_Ch10_FR.pdf

Cette sous-région marine est fréquentée par quatre espèces différentes de reptiles marins. Seules deux espèces protégées (les tortues luth et caouanne) par les textes communautaires et la convention OSPAR sont signalées régulièrement. Les effectifs annuels recensés restent variables et concernent des individus immatures pour la tortue caouanne et des sub-adultes pour la tortue luth. Aucune zone de reproduction n'a été identifiée dans la sous-région marine.

11. Oiseaux marins

Les espèces considérées ici sont les oiseaux de mer au sens strict, c'est-à-dire des espèces qui, se reproduisant à terre, essentiellement sur le littoral ou sur des îles, mais parfois loin dans les terres pour quelques espèces, dépendent exclusivement ou très majoritairement du milieu marin, soit toute l'année, soit entre les saisons de reproduction.

D'autres groupes d'oiseaux, non considérés ici, peuvent fréquenter en nombre la frange littorale, particulièrement l'estran : Ansériformes, Podicipédidés, nombreuses espèces de limicoles (plusieurs familles au sein des Charadriiformes). Les caractéristiques de ces populations sont rapportées à travers le suivi de la convention de Ramsar et de la directive « Oiseaux » lorsque les espèces relèvent des dispositions de ces textes.

11.1. Populations se reproduisant sur les côtes de France

11.1.1. Suivi des populations reproductrices

Les oiseaux marins se reproduisant le long des côtes françaises du golfe de Gascogne ont fait l'objet de quatre dénombrements décennaux depuis 1969-1970, un cinquième dénombrement national est en cours sur la période 2009-2011. Pour certaines espèces réputées rares ou menacées, les recensements sont annuels, et pour d'autres, seules certaines colonies sont suivies annuellement, ou toute la population est recensée à intervalle régulier entre les dénombrements décennaux.

Les informations recueillies sont centralisées dans une base de données nationale gérée par le Groupement d'intérêt scientifique « oiseaux marins » (Gisom), structurée géographiquement et apte à renseigner aux échelles tant administratives que de gestion.

11.1.2. Méthode d'estimation des tendances et de l'état de conservation des espèces

Pour chaque espèce, la tendance est fournie par la comparaison des recensements successifs ou appréhendée à partir des données disponibles. L'évolution des effectifs n'est pas toujours nette, des effectifs pouvant fluctuer sans tendance nette, dans des proportions telles qu'il serait inapproprié de parler de stabilité.

L'état de conservation de chacune des espèces a été évalué à l'échelle nationale et non par sous-région marine, leur statut correspond à l'état de menace pesant sur l'espèce en tant que nicheuse en France à court-moyen terme.

11.1.3. Etat des lieux des populations reproductrices d'oiseaux marins

Treize espèces d'oiseaux marins nichent régulièrement dans la sous-région marine golfe de Gascogne, elles montrent des effectifs, des tendances et des répartitions contrastées, les colonies importantes se concentrant dans la partie nord de la zone, de l'archipel des Glénan à l'estuaire de la Loire. Plus au sud, et à l'exception notable de la colonie de sterne caugek *Sterna sandvicensis* du bassin d'Arcachon, les colonies sont de petite taille, mais en revanche très originales par leur

contexte écologique, pour bonne part en milieu lagunaire, et leur composition spécifique qui regroupe tous les cortèges faunistiques présents en France métropolitaine.

Trois des quatre espèces aux statuts de conservation vulnérable ou quasi-menacé, le puffin des Anglais *Puffinus puffinus*, l'océanite tempête *Hydrobates pelagicus* et la mouette tridactyle *Rissa tridactyla* montrent de très faibles niveaux d'effectifs et pourraient disparaître de la sous-région en tant que reproductrices (risque imminent pour la mouette tridactyle) sous l'effet de modifications trophiques induites par le réchauffement des eaux de surface dans le golfe de Gascogne. La quatrième espèce, la sterne caugek, occupe sur la façade deux de ses principaux sites de reproduction en France : l'île aux Moutons près des Glénan, et le banc d'Arguin à l'entrée du bassin d'Arcachon.

La biologie de reproduction des sternes inclut une grande mobilité des colonies en réponse aux variations du milieu, d'où le caractère fluctuant de la tendance démographique de ces espèces lorsqu'elle est mesurée au niveau d'une sous-région.

Les neuf autres espèces font l'objet de préoccupations mineures :

- le fulmar boréal *Fulmarus glacialis*,
- le grand cormoran *Phalacrocorax carbo*, le cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis*,
- la mouette mélanocéphale *Larus melanocephalus*,
- les goélands : brun *Larus fuscus*, argenté *Larus argentatus*, leucopnée *Larus michahellis* et marin *Larus marinus*,
- la sterne pierregarin *Sterna hirundo*.

11.1.4. Utilisation du milieu marin par les oiseaux reproducteurs

Autant les oiseaux marins font l'objet de suivis beaucoup plus fins que nombre d'autres taxons sur leurs sites de reproduction, autant leur usage du milieu marin reste méconnu, l'information étant le plus souvent empirique.

La plupart des espèces se dispersent relativement peu durant la période de reproduction, probablement pas plus de quelques dizaines de kilomètres, mais le fulmar boréal et le puffin des Anglais sont susceptibles de pratiquer des déplacements alimentaires de plus grande amplitude.

11.2. Populations ne se reproduisant pas en France

11.2.1. Populations concernées

Les eaux françaises de la sous-région marine golfe de Gascogne sont susceptibles d'héberger, à toutes saisons et pour une durée variable (du simple transit au stationnement de longue durée) plus de 50 espèces d'oiseaux marins d'origines diverses, en particulier :

- en période de reproduction, oiseaux nichant sur le littoral espagnol du Pays Basque s'alimentant pour partie dans les eaux françaises en Sud Gascogne,

- oiseaux du nord de l'Europe migrant vers l'Atlantique et, pour plusieurs espèces, y passant tout ou partie de la période hivernale,
- oiseaux nichant dans le sud de l'Europe et en Macaronésie, migrant vers le nord-est de l'Atlantique entre deux saisons de reproduction,
- individus non reproducteurs de ces diverses catégories, séjournant dans les eaux françaises en période de reproduction,
- oiseaux nichant dans le nord de l'Amérique du Nord et migrant vers le sud-est de l'Atlantique, pour lesquelles une fraction de la population passe par le golfe de Gascogne ou y passant l'hiver,
- oiseaux de l'hémisphère sud migrant vers l'Atlantique Nord durant l'hiver austral.

11.2.2. Un état des connaissances qui progresse

Les cycles annuels de présence-abondance des différentes espèces sont connus au moins dans leurs grandes lignes. Concernant la répartition des espèces, l'atlas issu d'un recueil d'information mis en place en 1976 met en évidence des modifications rapides dans la composition de l'avifaune du sud de la sous-région marine golfe de Gascogne, en lien avec le réchauffement des eaux de surface.

Sur le domaine pélagique, un recueil de données sur les oiseaux marins permet une couverture géographique complète du plateau continental de la sous-région, limitée au printemps, qu'il serait utile de compléter par une couverture automnale de même type.

Une prospection aérienne de l'ensemble de la sous-région, de la côte à la limite de la ZEE, ainsi que des observations sur des plates-formes d'opportunité doivent être conduites dès l'hiver 2011-2012. Par ailleurs, des programmes d'acquisition de connaissances se développent à une échelle locale.

11.2.3. Points remarquables

11.2.3.1. Une connaissance satisfaisante des zones sensibles

Les prospections menées dans les eaux côtières (jusqu'à 120 km au large) ont permis de préciser le lien entre caractéristiques océanographiques et la répartition des oiseaux sur la façade, mettant en évidence des secteurs particulièrement riches : entre autres, gouf de Cap Breton et plateau landais, plateau de Rochebonne, Mor Braz, sud de Penmarc'h.

11.2.3.2. Les plongeurs, espèces méconnues

Les effectifs des plongeurs (plongeur imbrin *Gavia immer*, plongeur catmarin *G. stellata* et plongeur arctique *G. arctica*) hivernant dans les eaux françaises, appréhendés essentiellement par une prospection depuis la côte, sont largement sous-estimés, ces espèces se rencontrant également plus au large.

11.2.3.3. Le puffin des Baléares, espèce très menacée

Classée par l'UICN « en danger critique d'extinction » à l'échelle mondiale et « vulnérable » en France, le puffin des Baléares *Puffinus mauretanicus* niche en Méditerranée et migre vers l'Atlantique et la Manche, où l'évolution de sa fréquentation de la bande côtière est expliquée par le réchauffement des eaux de surface dans le golfe de Gascogne. Les principaux secteurs identifiés pour l'espèce sont le sud du débouché de la Gironde, le littoral vendéen, et le Mor Braz.

11.2.3.4. Le guillemot de Troïl et le grand labbe : importante zone d'hivernage

Les prospections en mer et les échouages montrent que la sous-région marine golfe de Gascogne est une aire d'hivernage majeure à l'échelle de l'Europe pour ces espèces.

Les populations d'oiseaux marins font l'objet de suivis dotés de protocoles et bien coordonnés, suivis qu'il convient de conforter. En revanche, la connaissance reste extrêmement lacunaire sur la répartition de ces oiseaux en mer. Les informations recueillies sont centralisées dans une base de données nationale structurée géographiquement et apte à renseigner aux échelles tant administratives que de gestion.

La connaissance sur la répartition de ces oiseaux en mer dans la sous-région marine golfe de Gascogne est, particulièrement dans sa partie sud, meilleure que pour les autres sous-régions, malgré des lacunes.

Plusieurs points remarquables ont été identifiés dans la sous-région marine : plusieurs secteurs particulièrement riches, la présence d'une espèce très menacée (puffin des Baléares) et de la zone d'hivernage de plusieurs espèces d'oiseaux (guillemot de Troïl et grand labbe).

12. Espèces introduites

Les introductions d'espèces sont une des causes d'altération de la biodiversité, même dans le milieu marin. En ce qui concerne les eaux sous juridiction française de la sous-région marine, le phénomène est assez bien connu et étudié depuis des décennies. Un nombre relativement élevé d'espèces introduites y a été répertorié ; ces espèces sont mentionnées dans la liste ci-après (129 espèces) et quelques espèces ayant un impact notoire sont ensuite décrites plus avant.

12.1. Liste des espèces introduites

Les tendances et les impacts des espèces listées ici sont développées dans la thématique « Espèces non indigènes : vecteurs d'introduction et impacts » de l'analyse des pressions et impacts.

Dans cette liste, les espèces sont indiquées avec les conventions suivantes :

1 = espèces appartenant aux cent espèces européennes les plus dommageables (« 100 of the Worst ») par le programme Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe.

2 = espèces ayant un impact notoire.

3 = les autres espèces établies.

4 = unicellulaires et espèces non établies.

Cette liste suit l'ordre systématique ERMS et la nomenclature est celle de la dernière version en ligne de WoRMS. Sont listées toutes les espèces introduites ou cryptogènes ayant été trouvées dans la zone concernée par ce rapport, qu'elles soient ou non naturalisées, qu'elles aient ou non développé des populations viables dans le passé. Il a été considéré en effet intéressant de mentionner l'arrivée occasionnelle de propagules potentielles pour mesurer l'importance des apports exogènes et les échecs de colonisation.

- Hétérokontes : *Pseudo-nitzschia multistriata* (Takano, 1993) Takano, 1995 (diatomée multistriée) ; 4. *Heterosigma akashiwo* (Y. Hada, 1967) Y. Hada ex Y. Hara & M. Chihara, 1987 (heterosigma) ; 4. *Coscinodiscus wailesii* Gran & Angst, 1931 (diatomée centrique marine) ; 4. *Fibrocapsa japonica* Toriumi & Takano, 1975 (fibrocapse du Japon).
- Protistes : 4. *Bonamia ostreae* Pichot et al., 1979 (bonamie de l'huître plate) ; 4. *Haplosporidium nelsoni* (Haskin, Stauber et Mackin, 1966) (haplosporidie de Nelson) ; 4. *Marteilia refringens* Grizel et al., 1974 (marteilie de l'huître plate) ; 4. *Karenia brevisulcata* (F.H. Chang, 1999) G. Hansen et Moestrup, 2000 (dinoflagellé toxique) ; 4. *Karenia papilionacea* Haywood & Steidinger, 2004 (dinoflagellé papillon) ; 4. *Karenia umbella* de Salas, Bolch et Hallegraeff, 2004 (dinoflagellé d'Australie) ; 4. *Takayama tasmanica* de Salas, Bolch et Hallegraeff 2003 (takayama de Tasmanie) ; 4. *Alexandrium affine* (Inoue et Fukuyo, 1985) Balech, 1985 (alexandrium affine) ; 4. *Alexandrium leei* Balech, 1985 (alexandrium de Lee) ; 4. *Alexandrium minutum* Halim, 1960 (alexandrium nain).

- Algues vertes : 1. *Codium fragile* (Suringar) Hariot, 1889 (codium fragile) ; 3. *Ulvaria obscura* (Kützing) P.Gayral ex C.Bliding (ulve obscure) ; 3. *Kormmannia leptoderma* (Kjellman) Bliding (Kormmannia à lame fine).
- Algues brunes : 2. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955 (sargasse japonaise) ; 1. *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, 1873 (wakamé) ; 3. *Colpomenia peregrina* (Sauvageau) Hamel, 1937 (algue voleuse d'huîtres).
- Algues rouges : 3. *Asparagopsis armata* Harvey, 1855 (asparagopsis à crochets) ; 1. *Bonnemaisonia hamifera* Hariot, 1891 (bonnemaisonie à crochets) ; 3. *Antithamnion densum* (Suhr) M. Howe, 1914 (algue rouge dense) ; 3. *Antithamnionella spirographidis* (Schiffner) E. M. Wollaston, 1968 (algue rouge spirographidis) ; 3. *Antithamnionella ternifolia* (J. D. Hooker & Harvey) Lyle, 1922 (algue rouge ternifolia) ; 3. *Centroceras clavulatum* (C.Agardh) (Montagne centrocère en massue) ; 3. *Spongoclonium caribaeum* (Børgesen) M.J.Wynne, 2005 (pléonosporium des Caraïbes) ; 3. *Anotrichium furcellatum* (J. Agardh) Baldock, 1976 (algue rouge fourchue) ; 3. *Heterosiphonia japonica* Yendo, 1920 (heterosiphonie du Japon) ; 3. *Laurencia brongniartii* J. Agardh, 1841 (laurencie de Brongniart) ; 3. *Grateloupia doryphora* (Montagne) M. A. Howe, 1914 (grateloupie porte-lance) ; 3. *Grateloupia subpectinata* Holmes, 1912 (grateloupie presque pectinée) ; 3. *Grateloupia turuturu* Yamada, 1941 (grateloupie du Pacifique) ; 3. *Caulacanthus ustulatus* (Mertens ex Turner) Kützing 1843 (aulacanthé brûlée) ; 3. *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamouroux, 1813 (Hypnée en forme de mousse) ; 3. *Solieria chordalis* (C. Agardh) J. Agardh, 1842 (cordes de Solier) ; 3. *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss, 1967 (gracilaire à feuilles vermiculées) ; 3. *Lomentaria hakodatensis* (Yendo, 1920) (lomentarie de Hakodate).
- Plantes « supérieures » : 3. *Spartina alterniflora* Loiseleur-Deslongchamps, 1807 (Spartine à feuilles alternes) ; 3. *Spartina versicolor* Fabre, 1850 (Spartine bigarrée) ; 1. *Spartina x townsendii* H.Groves & J.Groves n-var. *anglica* (C.E.Hubb.) (Spartine de Townsend).
- Eponges : 3. *Celtodoryx ciocalyptoides* (Burton, 1935) (éponge chinoise).
- Cnidaires : 4. *Aiptasia pulchella* Carlgren, 1943 (aiptasie jolie) ; 3. *Diadumene cincta* Stephenson, 1925 (anémone flammée) ; 3. *Diadumene lineata* (Verrill, 1869) (anémone asiatique lignée) ; 4. *Blackfordia virginica* Mayer, 1910 (méduse de Mer Noire) ; 3. *Nemopsis bachei* L. Agassiz, 1849 (méduse de Mer Noire) ; 3. *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771) (cordylophore de la Caspienne) ; 3. *Gonionemus vertens* A. Agassiz, 1862 (méduse grimpeuse) ; 4. *Maeotias marginata* (Modeer, 1791) (méduse de Mer Noire).
- Vers : 3. *Koinostylochus ostreophagus* (Hyman, 1955) (ver parasite ostréophage) ; 3. *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin et Sproston, 1948) (ver plat de l'anguille) ; 3. *Anguillicoloides crassus* (Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974) (anguillicole de l'anguille).
- Mollusques : 3. *Gibbula albida* (Gmelin, 1791) (gibbule blanchâtre) ; 1. *Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758) (crépidule américaine) ; 3. *Ocenebra inornata* (Récluz, 1851) (Bigorneau perceur japonais) ; 3. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Rapana veiné) ; 4. *Urosalpinx cinerea* (Say, 1822) (perceur de l'Atlantique) ; 3. *Fusinus rostratus* (Olivi, 1792) (fuseau à bec) ; 3. *Cyclope neritea* (Linnaeus, 1758) (nasse néritoïde) ; 3. *Corambe obscura* (Verrill, 1870) (corambe obscure) ; 3. *Potamopyrgus antipodarum* (Gray J. E., 1843) (hydrobie des antipodes) ; 3. *Musculista senhousia* (Benson in Cantor,

- 1842) (moule asiatique) ; 4. *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) (pétoncle japonais) ; 4. *Anomia chinensis* Philippi, 1849 (anomie de Chine) ; 1. *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (huître japonaise) ; 4. *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (huître de mangrove) ; 4. *Crassostrea rivularis* (Gould, 1861) (huître Suminoe) ; 4. *Crassostrea sikamea* (Amemiya, 1928) (huître Kumamoto) ; 3. *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) (huître creuse de Virginie) ; 4. *Ostrea angasi* Sowerby II, 1871 (huître plate australienne) ; 3. *Ostrea denselamellosa* Lischke, 1869 (Huître plate du Pacifique) ; 3. *Ostrea puelchana* d'Orbigny, 1846 (huître plate d'Argentine) ; 4. *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) (clam américain) ; 3. *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve, 1850) (palourde des Philippines) ; 3. *Mya arenaria* Linnaeus, 1758 (mye des sables) ; 1. *Teredo navalis* Linnaeus, 1758 (Taret naval).
- Annélides : 3. *Goniadella gracilis* (Verrill, 1873) (goniadelle gracile) ; 1. *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) (mercierelle énigmatique) ; 3. *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (serpule nord-américaine) ; 4. *Hydroides ezoensis* Okuda, 1934 (serpule ezoensis) ; 3. *Boccardia semibranchiata* Guérin, 1990 (boccardie) ; 3. *Streblospio benedicti* Webster, 1879 (polychète spionidé de Benedict) ; 3. *Pileolaria berkeleyana* (Rioja, 1942) (spirorbe de Berkeley).
 - Crustacés : 3. *Penilia avirostris* Dana, 1849 (cladocère à bec d'oiseau) ; 3. *Mycicola ostreae* Hoshina et Sugiura, 1953 (copépode parasite des huîtres) ; 4. *Pseudomyicola spinosus* (Raffaele & Monticelli, 1885) (copépode parasite des huîtres) ; 3. *Mytilicola intestinalis* Steuer, 1902 (mytilocole intestinal) ; 3. *Mytilicola orientalis* Mori, 1935 (mytilocole oriental) ; 3. *Acartia tonsa* Dana, 1849 (copépode à rames) ; 2. *Austrominius modestus* (Darwin, 1854) (balane de Nouvelle-Zélande) ; *Solidobalanus fallax* (Broch, 1927) (balane feinte) ; 3. *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) (balane rose) ; 3. *Amphibalanus eburneus* (Gould, 1841) (balane ivoire) ; 1. *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) (balane imprévue) ; 3. *Fistulobalanus albicostatus* (Pilsbry, 1916) (balane asiatique à côtes blanches) ; 3. *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758) (balane géante en clochette) ; 1. *Marsupinaeus japonicus* (Bate, 1888) (crevette japonaise tigrée) ; 3. *Palaemon macrodactylus* Rathbun M. J., 1902 (bouquet migrateur) ; 4. *Homarus americanus* Milne-Edwards H., 1837 (homard américain) ; 4. *Callinectes sapidus* Rathbun M. J., 1896 (crabe bleu américain) ; 4. *Dyspanopeus sayi* (Smith S. I., 1869) (crabe de vase) ; 3. *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) (crabe du Zuiderzee) ; 4. *Menippe mercenaria* (Say, 1818) (crabe caillou noir) ; 4. *Brachynotus sexdentatus* (Risso, 1827) (crabe à sept dents) ; 3. *Eriocheir sinensis* Milne-Edwards H., 1853 (Crabe chinois à mitaines) ; 2. *Hemigrapsus takanoi* Asakura et Watanabe, 2005 (crabe à pinceaux de Takano) ; 3. *Corophium multisetosum* Stock, 1952 (corophie à soies multiples) ; 3. *Monocorophium acherusicum* (Costa, 1857) (corophie acherusicum) ; 3. *Monocorophium sextonae* (Crawford, 1937) (Corophie de Sexton) ; 3. *Linnoria lignorum* (Rathke, 1799) (limnorie du bois) ; 3. *Linnoria quadripunctata* Holthuis, 1949 (limnorie à quatre points) ; 3. *Linnoria tripunctata* Menzies, 1951 (limnorie à trois points) ; 3. *Synidotea laticauda* Benedict, 1897 / [S. laevidorsalis pro parte ?] (synidotée à queue large).
 - Bryozoaires : 3. *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758) (bugule brune) ; 3. *Bugula simplex* Hincks, 1886 (bugule simple) ; 3. *Bugula stolonifera* Ryland, 1960 (bugule stolonifère) ; 3. *Caulibugula zanzibarensis* Waters, 1913 (bugule de Zanzibar) ; 1. *Tricellaria inopinata* d'Hondt & Occhipinti Ambroggi, 1985 (bryzoaire inopiné) ; 3. *Watersipora aterrima* (Ortmann, 1890) (bryzoaire cheilostome du Pacifique) ; 3. *Watersipora*

subtorquata (d'Orbigny, 1852) (bryozoaire encroûtant orange) ; 3. *Victorella pavida* Saville Kent, 1870 (victorelle timide).

- Tuniciers : 3. *Corella eumyota* Traustedt, 1882 (ascidie cartilagineuse) ; 3. *Perophora japonica* Oka, 1927 (pérophore du Japon) ; 3. *Molgula manhattensis* (De Kay, 1843) (molgule de Manhattan) ; 3. *Microcosmus squamiger* Hartmeyer et Michaelsen, 1928 (microcosme squamigère) ; 3. *Botrylloides violaceus* Oka, 1927 (botryllle violet) ; 1. *Styela clava* (Herdman, 1881) (ascidie japonaise).
- Poissons : 3. *Acipenser baerii* Brandt, 1869 (Esturgeon sibérien).

12.2. Commentaires pour quelques espèces ayant un impact notable

Originnaire de l'Atlantique américain, la crépidule (*Crepidula fornicata*) est considérée comme l'une des cent pires espèces introduites en Europe. Elle est localement abondante sur les côtes françaises de l'Atlantique. Elle se rencontre sur les roches, sur les huîtres et sur une variété de substrats à faible profondeur. Se nourrissant de particules en suspension, elle ne prolifère que dans les endroits avec un plancton végétal abondant (indicateur biologique) ; c'est pourquoi on la trouve en grand nombre dans les secteurs ostréicoles, et également là où il y a des "marées vertes", sur les côtes du massif armoricain en particulier.

Comestible apprécié, l'huître creuse japonaise ou huître portugaise (*Crassostrea gigas* syn. *C. angulata*) est considérée comme l'une des cent pires espèces introduites en Europe. Elle est originaire du Pacifique Nord. Elle a été introduite en France volontairement à plusieurs reprises, à des fins d'ostréiculture. L'animal vit fixé dans les secteurs abrités proches des estuaires ; les coquilles vides se retrouvent souvent en laisse de mer.

Le crabe à pinceaux (*Hemigrapsus takanoi* ; syn. *H. penicillatus*) est originaire du Pacifique du nord-ouest. Peu après la première observation de l'espèce à La Rochelle, il s'est répandu rapidement en Europe sur les côtes atlantiques de France et d'Espagne, puis de celles de la Manche et de la mer du Nord. Dans le golfe de Gascogne, il est désormais présent dans la plupart des zones estuariennes et les régions ostréicoles. Il est localement abondant dans les endroits abrités et remonte assez haut dans les estuaires.

La balane de Nouvelle Zélande (*Austrominius modestus* ; syn. *Elminius modestus*) est originaire d'Australie et de Nouvelle Zélande. L'espèce a "débarqué" sur les côtes de France en juin 1944. Dans les décennies qui ont suivi, elle s'est répandue le long des côtes européennes. En Atlantique, l'espèce a été signalée dans de nombreux endroits. C'est une espèce à croissance rapide qui tolère bien les eaux turbides à salinité variable. Elle peut se reproduire plusieurs fois chaque année.

La mercierelle énigmatique *Ficopomatus enigmaticus* est considérée comme l'une des cent pires espèces introduites en Europe. Son introduction en Europe (France) remonte à 1921. Les tubes calcaires enchevêtrés de ce petit ver forment des concrétions importantes. L'animal vit dans des eaux calmes à salinité variable (dessalure, sursalure), dans les estuaires, les lagunes et les ports. Des populations importantes ont été signalées dans le sud de la Bretagne (ports de Lorient et de Vannes) et en Poitou-Charentes.

Le bigorneau perceur japonais *Ocenebra inornata* possède une coquille épaisse et spiralée munie d'un canal siphonal. Sa couleur est grisâtre à blanchâtre et il mesure jusqu'à 50 mm. On le rencontre sur les rochers du médiolittoral et dans les parcs à huîtres. Il a été observé pour la première fois en France et en Europe à Marennes-Oléron en 1995. Depuis, de multiples signalements ont montré sa progression vers le nord : Bourgneuf et golfe du Morbihan. Il est probable que l'espèce poursuive son extension dans les années à venir, en lien avec les déplacements d'huîtres à des fins commerciales. Ce gastéropode a fait l'objet de différents travaux scientifiques ces dernières années.

La sargasse japonaise *Sargassum muticum* est une algue de grande taille (1 à 2 m), pérennante, brun-jaunâtre formant souvent des grosses touffes. Ses rameaux fins portent de nombreux petits flotteurs latéraux pédonculés se détachant facilement. Elle est très commune dans les cuvettes médiolittorales, et surtout dans l'infra-littoral en mode abrité sur des petits blocs sur sable ; on la rencontre très souvent en laisse de mer. Espèce originaire du Japon, elle a été introduite en de nombreux endroits. En Europe, l'espèce est présente de la Baltique et des îles britanniques à l'Espagne et en Méditerranée occidentale. En France, elle a été introduite accidentellement en 1975 avec des huîtres du Pacifique ; son apogée a été atteinte dans les années 1980, et depuis elle a légèrement régressé. Sa croissance peut être très rapide au printemps (10 cm par jour).

Introduite sur la façade Manche Atlantique au cours des dernières décennies, la laminaire *Undaria pinnatifida* (Wakamé) est cultivée sur filières en Bretagne au début des années 1980 à Ouessant, Sein et Groix puis dans les années 1990 à Oléron. Elle se développe entre 0 et 15 m et apprécie particulièrement les supports artificiels. Sa présence varie fortement d'une année sur l'autre. Elle a été notamment signalée dans le golfe du Morbihan, à Hoëdic et à Etel mais semble s'installer définitivement sur Oléron et le nord de Ré. Il est intéressant de noter qu'elle a été classée au 3ème rang des algues introduites les plus menaçantes. Elle se développe plus facilement en l'absence de canopée et est moins compétitive que *Saccorhiza polyschides*.

Conclusion

Les lacunes dans les connaissances sont variables selon les groupes systématiques et les lieux. Les abords des stations marines (Concarneau, La Tremblade, Arcachon) sont mieux connus que les zones qui en sont éloignées.

129 espèces introduites ont été recensées au sein de la sous-région marine golfe de Gascogne, ce qui constitue un nombre relativement élevé. Les lacunes dans les connaissances sont variables selon les groupes systématiques et les lieux. Les abords des stations marines et des universités côtières sont mieux inventoriés vis-à-vis de ces espèces que les zones qui en sont éloignées.

Les impacts de plusieurs espèces établies sont connus. Les tendances et impacts des espèces en question sont décrites plus avant dans le chapitre « Espèces non indigènes : vecteurs d'introduction et impacts » de l'analyse des pressions et impacts.

Liste des illustrations

Figures

Figure 1 : Roses de vent annuelles pour 3 points situés au nord, au centre et au sud dans la sous-région marine golfe de Gascogne (de gauche à droite).....	8
Figure 2 : Localisation des roses de vent dans la sous-région marine golfe de Gascogne.	9
Figure 3 : Apport fluvial spécifique cumulé à l'échelle de la sous-région marine golfe de Gascogne depuis 1990.....	11
Figure 4 : Débits spécifiques moyens annuels et valeurs extrêmes de la Loire et de la Garonne de 1989 à 2009.	12
Figure 5 : Courants saisonniers en surface dans les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques.	15
Figure 6 : Marnage dans la sous-région marine golfe de Gascogne (issu du modèle de marée SHOM).....	17
Figure 7 : Moyennes, percentile 90 et 99 des hauteurs significatives et des agitations significatives.	20
Figure 8 : Bathymétrie de la sous-région marine golfe de Gascogne.	23
Figure 9 : Principaux transits sédimentaires et localisation des principales structures de la sous-région marine golfe de Gascogne.....	26
Figure 10 : Carte de nature des fonds basée sur les cartes publiées de 1970 à 2010.....	29
Figure 11 : Température saisonnière à 5 m de profondeur (source climatologie mensuelle Manche – golfe de Gascogne BOBYCLIM V2.3).....	33
Figure 12 : Température saisonnière à proximité du fond (source climatologie mensuelle Manche – golfe de Gascogne BOBYCLIM V2.3).....	33
Figure 13 : Climatologies de la turbidité pour les mois de janvier et août.	36
Figure 14 : Répartition spatiale de l'ensemble des données d'oxygène intégrées sur la verticale pour la sous-région marine golfe de Gascogne.....	41
Figure 15 : Distribution spatiale de l'ensemble des stations des données de nitrate pour la sous-région marine golfe de Gascogne.....	45
Figure 16 : Cartes de distribution en surface (0 – 10 m) des données de nitrate, phosphate et silicate pour deux saisons (janvier, février, mars et avril, mai, juin) réalisées par la méthode des voisins naturels sous ARCMAP.....	47

Figure 17 : Variation saisonnière de la concentration en chlorophylle (moyennes bimensuelles).....	50
Figure 18 : Percentile 90 de la distribution de la chlorophylle-a lors de la période productive (2003-2009). Les percentiles mesurés <i>in situ</i> sur un certain nombre de stations de référence REPHY, permettant de contrôler les estimations satellite, sont indiqués par des disques de couleur.....	51
Figure 19 : Cartographie des données utilisées pour une sélection de métaux.....	54
Figure 20 : Schéma représentant l'étagement marin.....	65
Figure 21 : Carte des habitats physiques des fonds marins dans la typologie EUNIS.....	69
Figure 22 : Distribution spatio-temporelle des paysages hydrologiques identifiés.....	73
Figure 23 : Distribution spatiale des paysages hydrologiques identifiés par l'AFM.....	75
Figure 24 : Evaluation de l'indice d'abondance (fréquence des blooms) sur la période 2005-2012, avec les critères DCE.....	78
Figure 25 : Chlorophylle ($\mu\text{g.L}^{-1}$) - moyenne annuelle du modèle ECO-MARS3D (à gauche) et du satellite MODIS (à droite) en 2003 ; au centre, corrélation modèle-mesures établie sur les pixels classés en 5 strates selon la bathymétrie.....	80
Figure 26 : Distribution spatiale de l'ensemble des prélèvements recensés depuis 1964. (sources : CNRS, Ifremer, Universités (Paris 6, Bordeaux, La Rochelle)).....	84
Figure 27 : Types d'études réalisées. (données : CNRS, Ifremer, Universités (Paris 6, Bordeaux, La Rochelle)).....	85
Figure 28 : Situation de l'étage médiolittoral sur les côtes marines.....	88
Figure 29 : Nombre de ceintures algales dans les biocénoses « roches et blocs médiolittoraux à dominante algale » en fonction des secteurs géographiques.....	92
Figure 30 : Secteurs d'étude et suivis des herbiers à <i>Zostera noltii</i>	102
Figure 31 : Carte des fonds rocheux de la sous-région marine golfe de Gascogne.....	110
Figure 32 : Composition et densité des algues structurant l'habitat de l'infra-littoral supérieur au sein de la sous-région marine golfe de Gascogne.....	112
Figure 33 : Distribution des unités biosédimentaires. Cartes établies à partir des données historiques compilées par le REBENT.....	120
Figure 34 : Exemples des distributions des principaux peuplements de l'épi-mégafaune (A) et de quelques espèces remarquables et commerciales (B à F) obtenues à partir de la campagne halieutique EvHoe dans le golfe de Gascogne.....	126
Figure 35 : Localisation géographique des prélèvements concernant des communautés de substrats meubles dans le domaine bathyal-abyssal, sous-région marine golfe de Gascogne.....	129

Figure 36 : Source des données, domaine bathyal-abyssal, sous-région marine golfe de Gascogne.	133
Figure 37 : Distribution des espèces de coraux <i>Lophelia pertusa</i> et <i>Madrepora oculata</i> (bases de données et imagerie) : a) <i>Lophelia pertusa</i> (source : Ifremer) ; b) <i>Madrepora oculata</i> (source : Ifremer et NUIG).....	134
Figure 38 : Biomasse relative des principales espèces de la macrofaune vagile rencontrées lors des campagnes EVHOE dans la sous-région marine golfe de Gascogne.....	141
Figure 39 : Aire de répartition marine de l'esturgeon européen <i>Acipenser sturio</i>	144
Figure 40 : Représentation schématique de la distribution des adultes en ponte au printemps (gauche) et des nourriceries (droite). Noir : sprat, petit anchois et petite sardine. Vert : anchois et/ou sardine. Bleu : petite sardine. Gris : grosse et/ou petite sardine. Rouge : maquereau et chinchard et grosse sardine. Orange : maquereau et chinchard. Source : données PELGAS, ICES Coop. Res. Rep. No. 306, ICES WGWIDE report 2010.	152
Figure 41 : Proportion des 5 principales espèces débarquées au cours de la période 1952-2009 (données CICTA).....	153
Figure 42 : Evolution des captures des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région de 1952 à 2009 (données CICTA).....	153
Figure 43 : Simulation de la route migratoire préférentielle des saumons de Loire-Allier (résultat provisoire).....	157
Figure 44 : Distribution des captures de germon (bleu foncé), thon rouge (rouge), divers requins (noir), et d'espadon (orange) dans la sous-région marine golfe de Gascogne entre 1952 et 2009 (données CICTA).....	160
Figure 45 : Distribution des observations standardisées et opportunistes des espèces permanentes des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques.....	163
Figure 46 : Alimentation des mammifères marins des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques.	167
Figure 47 : Nombre de tortues caouanne (à gauche) et luth (à droite) observées dans la sous-région marine golfe de Gascogne entre 1970 et 2009.....	170
Figure 48 : Répartition par espèce des observations de tortues marines recensées dans la sous-région marine golfe de Gascogne entre 1970 et 2009.....	171

Tableaux

Tableau 1	: Noms des contributeurs et organismes d'appartenance pour chacune des thématiques traitées.	5
Tableau 2	: Distribution saisonnière des ΔfCO_2 dans la sous-région marine golfe de Gascogne...	39
Tableau 3	: Nombre d'analyses de dépassements de seuils réglementaires pour le cadmium, plomb, mercure et benzo(a)pyrène recherchés dans des mollusques bivalves prélevés en océan Atlantique (Données RNO-ROCCH, Ifremer/banque Quadriga)	58
Tableau 4	: Nombre d'analyses de dépassements de seuils réglementaires pour le cadmium, plomb, mercure et benzo(a)pyrène recherchés dans des mollusques bivalves prélevés en océan Atlantique de l'ensemble des échantillons (Données RNO-ROCCH, Ifremer/banque Quadriga)	59
Tableau 5	: Equivalences terminologiques entre les classifications EUNIS et les cahiers d'habitats en France	66