

PLAN D'ACTION POUR LE MILIEU MARIN

SOUS-RÉGION MARINE MERS CELTIQUES

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. COURANTOLOGIE | 10 |
| 3. EXPOSITION AUX VAGUES..... | 14 |
| 4. BATHYMETRIE DES FONDS MARINS | 17 |
| 5. NATURE DES FONDS MARINS | 19 |
| 6. REGIME DE LA TEMPERATURE ET DE LA SALINITE..... | 24 |
| 7. TURBIDITE..... | 28 |

II. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

| | |
|--|----|
| 1. ACIDIFICATION DU MILIEU MARIN..... | 30 |
| 2. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE L'OXYGENE | 33 |
| 3. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DES NUTRIMENTS..... | 36 |
| 4. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE LA CHLOROPHYLLE..... | 41 |
| 5. SUBSTANCES CHIMIQUES PROBLEMATIQUES..... | 45 |

PARTIE 2 - ETAT BIOLOGIQUE

I. DESCRIPTIONS DES DIFFERENTS BIOTOPES

| | |
|---|----|
| 1. DISTRIBUTION DES BIOTOPES PRINCIPAUX DES FONDS MARINS | 50 |
| 2. DISTRIBUTION DES BIOTOPES PRINCIPAUX DE LA COLONNE D'EAU | 55 |

II. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES ET BIOCENOSSES

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. COMMUNAUTES DU PHYTOPLANCTON..... | 60 |
| 2. COMMUNAUTES DU ZOOPLANCTON | 66 |

| | |
|---|------------|
| 3. BIOCENOSSES DU MEDIOLITTORAL | 70 |
| 4. BIOCENOSSES DE L'INFRALITTORAL..... | 79 |
| 5. BIOCENOSSES DU CIRCALITTORAL..... | 87 |
| 6. BIOCENOSSES DU BATHYAL ET DE L'ABYSSAL..... | 90 |
| 7. PEUPELEMENTS DEMERSAUX..... | 99 |
| 8. POPULATIONS ICHTYOLOGIQUES PELAGIQUES | 105 |
| 9. MAMMIFERES MARINS..... | 110 |
| 10. REPTILES MARINS..... | 116 |
| 11. OISEAUX MARINS | 119 |
| 12. ESPECES INTRODUITES..... | 122 |

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) |
| 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 | C. Rolet, N. Desroy (Ifremer) |
| Fonds durs des biocénoses du circalittoral | S. Derrien- Courtel, A. Le Gal (MNHN) |
| Habitats particuliers du circalittoral | C. Rolet, N. Desroy (Ifremer), S. Derrien-Courtel, A. Le Gal (MNHN) |
| Fonds meubles des biocénoses bathyale et abyssale | B. Guillaumont, 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 bathyale et abyssal | B. Guillaumont, I. Van Den Beld, J. Davies, C. Bayle (Ifremer) |
| Populations ichtyologiques démersales du plateau | P. Lorange (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 et un glossaire.

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.

La thématique des débits fluviaux n'est pas traitée pour cette sous-région marine du fait de l'absence de cours d'eau principaux sur l'île d'Ouessant.

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.

Les îles britanniques ne protègent pas ces zones ouvertes sur l'océan Atlantique, la surface maritime (le fetch) sur laquelle souffle les vents du sud-ouest au nord-ouest est importante. Les zones côtières des mers Celtiques et notamment celles de la mer d'Iroise sont hérissées d'îlots et d'écueils et parcourues par de très forts courants qui rendent la navigation particulièrement dangereuse, surtout par vent fort ou par vent s'opposant au courant.

Les vitesses les plus élevées sont observées pour les directions dominantes comprises entre le sud-ouest et le nord-ouest. Des vents de nord-est sont également observés. La direction d'est-sud-est est la moins fréquente (Figure 1).

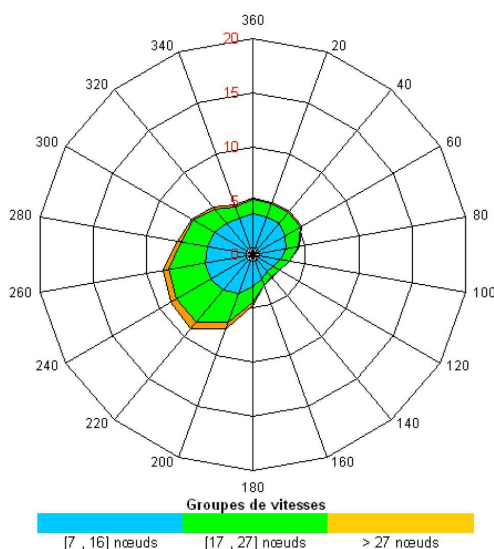


Figure 1 : Rose de vent annuelle, en mer, par 48,3°N et 6°W.

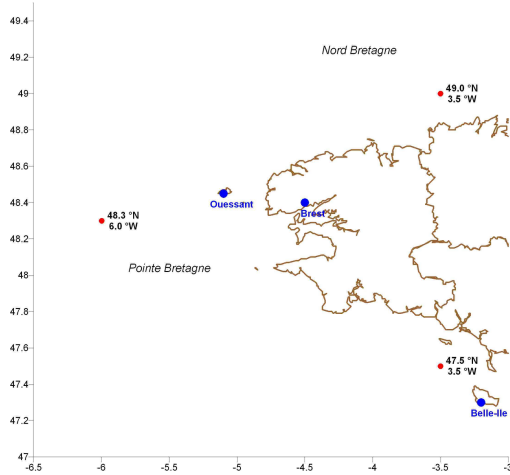


Figure 2 : Localisation de la rose de vent au sein de la sous-région marine mers Celtiques.

Pour les mois de décembre à février, près de 90 % des vitesses sont inférieures à la force 7 Beaufort (28 à 33 nœuds). Les vitesses restantes sont le plus fréquemment supérieures ou égales à 7 B pour les directions comprises entre le 180 et le 340°. Les autres mois de l'année, les pourcentages de vitesses supérieures ou égales à 7 B sont plus faibles.

Des brises côtières se déclenchent du printemps au début de l'automne. Elles peuvent renforcer temporairement le vent l'après-midi.

Conclusion

Les vents moyens les plus soutenus soufflent du sud-ouest au nord-ouest. Les vents de sud-est sont les moins observés. Les hauteurs moyennes des vagues et de la houle sont plus élevées avec l'ouverture sur l'océan Atlantique.

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 de la sous-région marine : sud-ouest / nord-est. L'influence de la présence des terres diminue en allant vers l'Atlantique où l'on rencontre les vents moyens les plus forts et les hauteurs moyennes des vagues les plus hautes.

2. 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.

2.1. Les principaux processus physiques : origine des courants en mers Celtiques

La sous-région marine mers Celtiques, telle que définie dans le cadre de la DCSMM comporte un plateau continental étendu et dans la partie ouest une zone de forte pente qui se situe dans la prolongation du talus continental du golfe de Gascogne. Cette zone est sous l'influence de la marée et son ouverture vers le large la rend sensible à la circulation à grande échelle. Le vent et sa variabilité inhérente constituent un facteur important de la circulation sur le plateau continental. Enfin, à l'est de la zone, à proximité de l'île d'Ouessant, la circulation du printemps à l'automne est largement influencée par les différences de température des eaux superficielles sur le plateau et aux abords des îles qui constituent le front d'Ouessant.

2.2. La circulation générale et la variabilité haute fréquence et saisonnière

2.2.1. Circulation générale et variabilité saisonnière

Le long du talus, le courant est dirigé en moyenne vers le nord-ouest et sa vitesse est d'environ 5 cm/s. Ce courant fluctue selon les saisons (Figure 3). Il est maximum en automne et peut s'inverser du printemps à l'été. On estime le débit moyen au dessus du talus vers le nord-ouest à 5 millions de m³/s.

Sur le plateau continental, les courants moyens sont relativement mal connus. Une mesure des courants en une station située sur le plateau durant 3 années a montré que le vent est l'un des moteurs principaux. Le courant moyen est faible en général et il est dirigé à l'opposé du courant sur le talus, soit vers le sud-ouest. Compte tenu de l'influence du vent, ce courant fluctue selon les saisons et les événements météorologiques.

Dans la partie est de la zone, on note la présence du printemps à l'automne du front d'Ouessant. Durant cette période, les eaux de surface sont réchauffées par le soleil et les 20 à 50 premiers mètres sont plus chauds que les eaux de fond (typiquement 18°C et 12°C respectivement). Le front est généré par le mélange induit par la marée. Quand les profondeurs diminuent à proximité de la côte, les courants de marée sont amplifiés. Il en résulte un mélange plus important des eaux entre la surface et le fond. Aux environs des îles d'Ouessant et Sein, ce mélange est assez intense pour homogénéiser totalement la colonne d'eau. Le front constitue alors la zone de rencontre entre les eaux stratifiées du large et les eaux côtières mélangées (voir thématique « Régime de la température et de la salinité »). Ces gradients de densité génèrent un courant qui se superpose aux courants de marée et aux courants induits par le vent. Dans la partie ouest du front d'Ouessant, le courant de surface est dirigé vers le sud. Au fond, à la rencontre des eaux froides du large et des eaux côtières plus chaudes, il s'inverse de se diriger vers le nord. Le front d'Ouessant est variable

en intensité et localisation, les cycles vives eaux - mortes eaux et le vent sont les principaux facteurs de sa variabilité.

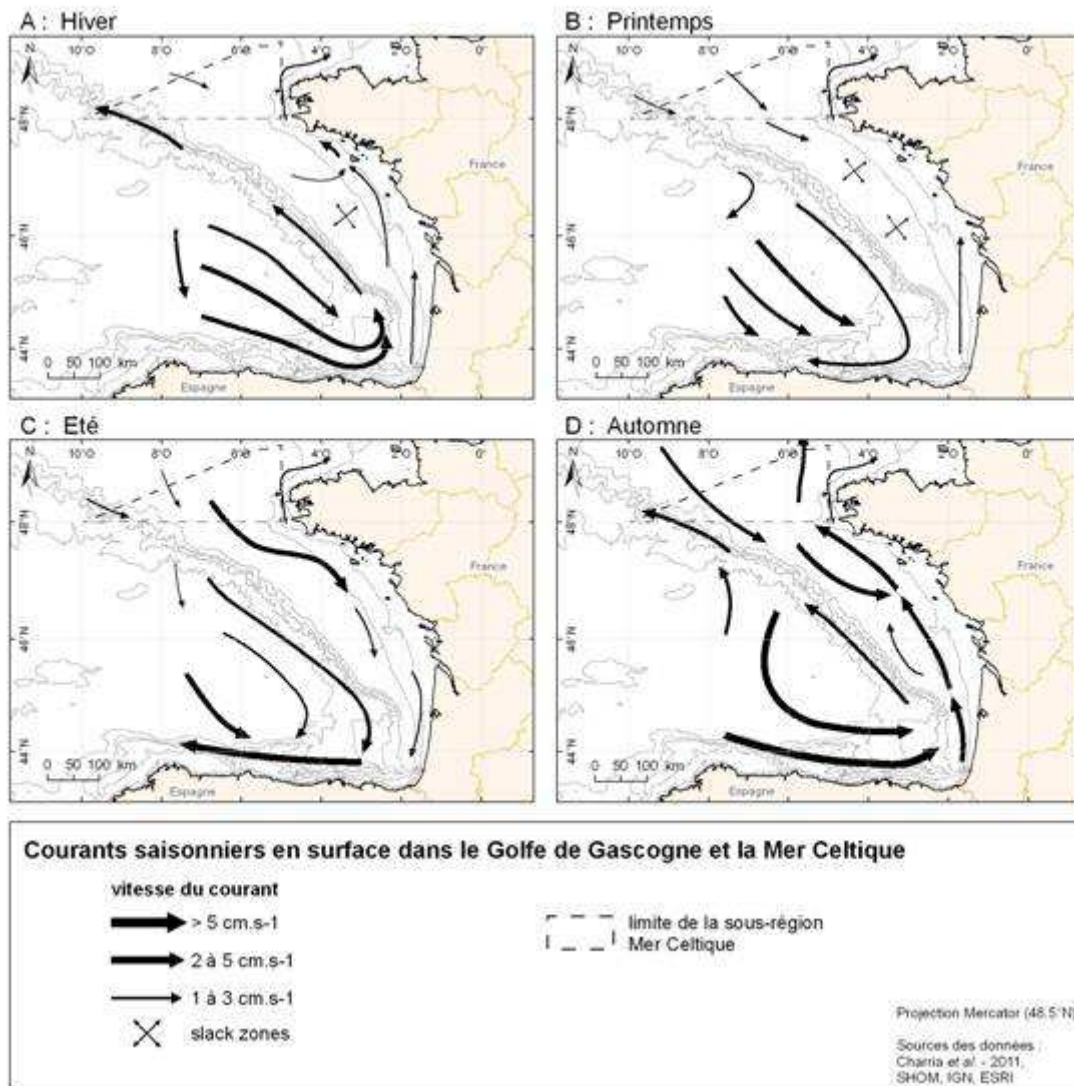


Figure 3 : Courants saisonniers en surface dans le golfe de Gascogne et les mers Celtiques.

2.2.2. Ondes internes et solitons

Du printemps à l'automne, la couche de surface est plus chaude que les eaux sous jacentes. L'épaisseur de la couche de surface varie de 20 à 50 m. Quand l'onde de marée, générée au large rencontre le talus continental, les courants de marée sont amplifiés et une composante verticale importante est créée par la remontée du fond de 4000 m à environ 200 m. Cette composante verticale génère ainsi une oscillation de l'interface entre les eaux chaudes de surface et les eaux de fond. Cette oscillation est appelée marée interne, elle peut atteindre une amplitude de 80 m en vives eaux. Elle a la période de la marée et se propage de part et d'autre du talus. Les courants associés au passage à la marée interne sont inversés entre la couche de surface et la couche de fond de telle sorte que la moyenne des courants sur la verticale est quasiment nulle sur le plateau. Les courants de la marée interne peuvent atteindre un nœud (50 cm/s) sur la bordure externe du plateau et cette région est reconnue comme l'un des endroits où la génération de la marée interne est la plus forte au monde. Les ondes internes modifient leur forme au cours de leur propagation

sur le plateau et peuvent à partir de mécanismes d'interactions avec la bathymétrie encore mal connus dégénérer en solitons qui sont des ondes internes de haute fréquence (entre 1 heure et quelques minutes).

2.3. Les courants de marée

2.3.1. Onde de marée et marnage

Dans la sous-région marine mers Celtiques, la marée est liée à une onde progressive qui se propage dans l'Atlantique nord-est, en sens inverse des aiguilles d'une montre. Le marnage croît de 1 m au large à 6 à 7 m aux abords de l'île d'Ouessant (Figure 4).

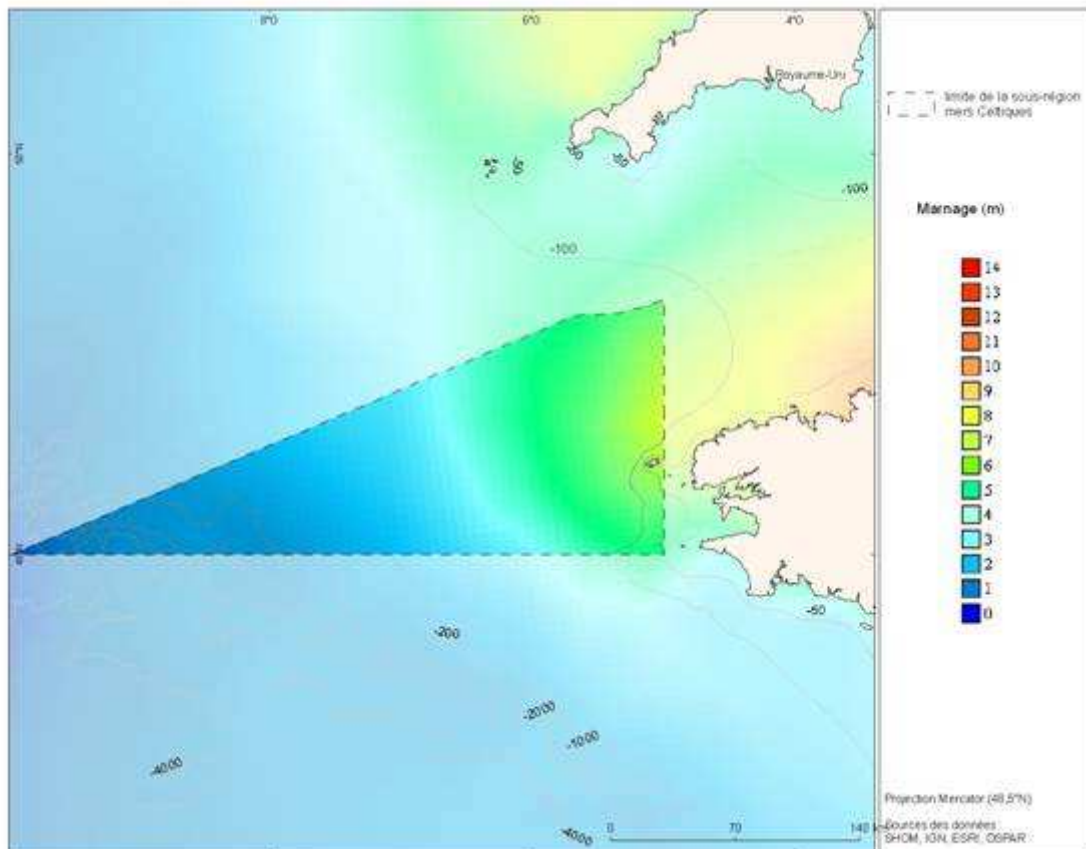


Figure 4 : Marnage en mers Celtiques (issu de modèle SHOM).

2.3.2. Etat des connaissances et amplitude des courants de marée

L'intérêt scientifique porté à la région s'est traduit par des études océanographiques assez nombreuses depuis les années 1980, notamment pour comprendre certains processus à moyenne échelle et améliorer la connaissance de circulation côtière. Cependant, la structure tridimensionnelle des courants est encore peu décrite.

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 moyens de calcul actuels permettent une modélisation fine des courants en 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. Les modèles de circulation côtière requièrent une bonne connaissance des processus moyenne échelle et de leur impact sur les phénomènes de mélange. Il reste encore beaucoup de questionnement sur le rôle de la marée interne et son impact sur les processus physiques et biologiques.

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).

Sur le plateau, la vitesse en surface des courants de marée croît du sud vers le nord. Les vitesses, en général faibles, ne dépassent pas 80 cm/s à l'ouest de 7°30W. Dans cette zone, les courants de marée peuvent être masqués par les courants dus au vent. Les vitesses augmentent vers l'est et vers 5°30W, les courants atteignent ou dépassent 1m/s à peu près partout. En présence d'une topographie du fond tourmentée, les caractéristiques des courants varient notablement d'un point à un autre, souvent rapprochés. Le Passage du Fromveur, étroit et profond, est le siège de courants violents qui atteignent 4 m/s environ en vive-eau moyenne. Des vitesses de 2.5 à 3 m/s sont signalées aux abords de Ouessant, 1.75 m/s à 1.5 nautique du phare de la jument. En morte-eau, les courants de marée perdent 20 à 30 % de leur vitesse, mais la morphologie de la côte et les forçages météorologiques sont susceptibles de perturber ponctuellement les courants.

2.3.3. Variabilité temporelle des courants de marée

Les courants de marée varient en intensité et en direction au cours du cycle tidal, leur période est d'environ 12h25. Leur direction générale est vers le nord-est en période de flot et vers le sud-ouest en période de jusant. Ils prennent une orientation nord-sud aux voisinages d'Ouessant et est-ouest à l'entrée de la Manche.

Sous-région marine soumise à de forts courants de marée et à des marnages importants, la courantologie en mers Celtiques est bien établie. 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 en mers Celtiques, ainsi que sur la variabilité inter-annuelle et le rôle de la circulation à grande échelle, restent encore à acquérir, voire à explorer.

3. Exposition aux vagues

Les états de mer (vagues et houles) 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.

3.1. 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. Leur résolution est assez grossière en Manche (4 km) et adaptée à la mer d'Iroise (300 m).

3.2. Moyenne et percentiles 90 et 99

En dehors des abords de l'île d'Ouessant, les statistiques de l'état de la mer sont assez homogènes pour la hauteur significative avec une moyenne à 2,3 m, un percentile 90 entre 4 et 4,5 m, et un percentile 99 qui décroît du large vers la côte, de 7,8 m à 5 m (Figure 4).

Les vitesses d'agitation près du fond sont à contrario, fortement influencées par la profondeur et augmentent fortement 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.

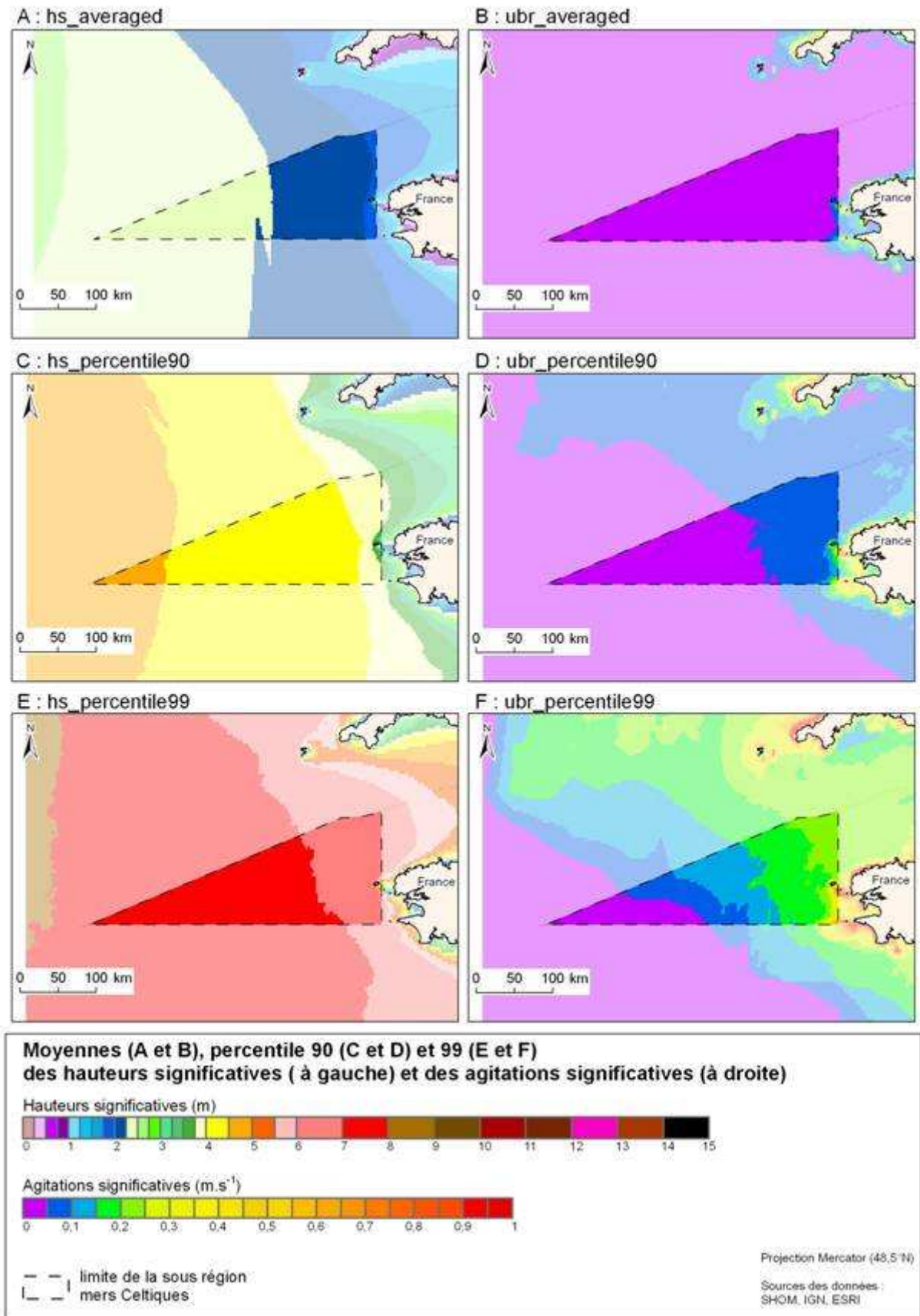


Figure 5 : Moyenne, percentile 90 et 99 des hauteurs significatives et des agitations significatives.

3.3. Analyse des houles et des hauteurs d'eau

La hauteur moyenne annuelle des vagues dépasse les 2 m sur les mers Celtiques. Au mois de janvier, cette hauteur dépasse souvent les 3 m et elle augmente vers l'ouest. Le mois de janvier se caractérise par les houles les plus marquées. La position de la dépression d'Islande stationnaire génère des houles d'ouest à ouest-sud-ouest avec une hauteur moyenne pouvant dépasser largement les 2 m et de grandes longueurs d'ondes. En été, elles dépassent rarement 1 m. Les hauteurs moyennes des vagues et de la houle sont plus élevées qu'en Manche avec l'ouverture sur l'océan Atlantique.

Largement ouverte sur l'océan Atlantique, cette sous-région marine mers Celtiques connaît de fortes houles (supérieures à 2, voire 3 m), en particulier en cas de vents forts et de courants de marée contraires. Les hauteurs moyennes des vagues et de la houle décroissent d'ouest en est. Elles sont plus élevées au large.

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.

4. 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.

4.1. Couverture des données disponibles

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

- La couverture au sondeur multifaisceaux est faible et majoritairement issue de transits valorisés;
- L'ensemble de la sous-région est couverte au sondeur monofaisceau à l'exception des abords de Ouessant où seules des mesures effectuées au plomb de sonde sont disponibles;
- Les zones hauturières sont globalement couvertes par des levés au sondeur monofaisceau. La connaissance de la bathymétrie n'y est donc pas exhaustive, les profils de sondes présentant un espacement de l'ordre de 500 à 1000 m.

4.2. Particularités morphologiques et dynamiques

4.2.1. Particularités morphologiques

La Figure 6 présente la morphologie bathymétrique de la sous-région marine mers Celtiques et de ses environs. Celle-ci se compose majoritairement d'un plateau continental s'achevant à son extrémité ouest par un talus. Le plateau continental se caractérise par une pente douce et peu d'irrégularités. Les fonds y sont compris entre 50 et 200 m, hormis à proximité de l'île d'Ouessant ou de l'archipel de Molène. L'extrémité ouest de la zone présente un talus abrupt et quasi-immédiat permettant d'atteindre des fonds supérieurs à 3000 m en 30 à 40 km.

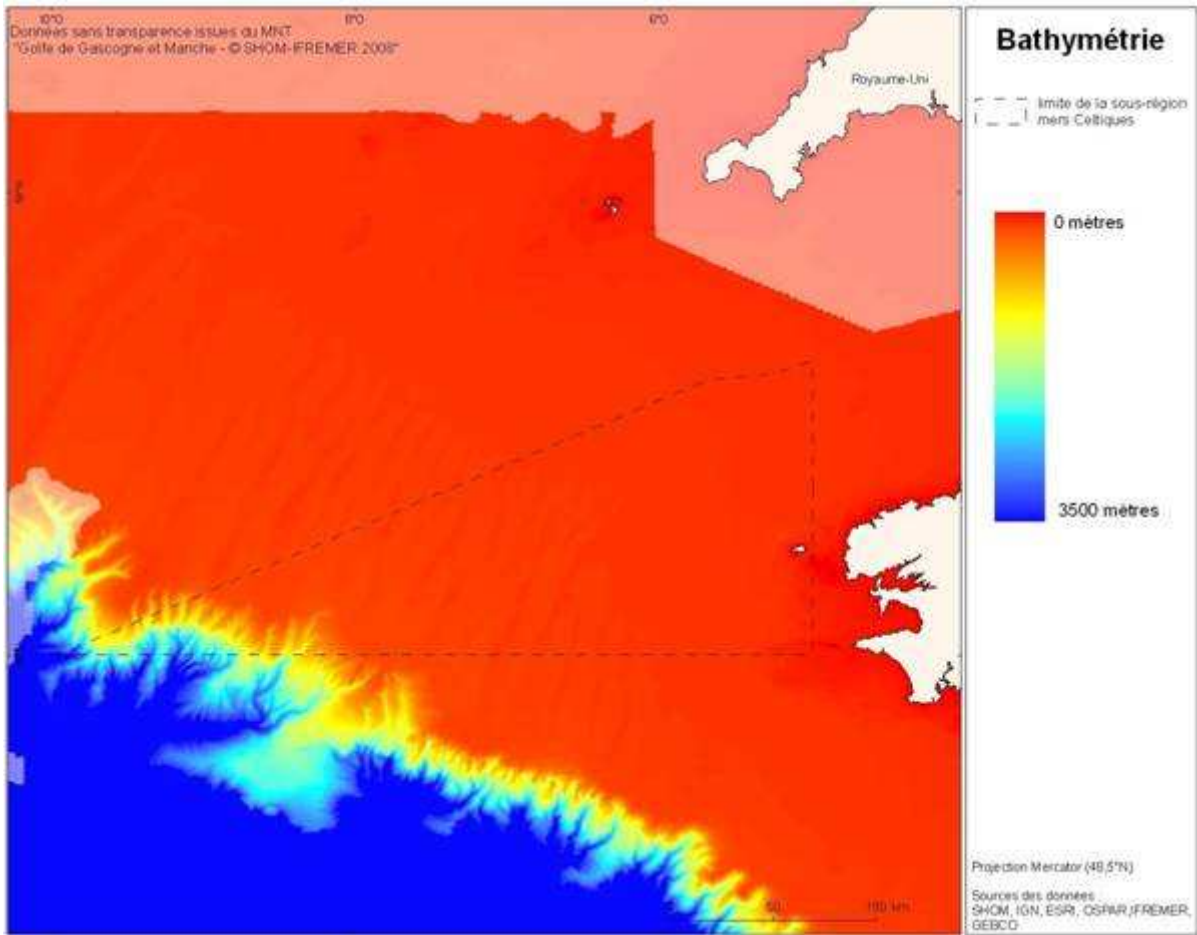


Figure 6 : Bathymétrie de la sous-région marine mers Celtiques.

4.2.2. Particularités dynamiques

A l'échelle de la sous-région marine, la dynamique des fonds marins est a priori limitée, en particulier sur la zone de plateau continental dont la pente est faible. Mais à l'ouest, de 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.

Cette sous-région marine mers Celtiques, de taille relativement modeste, est caractérisée par la présence de trois ensembles : un large plateau continental, un talus entaillé de canyons et le début d'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 (mouvements de dunes, bancs de sable, évolution du trait de côte) à l'échelle pertinente.

5. Nature des fonds marins

Les fonds des mers Celtiques sont essentiellement constitués d'un champ de bancs et dunes de sables allant d'Ouessant au talus continental. Ce domaine présente une dynamique sédimentaire due à l'action des courants de marées, des ondes internes et des houles de tempêtes.

5.1. Généralités sur la sédimentologie de la sous-région marine mers Celtiques

5.1.1. Généralités

Les reliefs rocheux, constitués des roches dures très anciennes du socle breton, sont confinés à la bordure est de la région dans le prolongement des îles de Sein et Ouessant. Les roches sous le sédiment mobile des mers Celtiques forment une surface aplanie constituée d'un socle de roches sédimentaires calcaires beaucoup plus récent ; la couche de sédiments mobiles qui le recouvre a été mise en place au cours des dernières glaciations. Elle présente des accumulations sableuses remarquables constituant une série de grands bancs stables, de plusieurs dizaines de kilomètres de long, et une cinquantaine de mètres d'épaisseur, et des champs de dunes dynamiques.

5.1.2. Facteurs de contrôle de la sédimentation dans la sous-région marine mers Celtiques

Sur le plateau Celtique, les courants de marée sont le facteur prédominant du transport sédimentaire. L'impact de ces courants, très important au niveau de l'archipel de Molène et d'Ouessant, diminue vers le large et engendre un gradient conduisant à la diminution de la taille des sédiments et au dépôt des sables. Les bancs d'Armen, d'Ouessant et du Four sont issus de ce processus.

Dans la partie orientale de la sous-région marine, une veine de courants résiduels porte vers le nord-ouest à proximité des côtes, et vers le sud-ouest plus au large. Ce courant résiduel transporte du sable, dont une partie atteint ainsi la marge continentale et peut atteindre l'océan profond après un transit dans les canyons. Près du rebord externe du plateau continental, à la limite de l'océan profond, vers 250 m de profondeur, les ondes internes génèrent des pics de courant qui forment de grandes dunes sableuses. Sur la bordure occidentale de la sous-région marine, des courants résiduels plus intenses orientés vers le nord-ouest sont dus aux ondes internes qui engendrent de forts courants qui s'intensifient dans les canyons. La pente continentale est ainsi une zone de passage où les sédiments sableux transitent dans les canyons, les particules les plus fines (vase) se déposant sur les flancs de ces dépressions.

La dynamique des sédiments provient des courants de marée sur toute la sous-région marine, il s'y ajoute l'action des ondes internes à proximité du talus. L'action des houles, très importante aux abords de l'archipel de Molène, demeure active jusqu'à 140 m de profondeur et contribue à la migration des dunes, même au-delà de 70 m de profondeur. L'hydrodynamique intense des mers Celtiques explique la présence de sables mobiles sur le fond et l'absence de sédiments vaseux. Il doit néanmoins être signalé que de tels sédiments ont été cartographiés en 1922 dans un secteur proche de la bordure septentrionale de la sous-région marine (Figure 7).

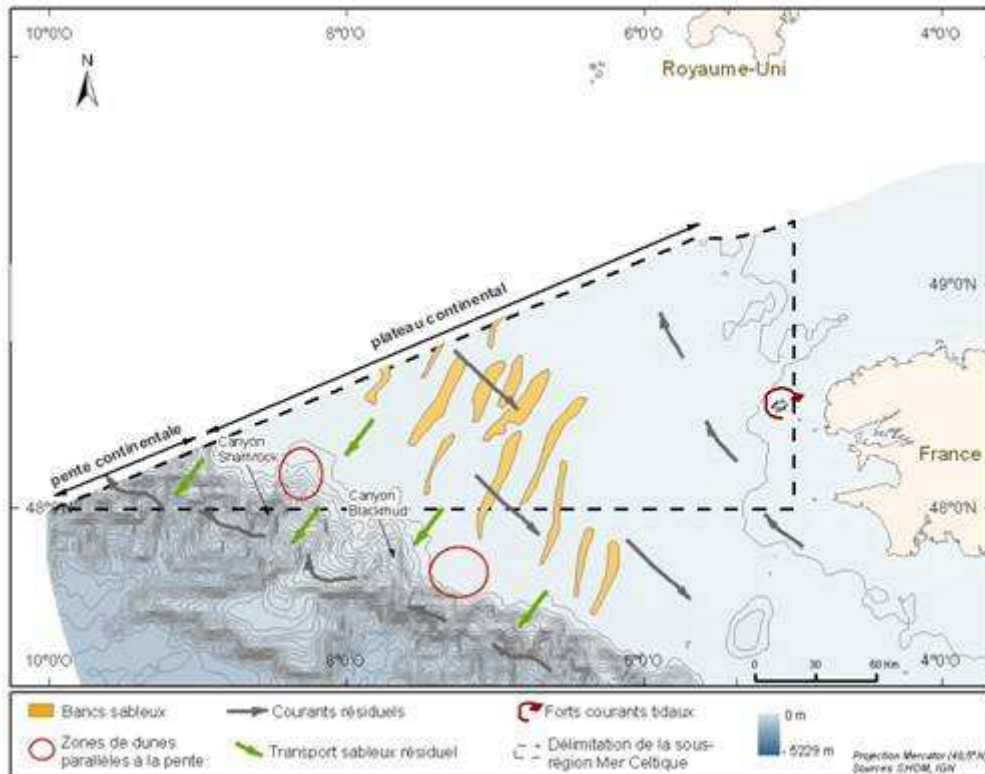


Figure 7 : Principales directions du transit sédimentaire, et localisation des principales structures (bancs et dunes) des mers Celtiques.

5.1.3. Synthèse sur les principaux objets sédimentaires

- Les reliefs : les bancs sableux de la sous-région marine mers Celtiques recouvrent toute la partie médiane de cette sous-région et sont orientés perpendiculairement au rebord de la pente continentale. Leurs dimensions sont de l'ordre de 35 m de hauteur, 5 km de large et 100 km de long. L'origine du sable est probablement deltaïque avec une mise en place aux époques glaciaires lorsque le niveau marin était 120 m plus bas et qu'un fleuve coulait dans la Manche et débouchait en mers Celtiques. Au cours de la remontée du niveau marin, les niveaux argileux des interfluves auraient été remobilisés et emmenés par les courants, les sédiments les plus grossiers, restés sur place, constituent depuis lors ces reliefs sableux. La zone des bancs est recouverte de dunes, orientées parallèlement au rebord du talus et pouvant atteindre jusqu'à 16 m d'amplitude. Leur dynamique actuelle est mal définie mais leur morphologie présente des structures migrant vers le continent et d'autres vers le large, mettant en évidence une action des courants de flot et de jusant, mais aussi des ondes internes.
- Les dépressions : l'extrémité ouest de la sous-région marine comporte le sommet du talus continental découpé par les têtes de canyons sous-marins dont le canyon de Shamrock. Ces canyons sont le siège des transits de la plate-forme vers les grands fonds sous la forme d'un transport régulier initié par les ondes internes, ou de transports massifs sous la forme de courants de turbidité dus aux avalanches sous-marines.

5.2. Evaluation de la connaissance

5.2.1. Données anciennes

5.2.1.1. Types de données et méthodes d'acquisition

Durant plus d'un siècle, le Service Hydrographique 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. A cette distance des côtes ces données sont peu nombreuses et leur localisation est imprécise.

5.2.1.2. 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.

5.2.2. Données récentes

5.2.2.1. Types de données et méthodes d'acquisition

Pour caractériser la nature des sédiments, les prospections ont été effectuées avec différents systèmes de prélèvements, drague Rallier du Baty afin de remonter le matériel grossier et carottages. Ces données ont servi à la réalisation en 1979 d'une synthèse sur la nature des sédiments de la partie nord et ouest de la région. Dans le cadre de la recherche d'hydrocarbures, cette région a fait l'objet de quelques études de la nature des fonds dans les années 1970, permettant d'améliorer localement la connaissance.

Les prélèvements sont, depuis la fin des années 1980, réalisés avec des bennes et des carottiers permettant de revenir à une mesure ponctuelle, et ces données de prélèvements sont associées à des données d'imagerie acoustique (sonar latéral, sondeur multifaisceaux) et de données issues des systèmes acoustiques de classification des fonds. Dans cette sous-région marine, de telles données sont confinées aux abords de l'archipel de Molène et la seule étude récente de la partie ouest est une thèse concernant la limite extérieure sud de la région.

5.2.2.2. Données disponibles et qualité de la connaissance

Afin de 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.

5.3. Cartes de la nature des fonds

Deux cartes de la nature sédimentaire des fonds des mers Celtiques ont été établies à partir des données anciennes et des données récentes. La Figure 8 représente la synthèse cartographique la plus récente de la zone. En l'absence d'un nombre de données suffisant, l'échelle de représentation a été limitée au 1/1 000 000. Cette carte peut être résumée ainsi :

- Les sédiments sont majoritairement sableux et coquilliers sur l'ensemble de la zone. Ceci caractérise une source importante en sable, et une hydrodynamique propice au lessivage des particules fines.
- La partie centrale de la sous-région comporte de nombreux bancs sableux reliques, de grande dimension. Sur ces structures stables, des dunes sableuses actuelles semblent présenter une dynamique liée aux marées, aux ondes internes et peut être également aux houles de tempêtes qui dans cette sous-région marine sont actives jusqu'à 140 m de profondeur.
- La frange orientale avec ses reliefs d'origine tectonique (fosse d'Ouessant) et géologique (extrémité occidentale du Massif Armoricain), présente des sédiments plus grossiers (cailloutis et graviers) près des îles et des sables remodelés par les courants de marée. Des bancs et dunes se forment aussi dans ce secteur dans les zones de moindre énergie comme par exemple aux extrémités du chenal du Fromveur, ou de part et d'autre de la Chaussée de Sein (bancs d'Armen, du Four, d'Ouessant et dunes du Kafarnao).
- Les vases sont confinées sur la pente continentale, à l'extrême ouest de la sous-région. Ces particules fines se déposent par décantation lente et par débordement des courants de turbidité sur les flancs des canyons, le fond de ceux-ci étant tapissé de sables fins parfois indurés.

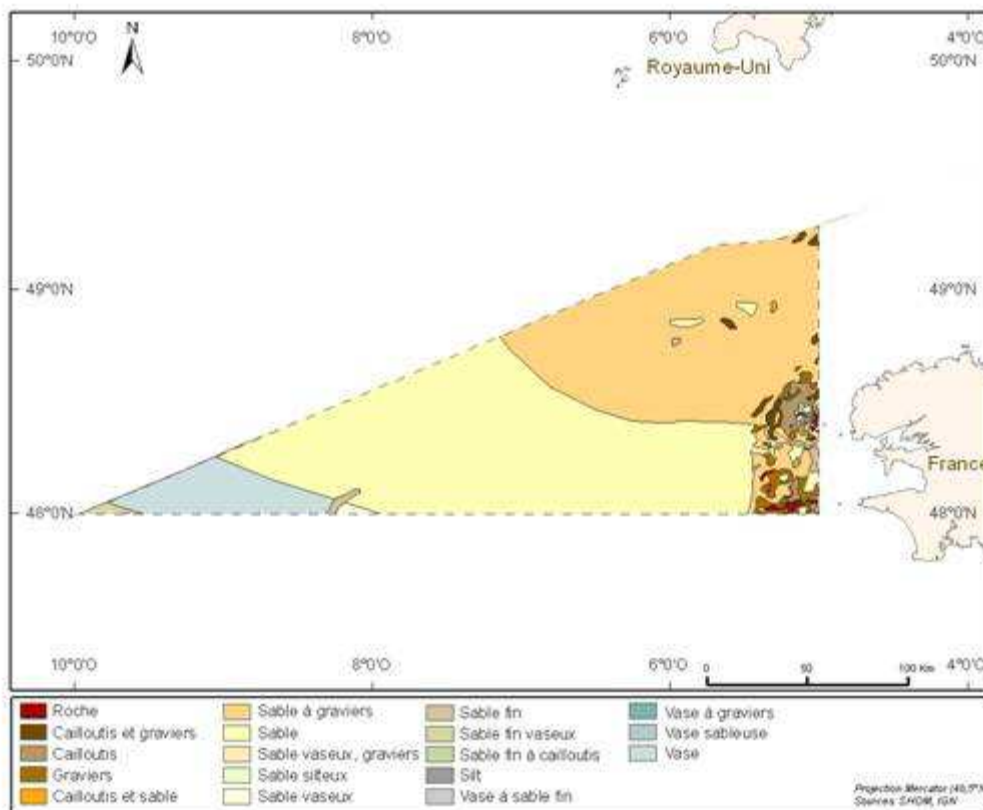


Figure 8 : Carte de nature des fonds basée sur les cartes publiées de 1970 à 2010.

Synthèse sur les sédiments et leurs mouvements

Le schéma cartographique obtenu est le résultat de l'action des forçages hydrodynamiques (courants de marées, ondes internes et vagues de tempêtes) appliquée aux structures morphologiques de la sous-région marine mais la dynamique de ce système est mal connue en l'absence de levés récurrents. A l'échelle locale, les fonds sédimentaires apparaissent mobiles

même par des profondeurs excédant 70 m. La cartographie des sédiments de la région demeure très grossière, et des affleurements de roches, de cailloutis, voire des dépôts de vases pourraient y être découverts.

La répartition des sédiments dans la sous-région marine mers Celtiques est bien documentée à l'échelle de cette sous-région marine. L'analyse historique des données indique des mouvements et transits sédimentaires importants. 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.

6. 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.

Les principaux processus hydrologiques de la sous-région marine mers Celtiques sont décrits ci-dessous.

6.1. 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 répartie 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 46°N et à l'ouest du front d'Ouessant (Figure 9, Figure 10).

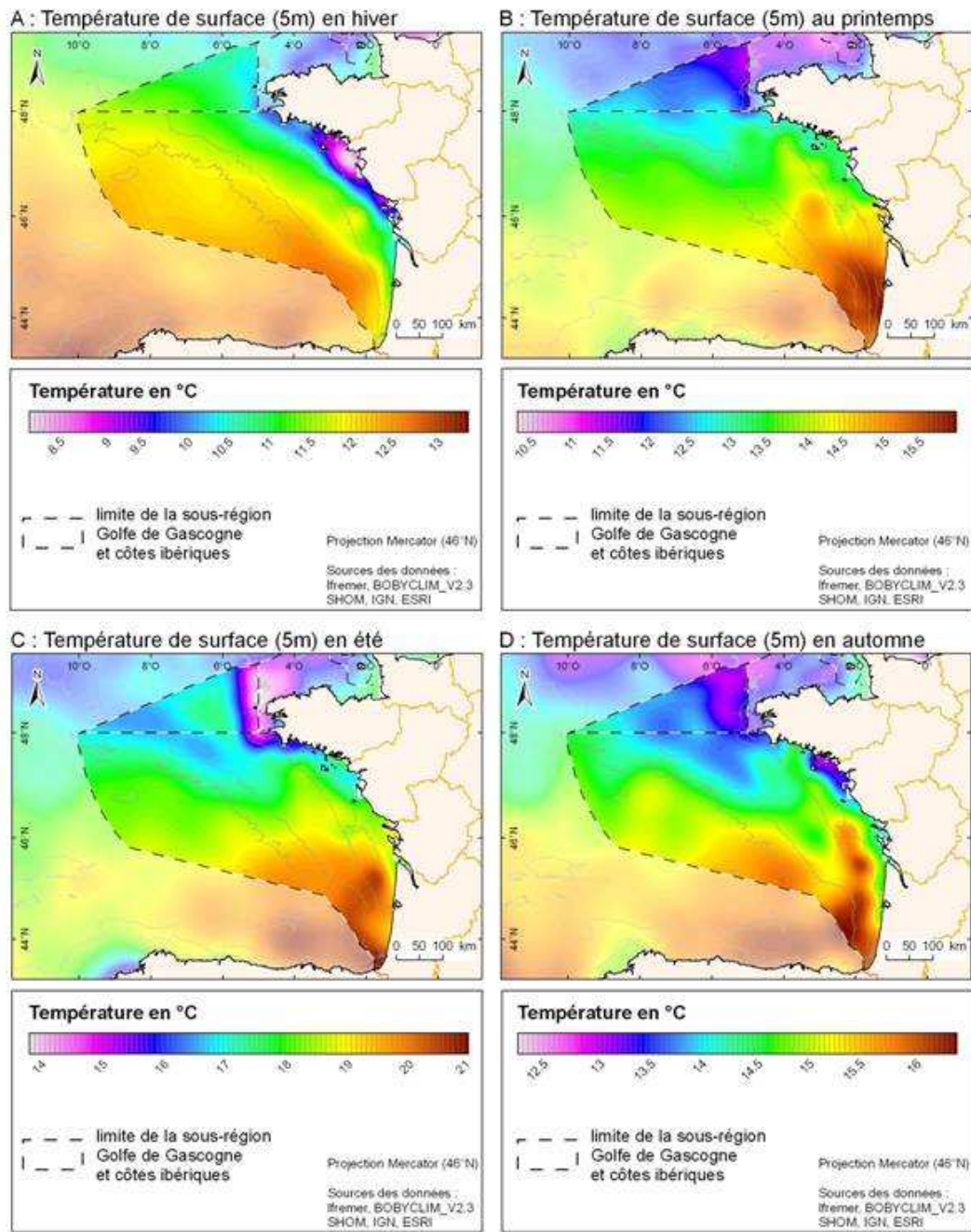


Figure 9: Température saisonnière à 5 m de profondeur (source climatologie mensuelle Manche - golfe de Gascogne BOBYCLIM_V2.3).

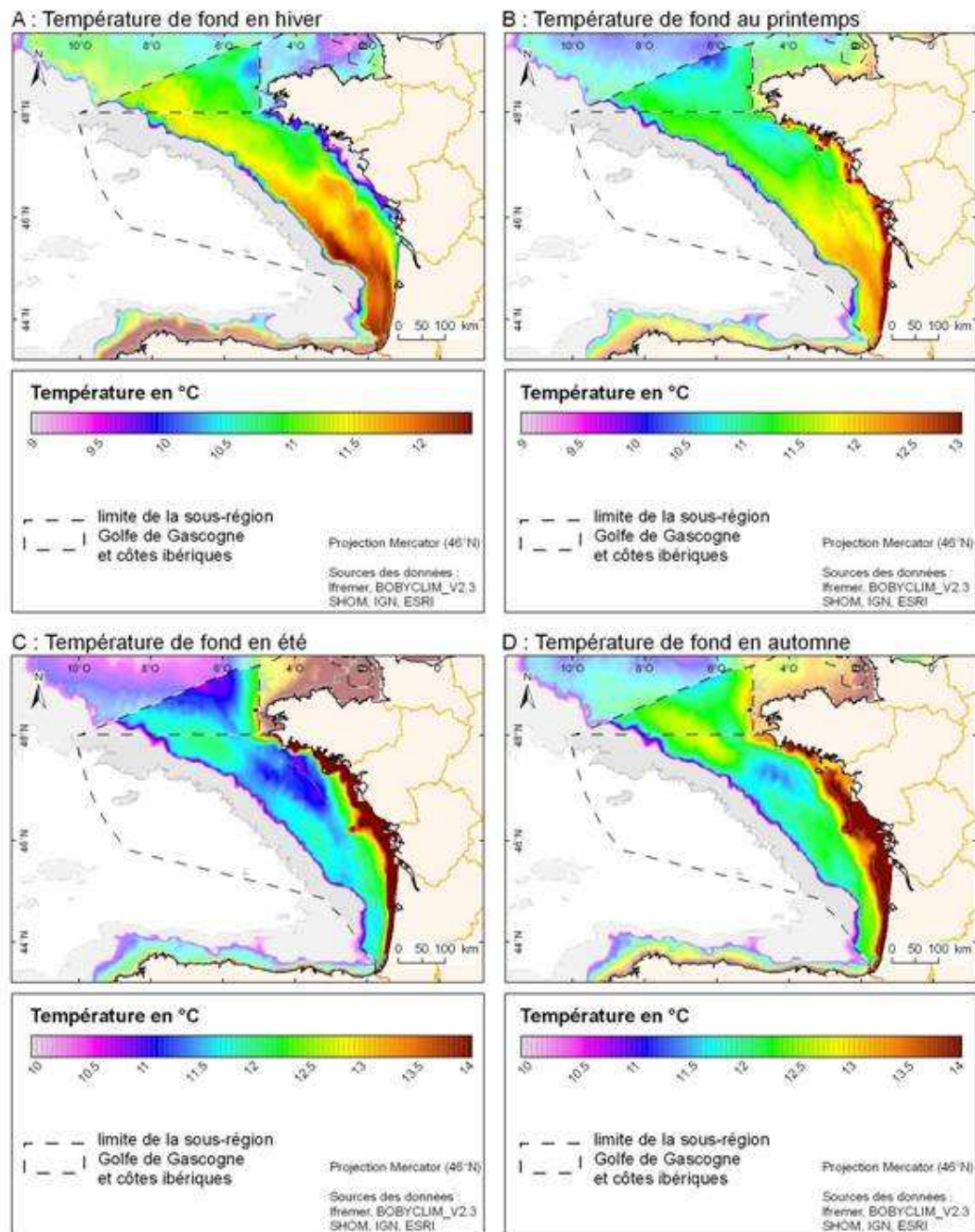


Figure 10 : Température saisonnière à proximité du fond (source climatologie mensuelle Manche - golfe de Gascogne BOBYCLIM_V2.3).

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.

6.2. Le front thermique d'Ouessant

Le front thermique d'Ouessant est situé à quelques kilomètres au large d'Ouessant et rejoint la côte à proximité de la pointe du Raz. Le gradient thermique peut atteindre de 3 à 4°C en moins de deux kilomètres. Il est présent du printemps à l'automne et particulièrement marqué en été. Le front est généré par la présence de forts courants de marée interférant avec l'établissement de la thermocline saisonnière : du mélange vertical est provoqué par le frottement de ces courants sur

le fond, ce qui homogénéise totalement la colonne d'eau. Le front constitue alors la zone de rencontre entre les eaux stratifiées du large et les eaux côtières mélangées. Le gradient de densité s'équilibre par un courant qui se superpose aux courants de marée et aux courants induits par le vent.

Dans la partie ouest du front d'Ouessant, le courant de surface est dirigé vers le sud. Au fond, à la rencontre des eaux froides du large et des eaux côtières plus chaudes, il s'inverse et se dirige vers le nord. Ces informations très spécifiques sont de nature à structurer les peuplements pélagiques de ce secteur hautement productif et diversifié d'un point de vue planctonologique.

L'interpolation de nombreuses données de température et salinité réparties sur la colonne d'eau a permis de décrire les principaux processus hydrologiques de la sous-région marine mers Celtiques: le front d'Ouessant et un bourrelet froid au niveau du fond. Une résolution plus fine améliorerait la compréhension de ces phénomènes à méso-échelle, dont la variabilité inter- et intra-annuelle est marquée.

7. Turbidité

7.1. 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 FTU : 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 les 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.

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.

7.2. Turbidité en mers Celtiques

Les mers Celtiques sont soumises à des courants de marée intenses qui expliquent une couverture sédimentaire essentiellement rocheuse, graveleuse, et sableuse dans la zone (voir thématique « Nature des fonds marins »). Elle n'est pas soumise à l'influence d'apports terrigènes.

L'unique source de turbidité est donc la remise en suspension au fond par les courants en vive-eau avec des valeurs inférieures à 1 NTU, et par les vagues. Les interprétations des images satellitales suggèrent une turbidité minérale de surface pouvant atteindre 3 NTU les mois d'hiver, et inférieure à 1 NTU le reste de l'année (Figure 11).

On ne dispose pas de suffisamment de données pour décrire l'état initial de la turbidité à échelle régionale.

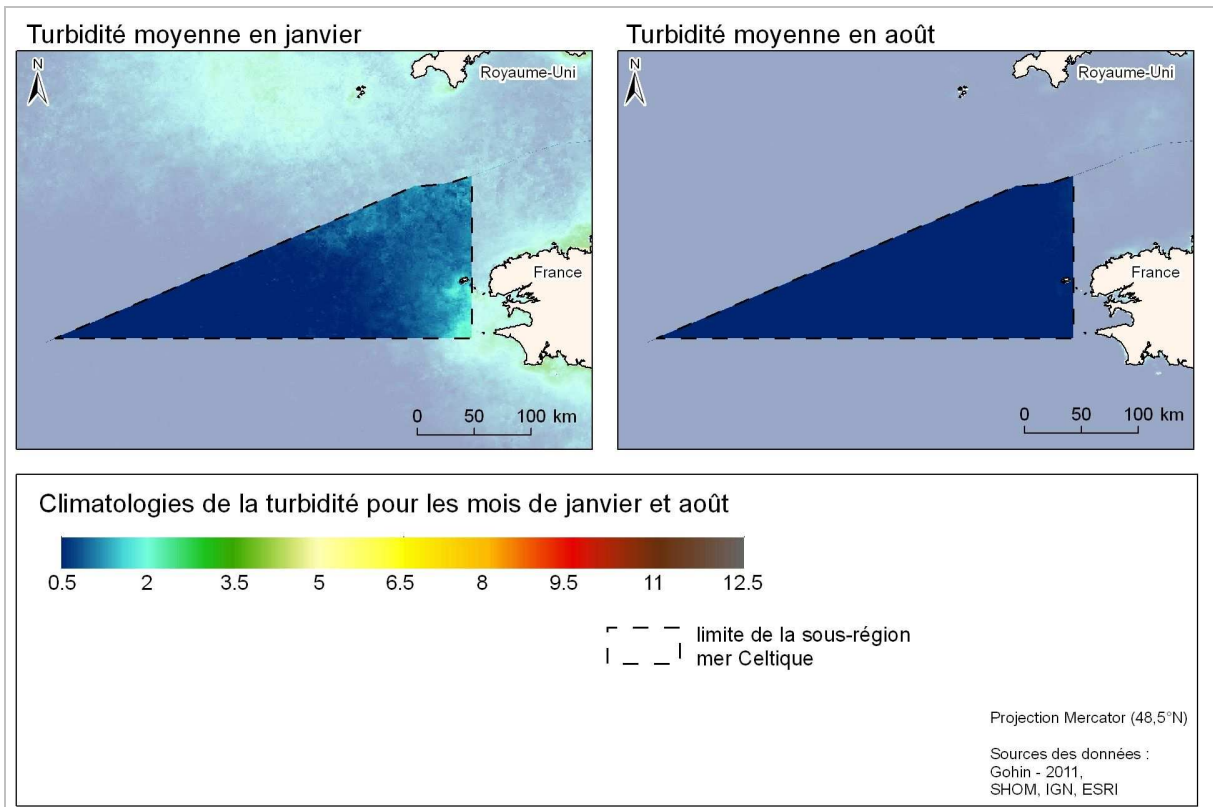


Figure 11 : Climatologies de la turbidité moyenne pour les mois de janvier et août.

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. L'absence de grands fleuves dans cette sous-région marine limite la turbidité des eaux à l'exception des baies abritées propices à l'accumulation de sédiments fins et à une remise en suspension. On ne dispose pas de suffisamment de données pour décrire l'état initial de la turbidité à échelle régionale.

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.

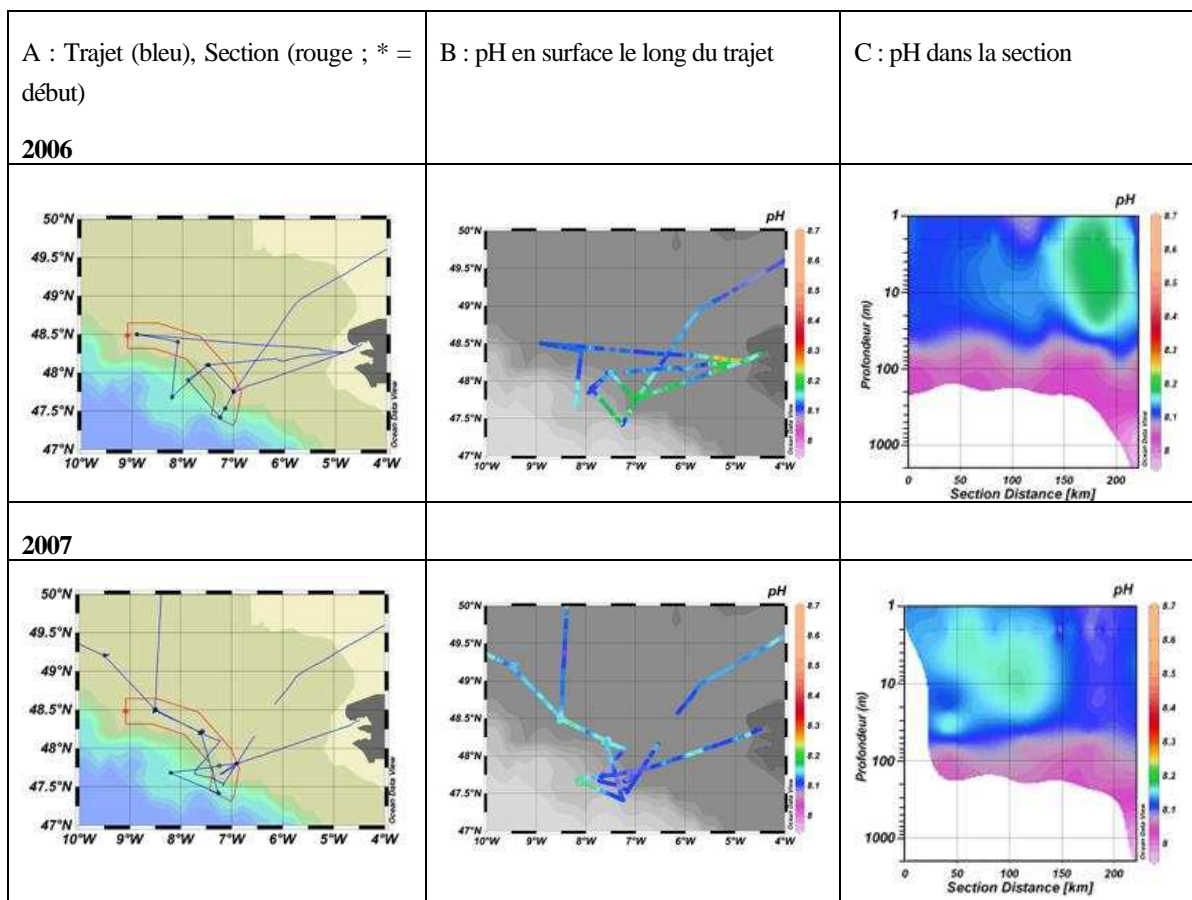
1. Acidification du milieu marin

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.

Les variations spatio-temporelles des flux air-mer de CO₂ et du pH dans la sous-région marine mers Celtiques proprement dite sont ici prises en compte, dans la zone en face de la Bretagne. Les flux air-mer sont estimés à partir des mesures de la pression partielle de CO₂ dans les eaux

de surface. La moyenne annuelle amène à un puits de CO₂ atmosphérique, de taux 0,8 mol.m⁻².an⁻¹ (c'est-à-dire faible), avec un pH compris entre 8,1 et 8,2. Ces valeurs sont relativement proches de celles calculées via une compilation des mesures disponibles à l'échelle mondiale, pour tout plateau continental « ouvert » (i.e. en-dehors des zones d'estuaires internes ou externes, des mangroves, des marais salés, des récifs coralliens et des systèmes d'upwelling) situé à des latitudes tempérées (entre 30° et 60°) : puits annuel de 1,74 mol.m⁻².an⁻¹, de 1,1 mol.m⁻².an⁻¹. Au printemps, l'étude biogéochimique des efflorescences des coccolithophoridés à l'extrémité sud-ouest de la zone (en limite du plateau continental), indique une grande absorption de carbone total par le phytoplancton. Cette région est un fort puits de CO₂, et ce durant toute la période d'efflorescence. La calcification liée à l'efflorescence des coccolithophoridés, a la possibilité de diminuer l'absorption de CO₂ mais ne peut pas renverser la direction du flux. Les efflorescences ont des conséquences antagonistes sur les flux air-mer de CO₂ : la calcification marine augmente la pression partielle de CO₂ dans l'eau de mer tandis que la production de carbone organique diminue la pression partielle. L'étude de l'importance relative de ces effets montre que la diminution de la capacité de l'océan à absorber du CO₂ atmosphérique due à la calcification reste faible (en moyenne 12 % du flux total air-mer).



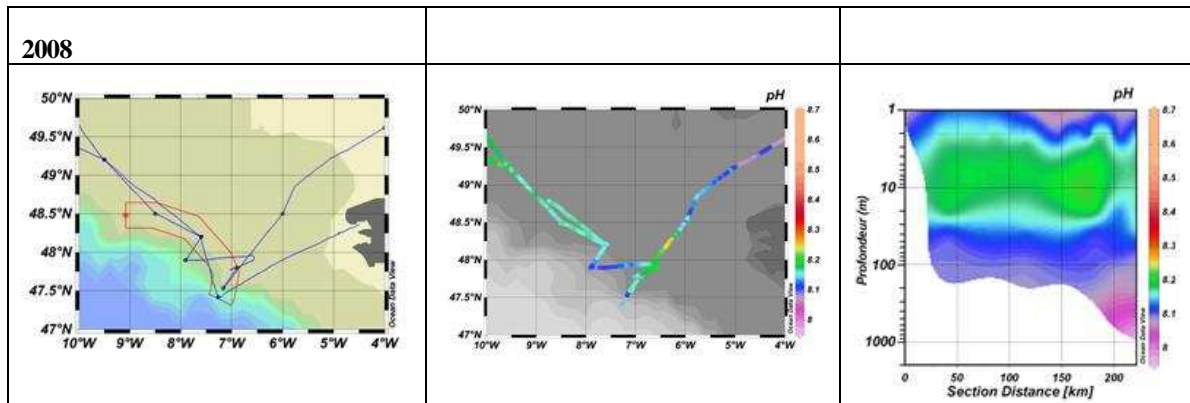


Figure 12 : pH dans les mers Celtiques pour 2006, 2007 et 2008. A) Trajets des navires avec les points aux lieux de mesures CTD, B) pH de l'eau de mer de surface, C) pH en profondeur dans la section montrée en rouge sur les cartes (A).

Dans cette sous-région marine, au relief sous marin hétérogène, soumise à des upwellings, le pH a baissé significativement sur la période 1994-2004 en relation avec l'augmentation de la teneur en CO_2 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 masse 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 sur la sous-région marine mers Celtiques 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. Les données correspondant aux profils CTD (munis de différents capteurs, ex : SBE 43) ou aux flotteurs Argos n'ont pas été prises en compte. 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) 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 environ 15 % de la base de données pour cette sous-région marine mers Celtiques. 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 lors d'une prochaine étude en validant les profils d'oxygène obtenus avec des capteurs SBE43.

2.2.1. Répartition spatiale

Sur cette sous-région marine mers Celtiques, on note que plus de 27 % des données sont enregistrées dans des zones de profondeurs inférieures à 20 m et sont principalement associées aux études du front d'Ouessant (Figure 13).

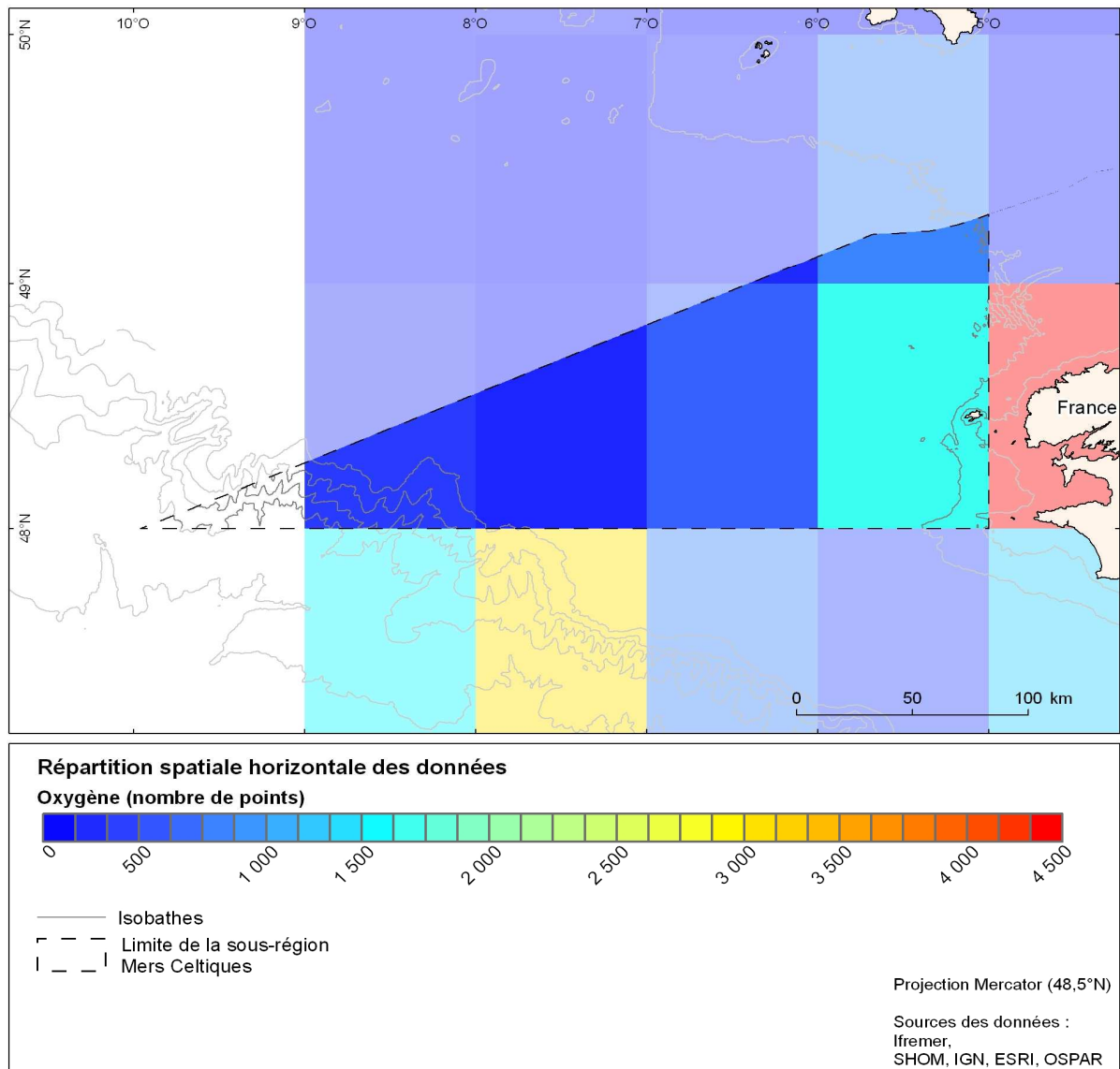


Figure 13 : Répartition spatiale de l'ensemble des données d'oxygène intégrées sur la verticale pour la sous-région marine mers Celtiques.

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-chimiques 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 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 mers Celtiques est caractérisée par la présence du front de marée (isobathe 100 m) d'Ouessant avec une stratification saisonnière à l'ouest et une zone de mélange à l'est. Coté est, la dynamique est identique à celle de la Manche, caractérisée par une absence de stratification verticale sur l'ensemble de l'année. Coté ouest, la dynamique est identique à celle du plateau continental, caractérisée par une couche de mélange d'environ 60 m. 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.

De manière globale, 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.

Aucun évènement hypoxique n'a été enregistré dans cette sous-région marine.

La sous-région marine mers Celtiques tout comme celle du 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. Les données d'observation nationales et internationales sont globalement hétérogènes sur cette sous-région marine.

3. Répartition spatio-temporelle des nutriments

Les nutriments sont constitués des sels minéraux présents 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 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 de données nationales et internationales (ICES (20.89 %), SDN (78.86 %), QUADRIGE² (0.25 %)), soit 3 250 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 bonnes, douteuses ou mauvaises). La qualité de la donnée est dépendante des protocoles de prélèvement, des méthodes analytiques, des laboratoires, etc. De plus, les protocoles analytiques ne sont pas explicités dans toutes les bases. Les données dont les méthodes analytiques ne sont pas définies ont été identifiées comme « douteuses » dans le jeu de données. Ces données douteuses représentant la part principale du jeu de données (plus de 75 % contre 23 % de données bonnes), il est donc difficile 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.

¹ ICES =CIEM (Conseil International pour l'Exploitation de la Mer. SDN : SeaDataNet. QUADRIGE²: Base de données Ifremer.

3.2. Répartition spatiale et temporelle des mesures de nutriments

Les données sont réparties de façon non hétérogène 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

La couverture géographique des stations n'est pas homogène. De manière globale, pour la façade Manche-Atlantique, plus de 80 % des données sont enregistrées dans des zones où la profondeur est inférieure à 20 m. Dans la sous-région marine mers Celtiques, la densité de données pour la mesure des nitrates est élevée (Figure 14) : les données sont principalement associées aux études du front d'Ouessant.

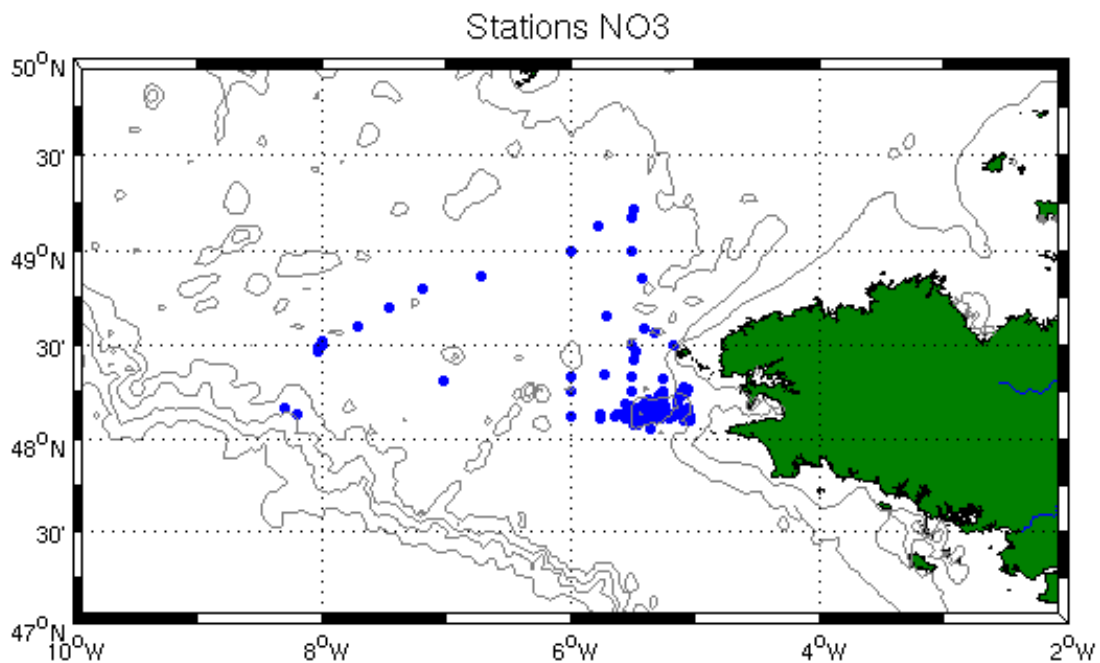


Figure 14 : Distribution spatiale de l'ensemble des stations des données de nitrate pour la sous-région marine mers Celtiques.

3.2.2. Répartition temporelle

Les séries historiques de données vont de 1914 à 2010, la plupart se situant dans les années 1990 avec un maximum en 1995. Le nombre de campagnes recueillies, depuis cette dernière date, est en diminution (données en attente ou non transmises). Il est cependant probable que le nombre de mesures réalisées ait augmenté depuis 1995. Des campagnes de sollicitations auprès des laboratoires devront être menées pour compléter les jeux de données.

3.3. Présentation des climatologies

Les cartes ci-dessous (Figure 15) 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 sont obtenues par interpolation optimale. 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. Les

concentrations de nitrates dans la sous-région marine mers Celtiques sont par exemple proches de $7 \mu\text{mol.L}^{-1}$ en profondeur (sous 75 m) sur l'ensemble de l'année. La dynamique des nutriments en surface est principalement contrôlée par le développement phytoplanctonique et la mise en place de la stratification thermique. En début de printemps, les premiers blooms provoquent une diminution importante des nutriments jusqu'à environ mai. Les nutriments sont épuisés en été, excepté sur la zone frontale. Le front d'Ouessant est la zone caractéristique des nutriments en mers Celtiques et à l'entrée de la Manche. Ce front de marée est particulièrement intense sous l'effet des courants de marée élevés et de la bathymétrie. En période estivale, dans la zone stratifiée, après épuisement des nutriments dans les eaux de surfaces, le front ramène en surface des nutriments (notamment de l'ammonium). Les concentrations peuvent être corrélées de manière négative avec la température de surface. La position des fronts de marée en mer d'Iroise (fronts de marée d'Ouessant interne et externe) constitue ainsi des limites structurantes des écosystèmes pélagiques en mer d'Iroise mais elle est très variable et dépendante des conditions de marée et de vent.

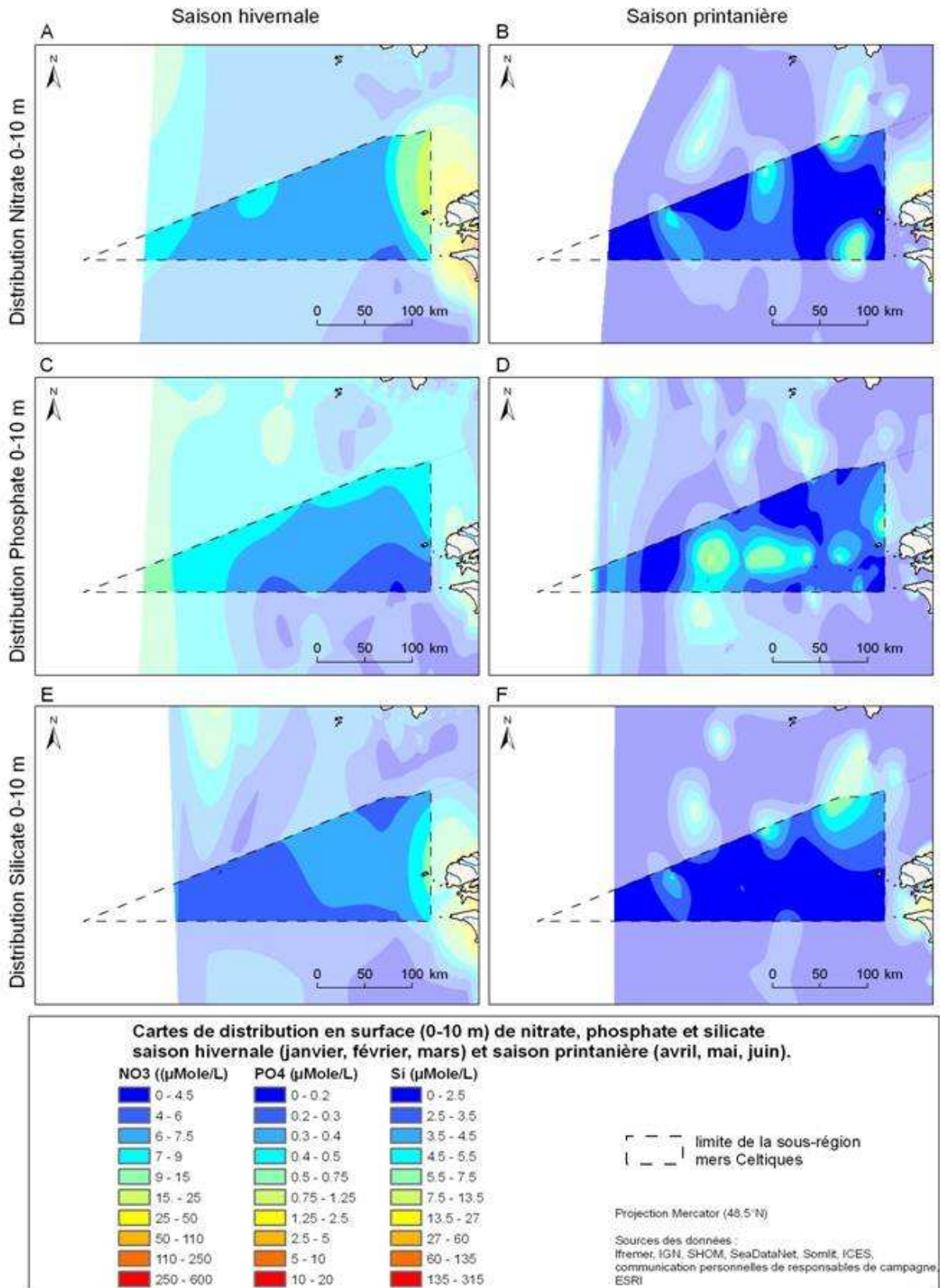


Figure 15 : Cartes de distribution en surface (0 – 10 m) des données de nitrate, phosphate et silicate pour deux saisons (janvier, février, mars et avril, mai, juin) réalisées par la méthode des voisins naturels sous ARCMAP.

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 en mers Celtiques concernent essentiellement quelques radiales côte-large. Elles ne permettent pas de déceler de tendances significatives, faute de suivis réguliers. Le réseau SOMLIT, s'il est pérennisé, pourrait combler ce manque dans la bande côtière. 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 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 (premiers cm à m selon la turbidité). Dans la partie française des mers Celtiques, comme pour la plus grande partie de la Manche, cette approche de surface est d'autant plus représentative de la colonne d'eau que le brassage par la marée est intense. Cette condition est généralement observée sur la région mais ce n'est pas le cas général. Dans le but de mieux cerner les zones stratifiées de celles plus mélangées, les cartes de la température de surface estivale issues de l'atlas réalisé pour la DCSMM en début d'année 2011 seront utilisées. Contrairement aux autres sous-régions marines concernées par la DCSMM, il n'existe pas dans la sous-région marine mers Celtiques de séries de données in-situ récoltées à des stations fixes par des réseaux côtiers pour pouvoir valider localement les cycles annuels de la concentration en Chlorophylle-a obtenus à partir des satellites. Toutefois la région pose peu de problèmes technique particuliers car ses eaux sont claires et donc optiquement simples à analyser (peu de remises en suspension, absence de charriage par les fleuves, éloignement des côtes, à l'exception du voisinage d'Ouessant et de l'archipel de Molène). Les propriétés optiques des eaux de la région sont cependant impactées saisonnièrement par la présence des coccolithophoridés, principalement lors du printemps et au début de l'été.

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-a de surface est présentée en Figure 16. On constate sur ces cartes que la production ne démarre véritablement qu'en mars-avril à l'ouest et plus tardivement à l'est de la zone.

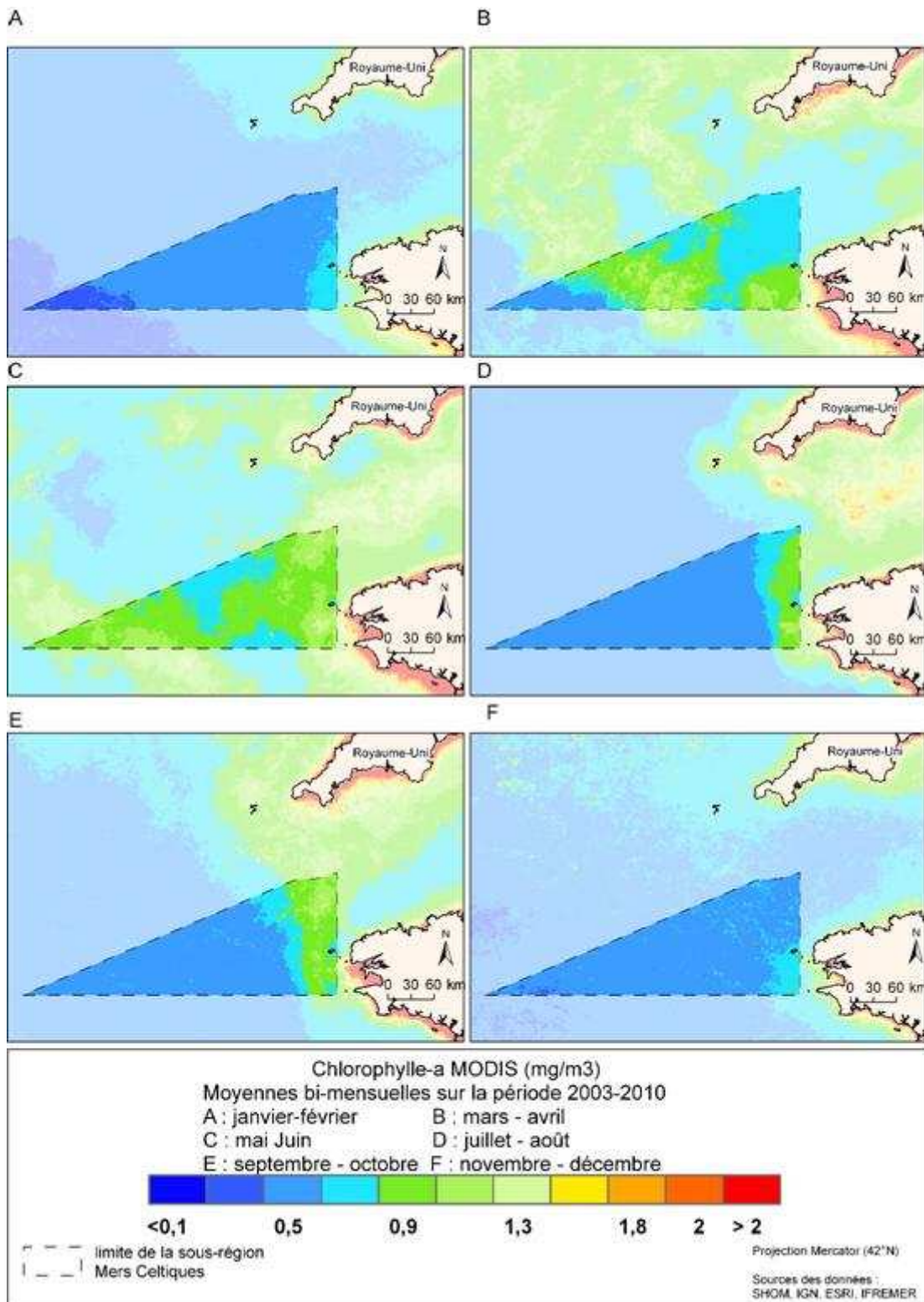


Figure 16 : Variation saisonnière de la concentration en chlorophylle-a (moyennes bimensuelles).

La Figure 17 présente le percentile 90 de la chlorophylle-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. Le niveau de chl-a atteint sur la région est relativement faible et loin d'atteindre des niveaux élevés selon le critère d'eutrophisation DCE (mauvaise qualité pour des valeurs supérieures à 40 $\mu\text{g/L}$ sur la Manche et l'Atlantique). Cela ne signifie pas que cette région ne soit pas productive car, comme c'est le cas sur une grande partie de la Manche, la turbulence créée par la marée favorise la régénération.

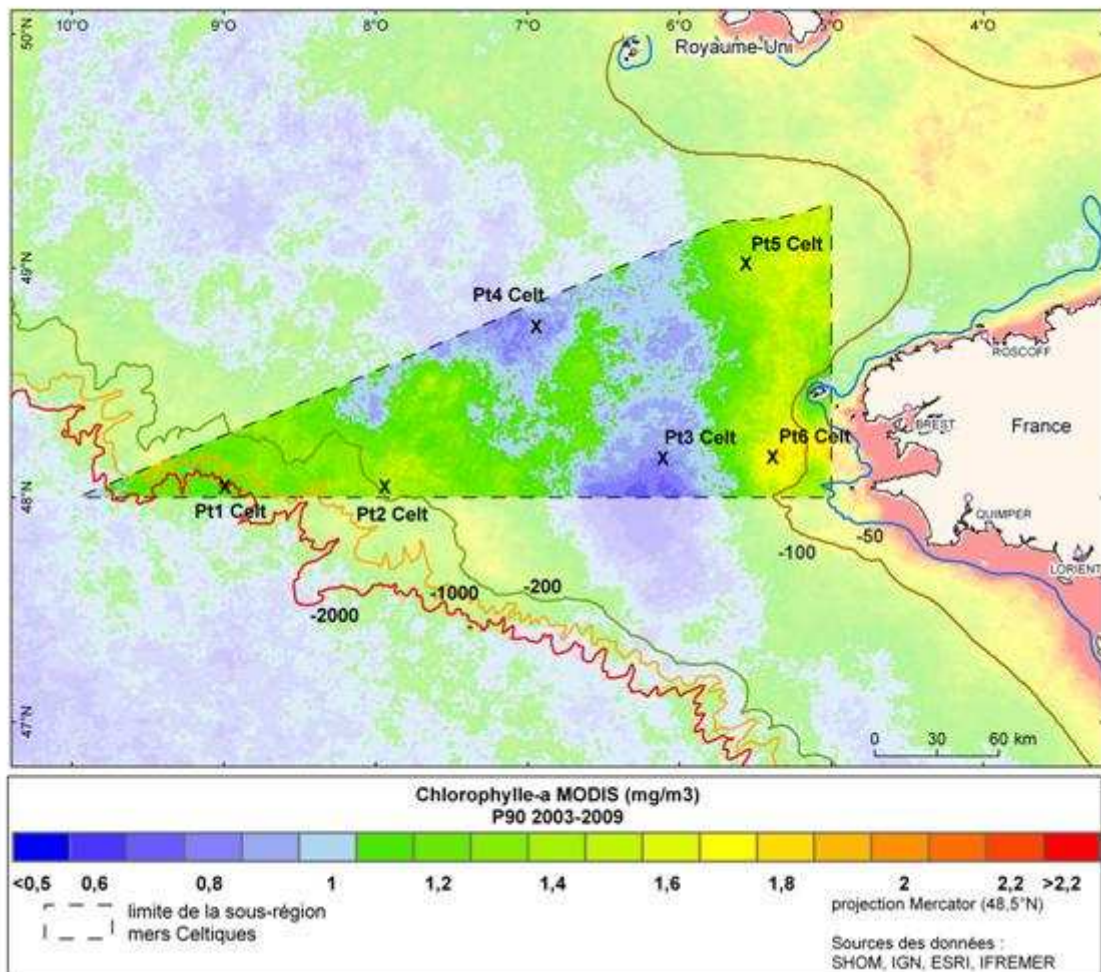


Figure 17 : Percentile 90 de la distribution de la Chlorophylle-a lors de la période productive, de mars à octobre (2003-2009). Six points, pour lesquels les cycles annuels de la chlorophylle et des matières en suspension.

En se basant sur la température de surface de la mer lors d'un mois d'été, on peut distinguer les zones mélangées (froides) et stratifiées (chaudes). En zone mélangée, la concentration en chlorophylle est stable sur une grande profondeur alors qu'en zone stratifiée elle a tendance à s'accumuler au niveau de la thermocline en été. La marée rythme l'intensité du brassage autour de ce schéma moyen (période de 14.7 jours), déplaçant les nutriments et donc la production biologique.

4.3. Éléments pour un suivi opérationnel de la concentration en chl-a

La sous-région n'est pas sensible à l'eutrophisation qui ferait suite à de trop fortes efflorescences du phytoplancton. Elle peut être surveillée efficacement par satellite mais peut aussi bénéficier des mesures automatiques (fluorescence) et des prélèvements à bord des ferries. A noter qu'il peut être intéressant, si une procédure de suivi de la chlorophylle de la sous-région est mise en place, de suivre particulièrement les coccolithophoridés, non pas parce qu'ils présentent une quelconque toxicité ou risque mais pour leur rôle dans le cycle de carbone. L'effet de l'acidification des océans, suite au changement climatique, sur la calcification et donc l'élimination par sédimentation du carbone de la surface des mers par les organismes marins est particulièrement difficile à prédire. De façon paradoxale, alors que le phénomène d'acidification laissait envisager une baisse de calcification par les micro-organismes marins, les enregistrements CPR (Continuous Plankton Recorder) faites au SAFHOS (Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science) montrent une augmentation de la fréquence d'apparition des coccolithophoridés dans l'Atlantique Nord-est.

Indicateur de la production primaire (pélagique), les niveaux et tendances dans la sous-région marine mers Celtiques 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). 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 l'entrée de la Manche (zone frontale). Les zones les plus productives restent au printemps la zone frontale d'Ouessant et certaines baies enclavées à faible circulation.

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.

A la différence des autres sous-régions marines, bordées de littoraux de longueur importante, le seul territoire français concerné ici est l'île d'Ouessant sur laquelle les réseaux de surveillance chimique ne sont pas implantés.

5.1. Données disponibles

Dans le cadre de la DCE, un suivi des 41 substances de cette directive a été mené dans l'eau en 2009, à raison d'un passage mensuel. Ce suivi avait pour objet de renseigner l'état de la masse d'eau côtière « Iroise » au regard des dispositions du texte.

Les contaminants étant présents en milieu marin à l'état de traces ou d'ultra - traces, ce type de surveillance donne une forte proportion de résultats inférieurs aux limites de quantification. Cependant, quelques rares dépassements des normes de qualité environnementale (NQE) ont été observés, sans que l'on puisse les attribuer à une contamination réelle, à des problèmes analytiques ou de flaconnage. Afin de confirmer ou infirmer ces dépassements, une campagne de prélèvement de moules a été organisée en novembre 2010 sur les sites concernés.

5.2. Identification des zones de forte concentration

Dans la masse d'eau Iroise large, au point "Ouessant", deux dépassements de la NQE en concentration maximale admissible ont été observés en janvier et mai 2009 dans l'eau pour le tributylétain. Cependant, aucun de ces dépassements n'a été confirmé par les résultats acquis dans les moules en novembre 2010. Par conséquent, aucune substance ne s'avère déclassante pour la masse d'eau en question.

5.3. Limites de l'analyse et extrapolation au large

En terme de substances, la liste des contaminants de la DCE serait une bonne base de départ, bien qu'elle contienne des substances parfois peu pertinentes en milieu marin, mais elle nécessite d'être complétée afin, en particulier, de prendre en compte les polychlorobiphényles (PCB), contaminants concernant l'océan mondial.

S'agissant de la couverture géographique, les données acquises dans le cadre de la DCE ne sont représentatives que de la bande littorale autour de l'île d'Ouessant, sur l'extrême limite est de la sous-région marine. Cependant les problèmes potentiels au large peuvent être complètement différents de ceux de la côte.

Sauf phénomène de courantologie improbable, ou particularité géologique, 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, par exemple en ce qui concerne les substances issues d'apports directs en mer.

La contamination chimique de la sous-région marine n'est étudiée que par des études ponctuelles. Celles-ci ne révèlent que de rares contaminations dans la bande côtière. La sous-région marine ne comptant que très peu de terres émergées, les données sont aujourd'hui insuffisantes pour mettre en évidence des zones sensibles.

PARTIE 2

ETAT BIOLOGIQUE

La biologie des espèces est étroitement dépendante des caractéristiques physiques et chimiques qui ont été présentées dans la partie 1 : 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 18. 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.

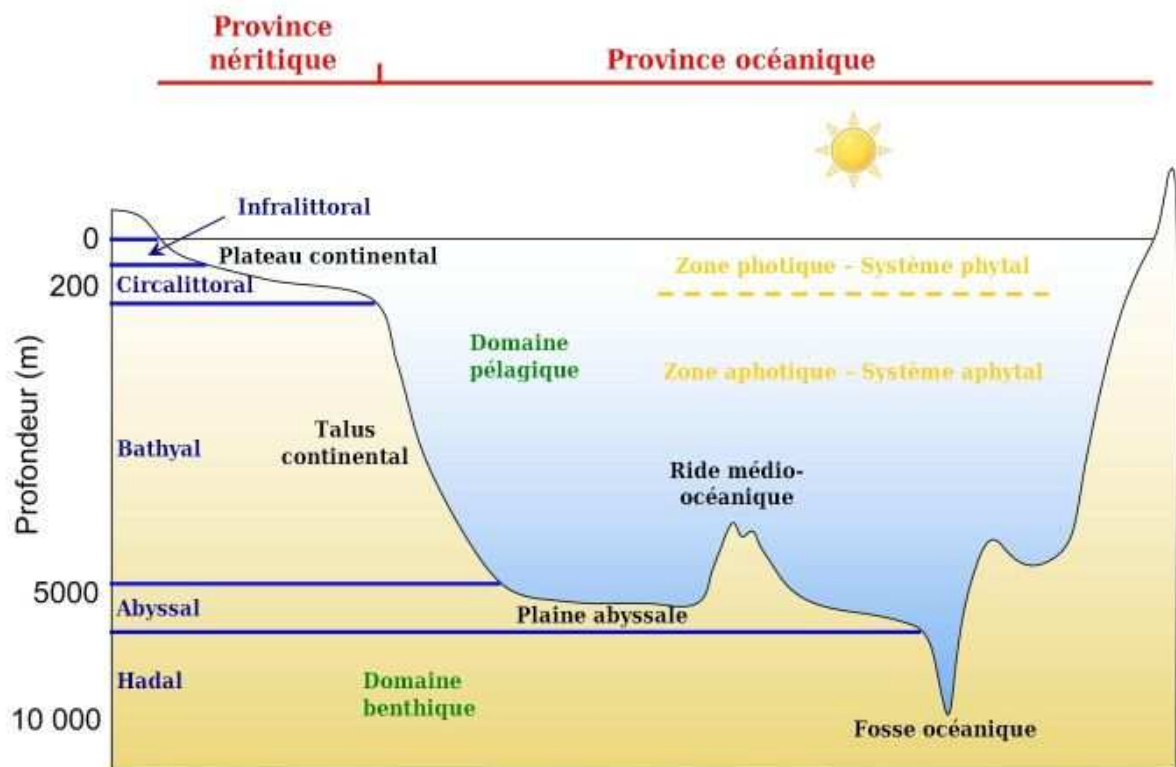


Figure 18 : Schéma représentant l'étagement marin.

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 2) présente un exemple de synthèse des équivalences terminologiques concernant les étages.

Tableau 2 : 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 Marinographique (Coefficient) | |
| | Entrée Principale EUNIS 2004 | Libellé sous-étage | Libellé étage | Étage | Sous-étage | |
| COASTAL HABITATS | Supra and upper littoral fringe (03.1) | Supralittora | Supralittoral | Supralittoral | | n.e. PMME (120) |
| | | Upper Littoral fringe | | | Frange littorale | nmPMME (36) |
| LITTORAL | Littoral (01) | Lower Littoral fringe | | Médiolittoral | | |
| | | Upper Eulittoral | Médiolittoral | | Médiolittoral supérieur | nmPMME (45) |
| | | Mid Eulittoral | | | Médiolittoral moyen | M-Marée |
| | | Lower Eulittoral | | | Médiolittoral inférieur | nmBMME (45) |
| | | | | | Frange infralittorale supérieure | nmBMME (95) |
| | Frange infralittorale inférieure | 0 Hydro (120) | | | | |
| SUBLITTORAL | Infralittoral (03) | Sublittoral Fringe | | Infralittoral | | |
| | | Upper Infralittoral | Infralittoral | | Infralittoral supérieur | |
| | Lower Infralittoral | Infralittoral inférieur | | | | |
| | Circalittoral (04) | Upper 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 18).

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 (European Nature Information System). 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 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. 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. Motivation et principe

La motivation initiale pour une vision physique des habitats est issue du constat que bien souvent les cartes de biocénoses n'existent pas et que le gestionnaire est fort démuné lorsqu'il s'agit de prendre des décisions engageant des impacts possibles de projets sur les fonds marins. Face à cette lacune il est possible, avec des ressources limitées et en utilisant les données historiques

existantes, de produire une cartographie à moyenne échelle de nos fonds marins qui, bien que limitée dans sa portée, donne une première connaissance des habitats en place et permet d'orienter les acquisitions de données biologiques plus spécifiques. Ces habitats physiques à caractère abiotique constituent les niveaux supérieurs d'une typologie hiérarchique telle qu'EUNIS.

EUNIS fait l'objet d'un large consensus au sein de la communauté des benthologues du Nord-Est Atlantique, bien qu'on ait pu en démontrer certaines insuffisances et que certaines révisions soient en cours aujourd'hui. Cette structure hiérarchique rend difficile l'introduction d'aspects pourtant importants tels que la topographie du fond, que ce soit sur fonds rocheux (variété de formes induites par la lithologie et le relief) ou sur fonds meubles (rides ou vagues de sable).

1.1.2. 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. Les étapes en sont les suivantes :

- projection de toutes les couches dans le même référentiel cartographique, ici la projection Mercator, couramment utilisée en domaine marin ;
- conversion en mode maillé des données initialement sous forme de polygones. Dans la pratique, ceci n'intervient que pour les données de nature du fond car toutes les autres données proviennent de modèles et sont donc natives en mode maillé ;
- algèbre maillée entre les différentes couches. L'harmonisation des couches à la résolution finale n'est pas nécessaire car l'algèbre de cartes se charge de ré-échantillonner les données les moins résolues.

1.1.3. 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 SHOM². Pour les besoins de la description du substrat selon les spécifications d'EUNIS, il est procédé ensuite à une simplification en 7 classes : roche, sable, sable vaseux, vase sableuse, vase, sédiments grossiers, sédiments mixtes.

1.2. Distribution des principaux habitats

La carte des habitats EUNIS apparaît en Figure 19 ci-dessous.

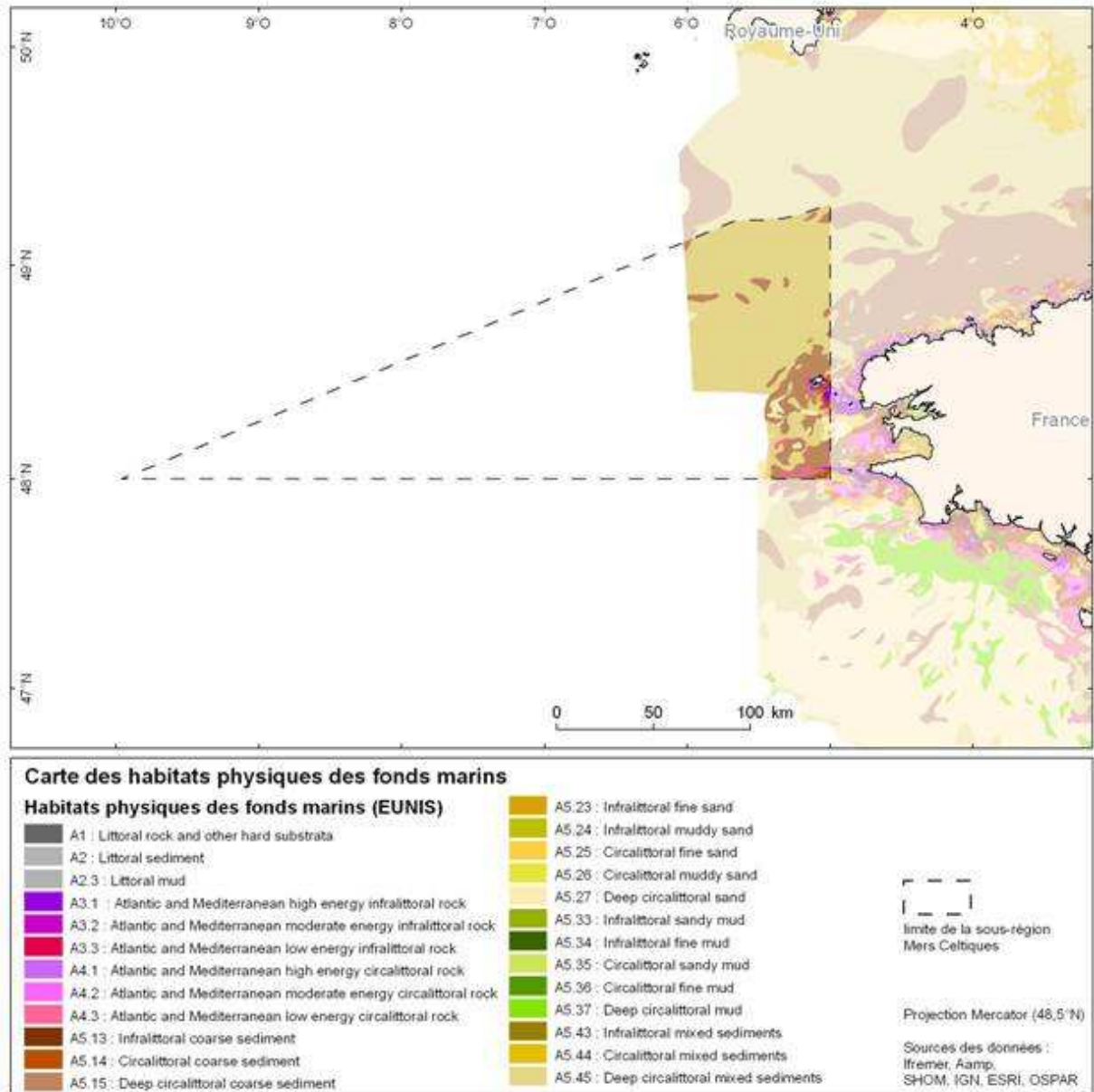


Figure 19 : Habitats physiques des fonds marins dans la typologie EUNIS.

1.3. Lacunes

Les lacunes dans cette sous-région marine concernent surtout les données de nature du substrat, non disponibles au large d'Ouessant, ce qui empêche d'y appliquer le modèle. Le SHOM ne

² http://www.shom.fr/fr_page/fr_act_géo/siteg.htm

semble pas posséder dans ses fonds historiques des données propres à combler cette lacune. Il serait nécessaire d'y opérer des levés acoustiques ou des prélèvements, qui pourraient se baser sur la bathymétrie fine déjà disponible, ou encore d'y interpréter les données de rétrodiffusion qui ont peut-être été recueillies lors des campagnes de sondeur multifaisceaux.

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 étant un processus trop complexe pour être appliqué ici, 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 sensibilité

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 qui comporte généralement 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.

Il n'est pas facile de parler d'habitat physique sensible car la sensibilité est généralement associée à la dégradation – naturelle ou anthropique – des biocénoses qui sont associées à cet habitat. L'impact de la pêche s'applique ainsi directement sur l'épifaune et aussi l'endofaune des fonds sédimentaires, mais il n'est pas traduit par la carte des habitats physiques. L'impact du changement climatique pourrait l'être car il s'applique d'abord à l'habitat, puis, par répercussion, aux espèces. Ainsi l'augmentation de la force des tempêtes pourrait avoir une action négative sur la flore exposée à l'action des vagues (par exemple en infralittoral modérément exposé). L'augmentation de la turbidité (apports et eutrophisation) pourrait entraîner une diminution de la transparence de l'eau et par conséquent une réduction de l'étage infralittoral.

La cartographie pourrait être mise à jour au fur et à mesure qu'évoluent avec le temps les climatologies délivrées par les modèles et des variations dans les classes EUNIS pourraient ainsi se faire jour.

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 est disponible pour la sous-région marine mers Celtiques à l'exception de certains secteurs du large. Les grands traits de la distribution des principaux habitats sont caractérisés par la présence de sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux dans la Manche occidentale. Les sédiments vaseux sont absents sur le plateau continental mais présents dans la plaine abyssale. Des travaux complémentaires restent à mettre en œuvre pour améliorer la résolution spatiale et temporelle.

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 (GradTmax), 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 BOBYCLIM³ 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 upwellings, 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.

2.2. Distribution des paysages hydrologiques identifiés en mers Celtiques

2.2.1. Evolution annuelle des paysages hydrologiques

La première méthode permet d'identifier 9 paysages hydrologiques, présents à différentes périodes de l'année, et caractérisés par des conditions hydrologiques homogènes (Figure 20). Parmi ces paysages hydrologiques, les groupes 1 à 7 sont présents dans la sous-région marine mers Celtiques.

³ <http://www.ifremer.fr/climatologie-gascogne/index.php>

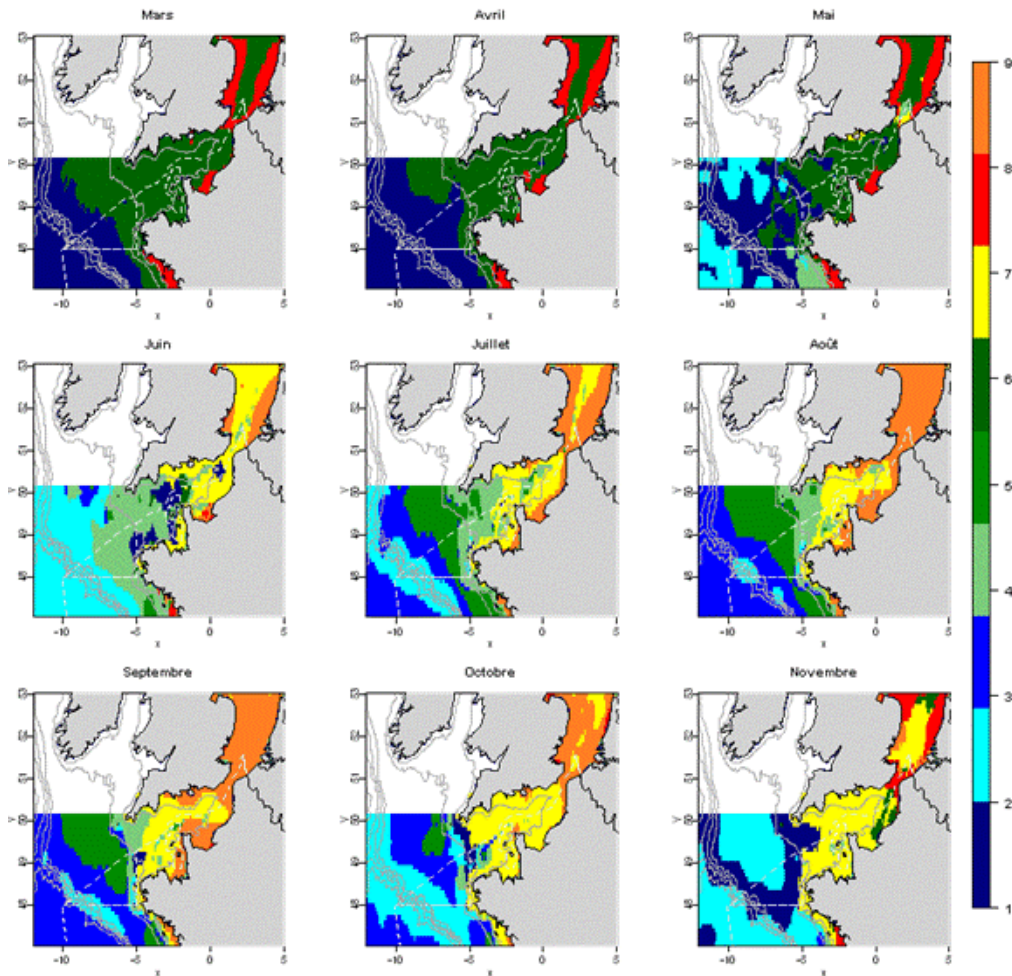


Figure 20 : Distribution spatio-temporelle des paysages hydrologiques identifiés.

Caractéristiques des paysages hydrologiques :

- Groupe 1 : Zone du large, très peu influencée par les panaches, et non stratifiée, présente uniquement l'hiver et en début de printemps. Ce groupe est également présent en novembre sur le talus, pour lequel la rupture de stratification est la plus rapide.
- Groupe 2 : Eaux du talus de juin à novembre. C'est un habitat avec une stratification qui reste limitée tout au long de la saison. La production primaire peut être relativement élevée l'été avec des concentrations en chlorophylle plus élevées que sur le plateau.
- Groupe 3 : Zone de milieu de plateau, avec une stratification forte, une thermocline marquée et relativement profonde, et une production phytoplanctonique très faible.
- Groupe 4 : Zone du plateau en fin de printemps et aux alentours du front d'Ouessant l'été, restant peu ou pas stratifiée, et des valeurs de chlorophylle élevées témoins du bloom printanier ou d'un mélange permanent pour la zone du front.
- Groupe 5 : Zone de l'intérieur du plateau au large du front d'Ouessant l'été, 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 plus au large.
- Groupe 6 : Bande côtière en hiver, faiblement dessalée, avec des concentrations en MES conséquentes du fait de la remise en suspension hivernale.
- Groupe 7 : Bande côtière l'été et à l'automne, au niveau de l'intérieur du front d'Ouessant, non stratifiée, et encore chaude suite au réchauffement estival.

2.2.2. Paysages hydrologiques présentant une variabilité annuelle similaire

La deuxième méthode (Figure 21) permet également d'identifier 10 groupes présentant une variabilité annuelle des conditions hydrologiques similaires, dont 3 sont présents en mers Celtiques (1, 4 et 9). Le groupe 4 est un groupe présentant une stratification saisonnière assez forte. Le groupe 1 situé le long du talus au nord, montre une moindre stratification saisonnière du fait du mélange par les ondes internes, et une production relativement plus élevée que sur l'extérieur du plateau. Enfin, le groupe 9, peu représenté en mers Celtiques (zone du front d'Ouessant) et surtout présent en Manche, représente un paysage hydrologique peu ou pas stratifié, restant relativement froid en comparaison à la zone golfe de Gascogne.

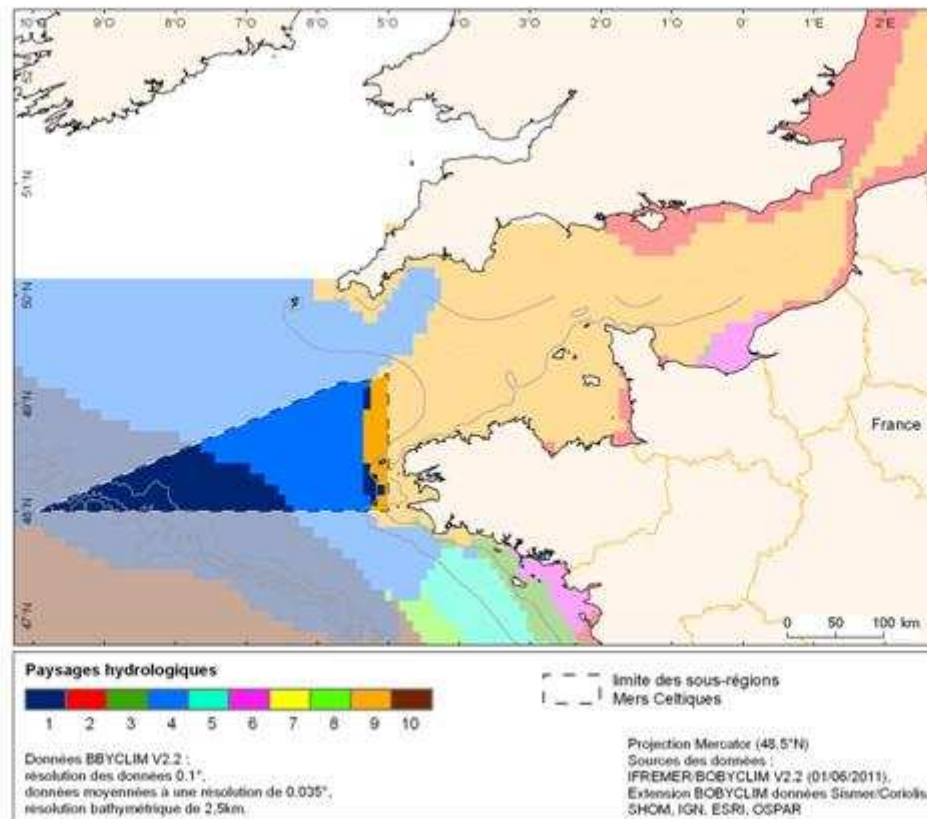


Figure 21 : Distribution spatiale des paysages hydrologiques identifiés par l'AFM.

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 mers Celtiques, les données utilisées sont issues de climatologies 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 larvaires 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 18) ;
- 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 européennes 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 Quadrigé², 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 Previmer⁴.

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 d'abondance, basé sur la fréquence des blooms. Un bloom est défini sur les côtes françaises de Manche - Atlantique 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 d'une année (un bloom au printemps et un autre en automne). Les résultats des évaluations réalisées pour cet indice d'abondance à partir des données Quadrige² sur la période 2005-2010, ne sont disponibles que pour une petite partie de la sous-région marine mers Celtiques : il s'agit de la masse d'eau « Iroise Large » comprenant l'île d'Ouessant (Figure 22). La qualité évaluée à très bonne (indice 1) de cette masse d'eau indique que la fréquence des blooms correspond aux conditions naturelles attendues au regard des caractéristiques physico-chimiques. En fait, un seul bloom a été observé sur la période : il s'agit d'un bloom de *Pseudo-nitzschia* (genre dont un certain nombre d'espèces sont connues pour être toxiques).

⁴ http://www.previmer.org/previsions/production_primaire

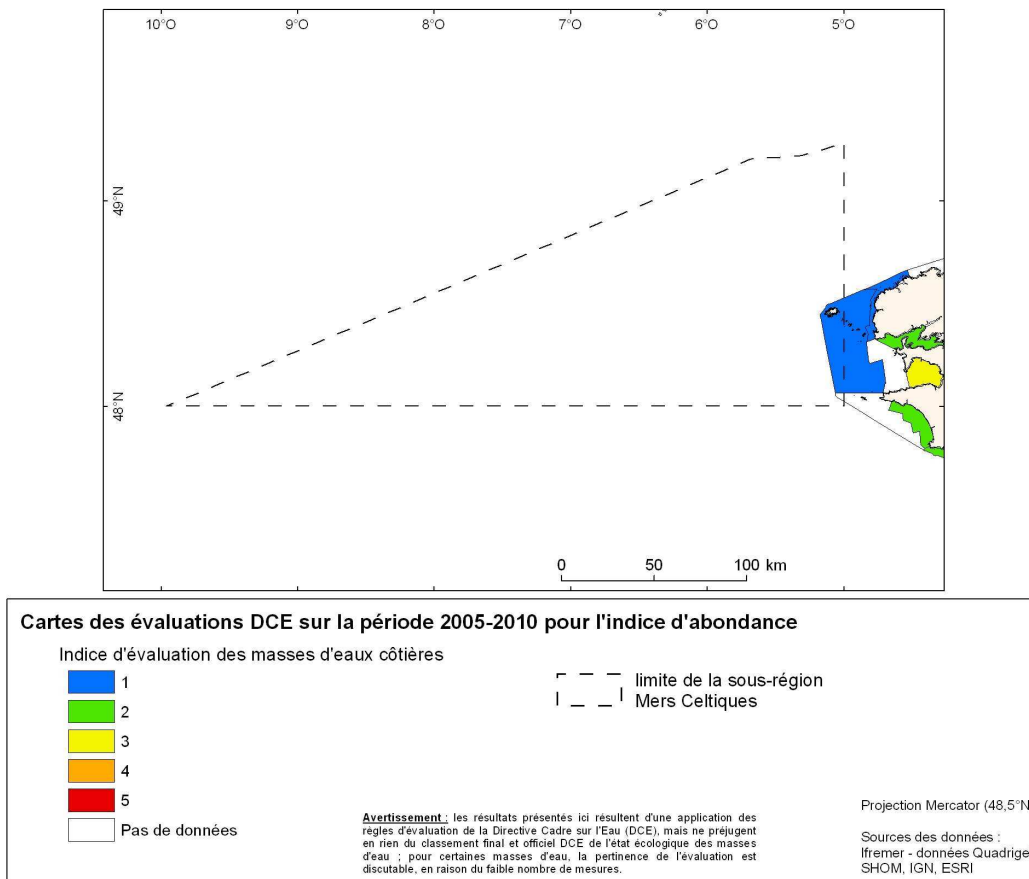


Figure 22 : Evaluation de l'indice d'abondance (fréquence des blooms) sur la période 2005-2010, avec les critères DCE.

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.

1.1.1.2. Données de biodiversité

La biodiversité du phytoplancton est appréhendée ici selon deux critères étudiés à partir des données Quadrigé² : le nombre de taxons identifiés et les taxons les plus fréquemment rencontrés. Ces données ne sont disponibles que sur deux sites de l'île d'Ouessant. Le nombre de taxons différents identifiés sur le littoral d'Ouessant sur les cinq dernières années est estimé entre 80 et 90, sachant que ce nombre recouvre des niveaux taxinomiques différents allant de la famille à l'espèce. 57 % de ces taxons sont des diatomées, les dinoflagellés participant à environ 37 %. Les taxons les plus fréquemment rencontrés sur Ouessant depuis 2006 sont, dans un ordre décroissant :

- diverses espèces de *Pseudo-nitzschia* (diatomées), dont certaines sont connues pour produire des toxines amnésiantes (sachant qu'il n'est pas possible actuellement de quantifier le pourcentage des espèces toxiques par rapport à celui des espèces non toxiques) ; ces espèces prolifèrent tous les ans entre avril et juin dans les régions proches de Bretagne Ouest, mais restent quasiment toujours en dessous des seuils de blooms dans la zone d'Ouessant ;

- *Karenia mikimotoi*, un dinoflagellé connu pour produire des substances cytotoxiques, hémolytiques, et agressives pour les membranes cellulaires, et donc potentiellement toxique pour les animaux marins (poissons, mollusques, etc.) ;
- plusieurs diatomées fréquemment rencontrées dans toute la région Manche Atlantique, dont *Nitzschia longissima* et *Chaetoceros* ;
- *Dictyocha*, appartenant aux Dictyochophycées ;
- *Lepidodinium chlorophorum*, susceptible de produire des eaux vertes et éventuellement des anoxies, mais qui dans un système brassé comme celui d'Ouessant, ne trouve probablement pas les conditions adéquates pour proliférer et devenir nuisible.

1.1.2. Zone du large

1.1.2.1. Les outils utilisés

Le moteur hydrodynamique utilisé est le modèle MARS-3D (3D hydrodynamical Model for Applications at Regional Scale). L'emprise couvre la sous-région marine mers Celtiques avec une maille de 16 km de côté et 30 couches sur la verticale. La plus grande partie de la région des mers Celtiques est comprise sur le plateau continental (profondeurs ≤ 200 m), mais une petite partie (extrême sud-ouest) est située au-dessus de la plaine abyssale (profondeurs entre 500 et 1000 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 23 - droite), le modèle montre (Figure 23 - 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, et donc dans la zone d'Ouessant et au sud d'Ouessant, la frange 0-50 m est la plus riche en phytoplancton, avec des valeurs cependant peu élevées.

Le modèle génère une carte de production primaire annuelle très stable d'année en année, dont les grands traits semblent réalistes et qui se concrétisent pour la sous-région marine mers Celtiques par :

- une production forte, limitée à la partie est de la région, jusqu'à l'isobathe 70 m environ ;
- une production faible sur la périphérie du plateau (entre les isobathes 100 et 200 m) et sur la plaine abyssale.

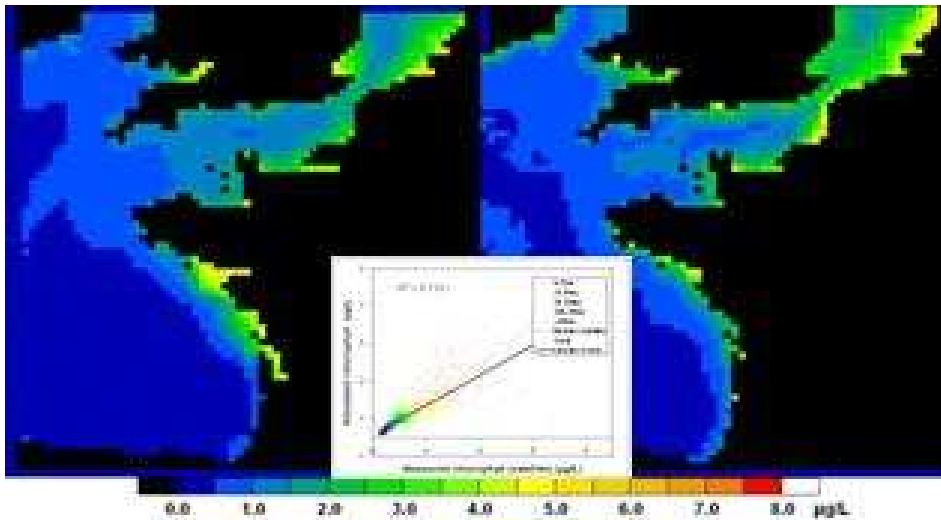


Figure 23 : Chlorophylle ($\mu\text{g.L}^{-1}$) - moyenne annuelle du modèle ECO-MARS3D (à gauche) et du satellite MODIS (à droite) en 2003.

Grands types phytoplanctoniques

Les diatomées qui représentent le groupe dominant du bloom printanier, sont assez abondantes sur l'ensemble de la sous-région marine mers Celtiques. Les dinoflagellés, dans le modèle de base, sont considérés comme un groupe plutôt photophile et nitrophile. Ils prolifèrent donc dans les zones stratifiées thermiquement durant la belle saison, et on peut noter qu'ils sont particulièrement abondants dans la sous-région marine mers Celtiques. Un groupe de nanoflagellés est représenté dans le modèle : ce sont les nanoflagellés de front que l'on rencontre à partir de fin mai-début juin sur le front d'Ouessant.

Cas particulier du genre *Pseudo-nitzschia*

Certaines espèces du genre *Pseudo-nitzschia* produisent de l'acide domoïque (AD⁵) quand leur nutrition minérale est déficitaire en silicium. Le REPHY a régulièrement observé ces toxines dans les coquilles St Jacques en Bretagne Ouest. Le modèle montre la production d'AD au large de la sous-région marine mers Celtiques (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 une difficulté importante quant 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. Les résultats des différentes études sont parfois contradictoires. Plusieurs causes peuvent être suggérées : l'année de l'étude, les zones échantillonnées, 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 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 *Pseudo-nitzschia sp.* et *Karenia mikimotoi*) 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 mers Celtiques est caractérisée par la présence de diatomées, avec des efflorescences au printemps et en automne. Les dinoflagellés sont dominants au printemps-été au niveau des zones frontales, période durant laquelle le nanophytoplancton peut être abondant. En été, ce sont les prymnesiophycées qui sont dominantes. Ces observations sont confirmées par l'analyse d'images satellite et la modélisation. Certaines espèces de phytoplancton susceptibles de produire des toxines dangereuses pour le consommateur sont observées (*Pseudo-nitzschia sp.*), ainsi que certaines autres pouvant être nuisibles pour l'environnement (*Lepidodinium chlorophorum*, *Karenia mikimotoi* et *Phaeocystis sp.*).

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 terrains 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.

⁵ AD – acide domoïque, molécule de base de toxines ASP ou amnésiantes, s'accumulant dans les coquillages.

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 des études effectuées depuis 1971 dans les mers Celtiques répertorie 6 jeux de données (8 auteurs) regroupant 125 échantillons. La répartition des sites échantillonnés, montre une forte hétérogénéité spatiale des études développées (Figure 24) : les prélèvements sont concentrés dans la partie sud-est de la sous-région marine car ils font partie d'études concernant également la Manche et/ou le golfe de Gascogne.

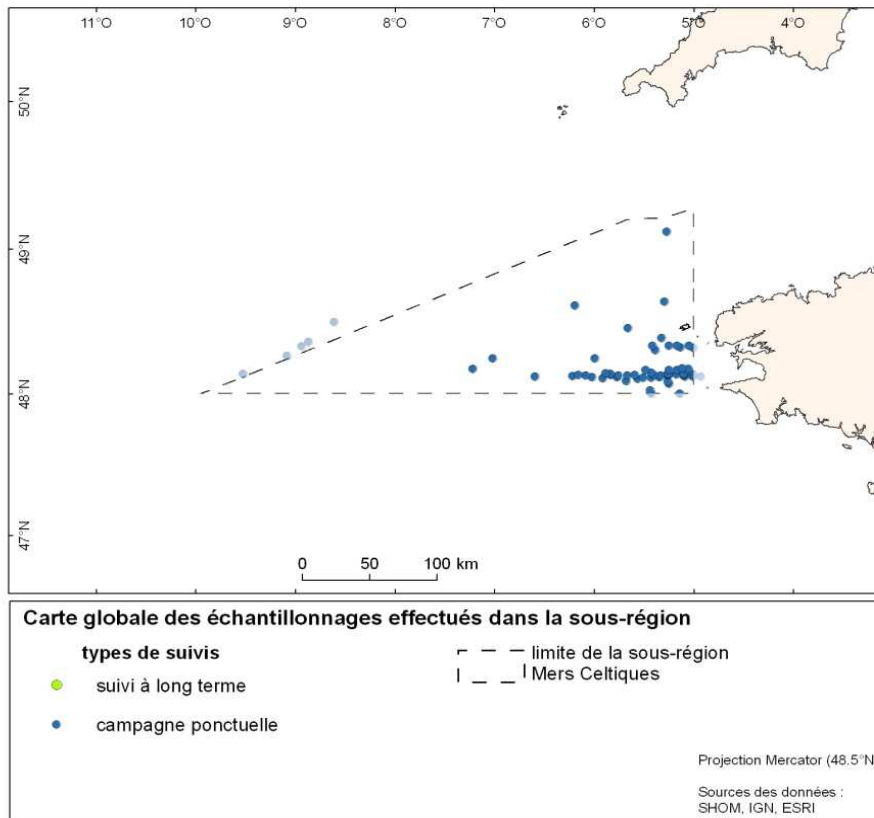


Figure 24 : Distribution spatiale de l'ensemble des prélèvements recensés depuis 1971 (sources : CNRS, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, La Rochelle), parc naturel marin d'Iroise).

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. Tous les prélèvements ont été effectués à l'aide de filets. Le filet WP2 200 μm est le plus utilisé (77 %). Le WP2 200 μm permet en effet d'échantillonner de manière très efficace le mésozooplancton (200 μm – 2 mm). Quelques prélèvements proches des côtes ont été effectués à l'aide de WP2 80 μm . Des prélèvements ont été effectués à l'aide de filets Hensen de vide de maille 300 μm , et concernent des points situés plus au large.

L'essentiel des données zooplanctoniques a été acquis avec des paramètres environnementaux. La totalité des données ont été acquises avec la température et la salinité, et plus de 65 % avec le phytoplancton (souvent mesuré en termes de Chl-a) et les sels nutritifs. En revanche, moins de 40 % des études ont été accompagnées de mesures météorologiques, et seulement 4 % de mesures de MES.

Les méthodes d'analyses du zooplancton varient également d'une étude à l'autre. La détermination taxonomique de l'ensemble de la communauté est la plus fréquente et concerne 75 % des échantillons (Figure 25). Ces acquisitions sont pour la plupart réalisées à l'aide de filets WP2. La détermination limitée à un ou quelques taxons concerne surtout les points échantillonnés près des côtes. L'étude globale de la communauté sans détermination taxonomique n'a pour l'instant pas été répertoriée dans ce recensement.

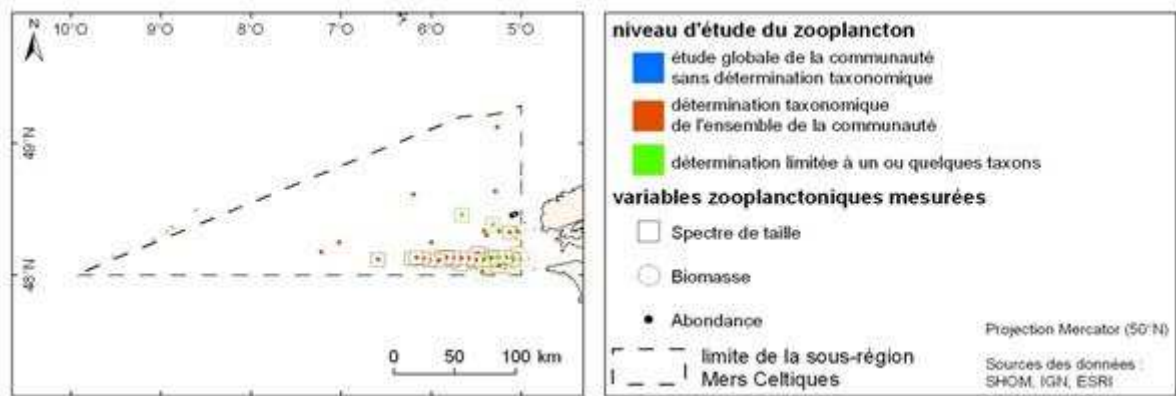


Figure 25 : Types d'études réalisées (source des données zooplancton : CNRS, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, La Rochelle, parc naturel marin d'Iroise).

2.1.3. Evolutions spatiale et temporelle des prélèvements

L'essentiel de l'échantillonnage correspond à des études spatio-temporelles ponctuelles. Aucun suivi à long terme n'a été recensé dans cette sous-région marine depuis 1971. Les prélèvements effectués au large ont été effectués entre 1970 et 1980 (Figure 26) ; une augmentation des prélèvements dans les mers Celtiques est observée à partir de 2008. Cependant, il existe des prélèvements dans les années antérieures qui n'ont pu être recensés.

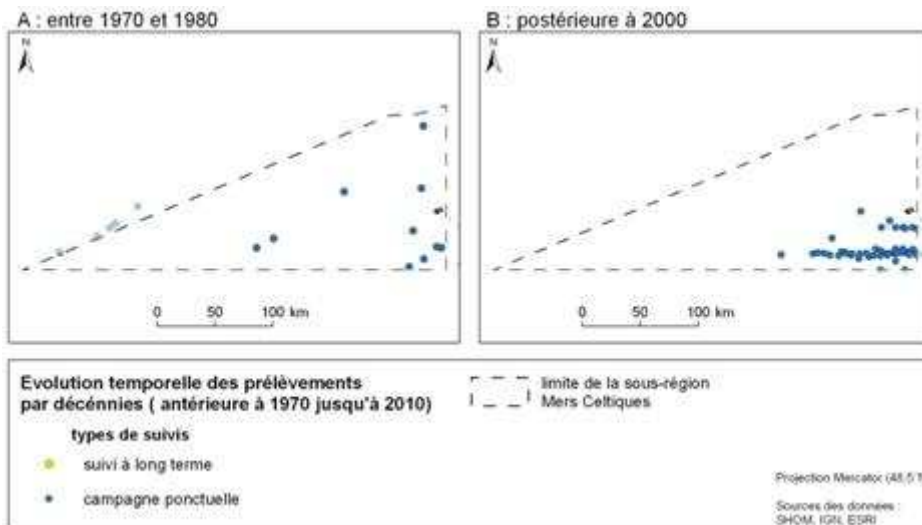


Figure 26 : Répartition des prélèvements par décennies (source des données zooplancton : CNRS, ILE, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, parc naturel marin d'Iroise).

2.1.4. Zones sensibles

La sous-région marine mers Celtiques correspond à des eaux du large parcourues par deux zones frontales: le front d'Ouessant et celui du talus continental.

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

De nombreuses zones de la sous-région restent encore trop peu étudiées. Les points les plus étudiés restent proches des côtes.

Des travaux récemment entrepris depuis 2008 ont pour objectif de combler ces manques. De plus, des données concernant cette sous-région marine restent encore à répertorier.

Les travaux sur le zooplancton dans cette sous-région marine sont relativement dispersés et souvent locaux ce qui rend la synthèse difficile à réaliser. 8 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 18).

Le schéma suivant (Figure 27) présente la distribution de l'étage médiolittoral :

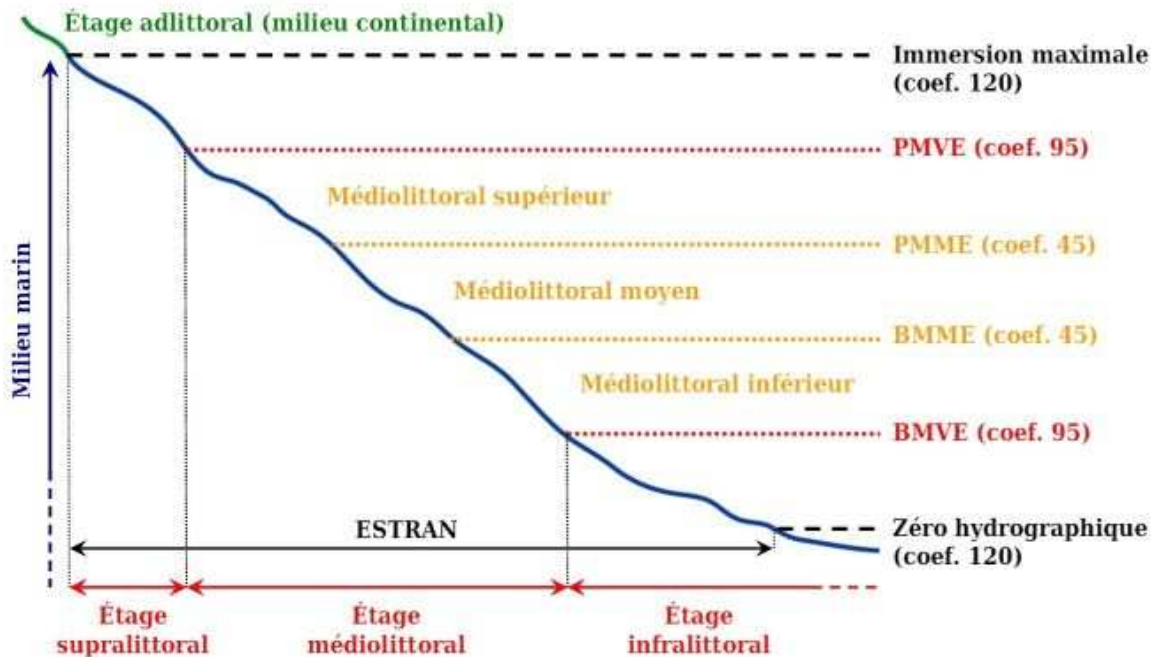


Figure 27 : Situation de l'étage médiolittoral sur les côtes marines.

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) qui justifient la désignation de sites Natura 2000. 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.

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 du Réseau Benthique REBENT,
- les documents relatifs à 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.

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)

La seule étude menée en milieu intertidal en mers Celtiques, autour de l'île d'Ouessant, est une publication sur la biodiversité macrobenthique des habitats intertidaux, réalisée dans le cadre de l'Atlas de la Réserve de Biosphère de la mer d'Iroise. Sur toute la zone d'étude, seuls des sables grossiers et des graviers ont été identifiés dans les fonds meubles, caractérisés par une faible diversité spécifique et une faible abondance des organismes.

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

Un seul travail a échantillonné et cartographié deux types d'habitats intertidaux autour de l'île d'Ouessant, à savoir des peuplements de graviers au sens large sur la façade est de l'île, qui se prolongent sur des peuplements de sables mal triés en milieu sublittoral, que l'on retrouve également sur la façade ouest de l'île, en baie de Lampaul.

3.1.2. Synthèse par biocénose

La faiblesse des données disponibles ne permet pas de tirer de conclusions sur les communautés médiolittorales de la sous-région marine, ni sur leur évolution.

3.1.3. Discussion, identification des lacunes

Malgré la faible représentativité de l'intertidal meuble dans la sous-région marine mers Celtiques, le déficit de connaissance de ces estrans, à l'abri des influences terrestres directes, ne permet pas de les caractériser, alors qu'ils sont susceptibles de servir de zone de référence pour les estrans continentaux des sites adjacents, immédiatement placés sous influence anthropique.

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. Cette sous-région marine se caractérise par la quasi absence de perturbations d'origine terrestre ce qui en fait une zone d'intérêt patrimonial.

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 affleurante 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, 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 ; A1.211, 212, 213, 214, 215 ; A1.311, 312, 313, 314, 315 ; A3.21, 221.
- ZNIEFF-mer: II 5.1, 5.2, 5.3, 5.4

Lorsque les roches et blocs sont présents du 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 dominantes (structurantes), de haut en bas : *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum* / *F. vesiculosus*, *F. serratus* / Rhodophyceae, *Himantalia elongata* / *Bifurcaria bifurcata* / Rhodophyceae, *Laminaria digitata* (cf. annexe I de la contribution thématique associée). La sous-région marine appartient à une zone géographique où l'ensemble de cette structuration est visible.

3.2.1.1. Distribution géographique

L'île d'Ouessant est le seul secteur géographique concerné dans la sous-région marine, où l'on observe moins de 10 % de couvert algal sur son secteur exposé, se traduisant par un morcellement des formations végétales et par de faibles densités. On constate une régression globale de la couverture en Fucales avec une diminution de 30 ha en équivalent 100 %, mesurée sur la partie commune aux images de 2006 et 2009 sur l'archipel d'Ouessant - Molène.

3.2.1.2. Diversité des espèces et structure des peuplements

Le peu de données disponibles, à part quelques travaux anciens à très anciens, ne permet pas d'apporter d'éléments sur la diversité des espèces et la structure des peuplements.

3.2.1.3. Tendances évolutives et menaces potentielles

Aucune donnée n'est disponible sur l'évolution de cette biocénose dans la sous-région marine mers Celtiques, ni sur les menaces potentielles.

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
- ZNIEFF-mer : II5.5, II5.5.1
- REBENT : R03

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 terme 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 des forts enjeux écologiques et économiques.

3.2.2.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine mers Celtiques

Les estrans du médiolittoral de l'île d'Ouessant, constitués principalement de roche en place et de falaises en milieu battu et très exposé aux fortes houles, sont constitués majoritairement par cet habitat où il n'est menacé que par les pollutions par hydrocarbures. Les estrans ont été cartographiés dans le cadre des études développées dans le cadre de la réserve Man and Biosphère d'Iroise avec une typologie différente de celle du REBENT, croisant hydrodynamisme, niveau hypsométrique et substrat, ce qui permet de reconstituer globalement la répartition de cet habitat. On notera que cette île présente des parois particulièrement riches dans les zones du médiolittoral inférieur, avec le développement de faciès à *Balanus perforatus*, algues calcaires, et pouces-pieds.

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 dans la sous-région marine mers Celtiques

Les cuvettes sont de taille et de profondeur 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, le mode d'exposition à l'hydrodynamisme pourrait être moins limitant. 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, 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

On ne dispose pas de données sur ces biocénoses pour les eaux françaises de la sous-région marine mers Celtiques.

3.2.4. Grottes en mer à marée

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

- Natura 2000 : 8330 (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 et l'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 : *Actinotheroe 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 mers Celtiques

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 de l'île d'Ouessant abrite quelques-unes des grottes les plus imposantes de Bretagne, il n'a pas été possible d'identifier de publication y faisant référence. Le manque de données dans la sous-région marine mers Celtiques est donc total.

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. Caractéristiques 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 situent 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 *Himantalia 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 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 mers Celtiques

Dans la sous-région marine mers Celtiques, les champs de blocs du parc naturel marin d'Iroise ont été cartographiés à partir de diverses sources, leur surface totale n'est pas calculée avec précision mais elle est inférieure à 1 ha. (Figure 28). L'île d'Ouessant étant majoritairement bordée de hautes falaises, dans un secteur extrêmement battu par les houles océaniques, les blocs d'estrans sont principalement des chaos de roches. Le seul champs de blocs accessible est situé dans l'anse abritée de l'Ouest, à Lampaul. Il n'y a pas d'informations supplémentaires sur ce secteur.

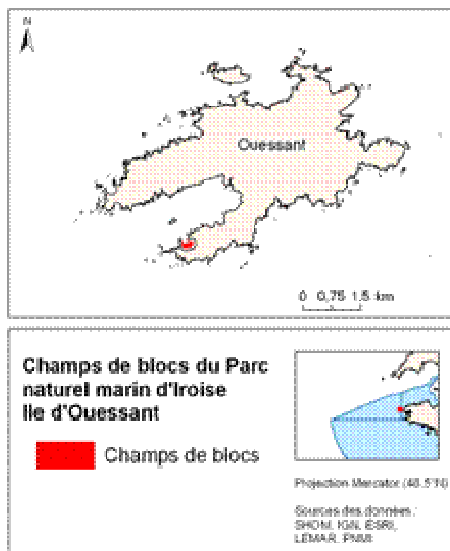


Figure 28 : Champs de blocs d'Ouessant.

Cinq biocénoses de fonds durs sont présentes dans la sous-région marine : 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 encore de nombreuses lacunes à l'échelle de la sous-région marine mers Celtiques. Sur l'ensemble de cette sous-région marine, la seule zone d'étude pour les substrats durs médiolittoraux correspond à l'île d'Ouessant, soit une zone très limitée tant en extension géographique qu'en surface. Les études disponibles pour les différents habitats sont donc très limitées ou absentes, malgré l'intérêt de cette zone aux particularités environnementales : un hydrodynamisme fort et une influence anthropique limitée en dehors des pollutions accidentelles.

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 mers Celtiques

Il n'existe pas de données sur cet habitat, mais les milieux pouvant l'accueillir ne sont pas représentés dans cette sous-région, on peut donc considérer que l'habitat est absent des eaux françaises de la sous-région marine mers Celtiques.

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 mètres de profondeur (exceptionnellement 10 mètres 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.

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'eaux (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 mers Celtiques

L'habitat est absent des eaux françaises de la sous-région marine mers Celtiques.

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.

Cet habitat est absent des eaux françaises de la sous-région marine mers Celtiques.

Un seul habitat particulier de l'étage médiolittoral est identifié dans cette sous-région marine : les bancs intertidaux de moules. Les herbiers de *Zostera noltii* et *Zostera marina*, les récifs d'hermelles et de *Sabellaria* n'ont pas été observés. 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 des 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 18).

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.

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)

Aucune étude n'a été menée en milieu subtidal sur les fonds meubles dans la partie française de la sous-région marine mers Celtiques.

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

Le seul travail identifié est une thèse portant sur les bases biologiques et écologiques de la conservation du milieu marin en mer d'Iroise, au cours de laquelle 2 types d'habitats en milieu infralittoral autour de l'île d'Ouessant ont été échantillonnés et cartographiés.

4.1.2. Synthèse par biocénose, tendances

Les données disponibles ne permettent pas de synthétiser la donnée ni d'identifier de tendance évolutive.

4.1.3. Discussion, identification des lacunes

Il y a dans cette sous-région marine un déficit flagrant de connaissances ; il semble essentiel de mettre en place rapidement quelques points d'observation des communautés des fonds meubles dans la zone. En effet, ces communautés, à l'abri des influences terrestres directes, sont susceptibles de servir de zone de référence par rapport aux fonds meubles continentaux des sites adjacents qui sont directement sous influence anthropique.

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), mis en péril par certaines activités humaines. 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 fine.

4.2. Biocénoses des fonds durs de l'infralittoral

Les biocénoses des fonds subtidaux rocheux sont réparties au sein de 2 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'infralittoral supérieur correspond à la ceinture à laminaires (ou autres grandes algues brunes) denses (≥ 3 pieds/m²), l'infralittoral inférieur correspond à la ceinture à laminaires (ou autres grandes algues brunes) clairsemées (< 3 pieds/m²) ;
- l'étage circalittoral est marqué par la disparition des algues photophiles et un développement des espèces animales (la limite circalittoral côtier – circalittoral du large correspondant à la fin des algues dressées).

La sous-région marine mers Celtiques se caractérise par l'importance de l'action des grandes houles et des forts courants de marée (régime macrotidal) qui peuvent atteindre localement 8 nœuds en période de vive-eau (voir thématique « Courantologie »). Cet hydrodynamisme intense empêche la formation d'une thermocline estivale, contrairement à ce qui peut être observé, plus au large en Atlantique Nord-Est et dans la partie intérieure de la mer d'Iroise (baie de

Douarnenez, rade de Brest). Les fronts d'Ouessant et d'Iroise marquent la séparation entre ces eaux stratifiées et homogènes.

Le substrat rocheux subtidal, très minoritaire à l'échelle de cette sous-région se cantonne à la partie côtière située, à l'extrême sud-est des mers Celtiques et ne concerne que Ouessant (Figure 29).

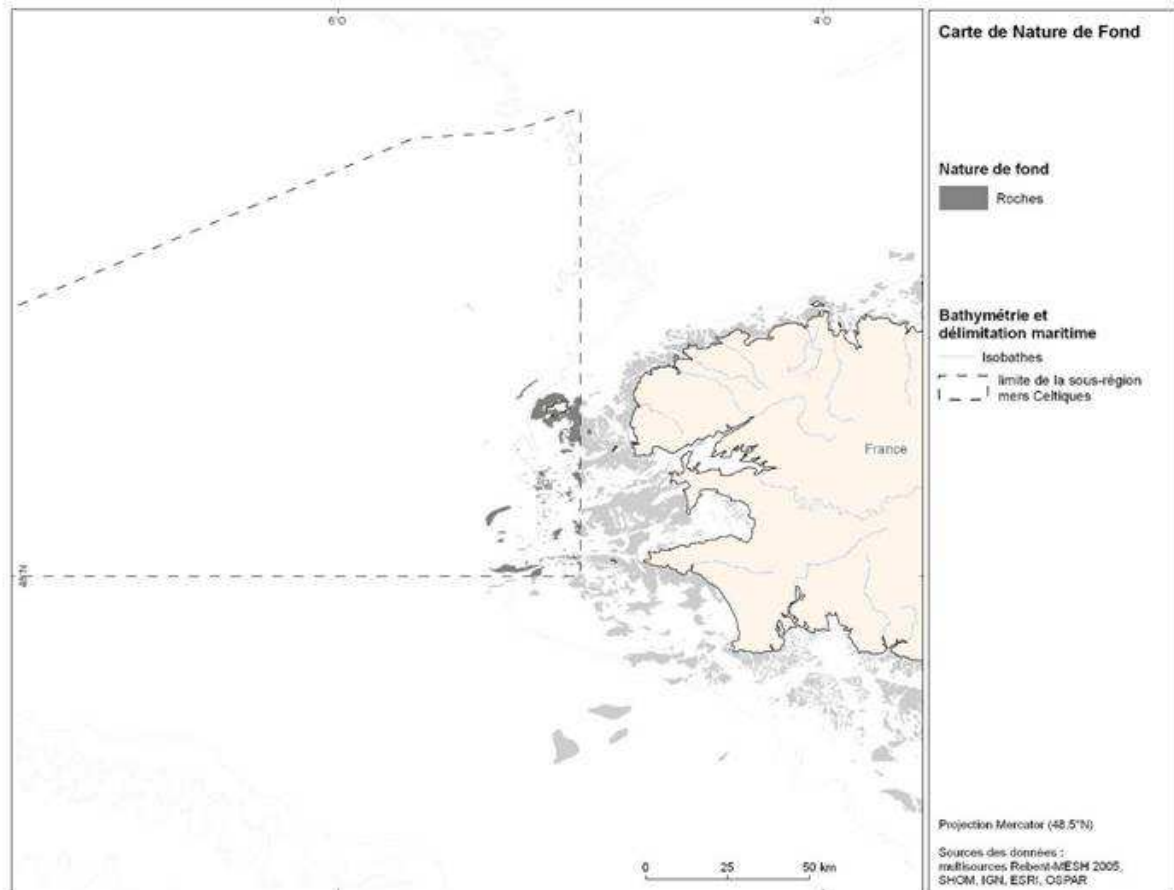


Figure 29 : Carte des fonds rocheux de la sous-région marine mers Celtiques.

Dans la sous-région marine mers Celtiques, les biocénoses dominées par les macroalgues atteignent des profondeurs importantes (> 30 m C.M.), grâce à une clarté de l'eau inégalée sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique.

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 à fort hydrodynamisme (A1.1 de la typologie EUNIS) présente différents assemblages. Sur les estrans particulièrement exposés, l'association de *Mytilus edulis* (moule commune) et balanes avec quelques algues rouges (*Ceramium spp.*, *Corallina elongata*, *Mastocarpus stellatus*, *Palmaria palmata*, etc.) et la phéophycée *Fucus vesiculosus var. evesiculosus* est très représentative au sein de la ceinture à *Fucus*. Le crustacé cirripède *Pollicipes pollicipes* (pouce-pied) peut s'installer dans les fissures et crevasses et parfois même former des massifs de plusieurs mètres carrés. Cette espèce méridionale d'intérêt commercial trouve sa limite nord de répartition dans le Nord Finistère, au

niveau de Roscoff. En mers Celtiques, sa présence est enregistrée à Ouessant. 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 notamment. En mode un peu moins exposé se développe l'ensemble à *Himanthalia elongata*, *Fucus serratus*, *Corallina elongata*, *Palmaria palmata*, *Mastocarpus stellatus* et *Osmundea pinnatifida*.

4.2.1.1. Les roches de l'infralittoral

4.2.1.2. Biocénoses à laminaires

Sur les roches affleurantes (autour du 0 des cartes marines), la laminaire *Alaria esculenta* qui affectionne les milieux très exposés et la laminaire *Laminaria digitata* sont présentes à Ouessant (baie du Stiff, pointe de Pern et baie de Lampaul). Ces laminaires parviennent à s'implanter sur des sites à hydrodynamisme plus modéré et/ou plus en profondeur. A Ouessant, elle sont particulièrement présentes au niveau de l'île Keller, en baie de Lampaul et sur la côte Sud.

Plus en profondeur (au-delà de 5 m C.M.), les biocénoses à laminaires sont majoritairement représentées par *Laminaria hyperborea* (Figure 30) associée à une sous-strate riche en algues rouges en lames (*Delesseria sanguinea*, *Kallymenia reniformis*, *Cryptopleura ramosa*, etc.). Dans les zones de forts courants, la laminaire *Laminaria ochroleuca* devient dominante (baie du Stiff, passe de Keller). Sur les sites plus abrités (baie de Lampaul) ou sous influence sédimentaire (sud d'Ouessant), la laminaire annuelle *Saccorhiza polyschides* apparaît.

Les conditions environnementales (hydrodynamisme, température, clarté de l'eau) sont particulièrement favorables au développement des biocénoses à laminaires, qui atteignent en mers Celtiques les plus grandes profondeurs recensées sur l'ensemble des côtes de la façade Manche-Atlantique.

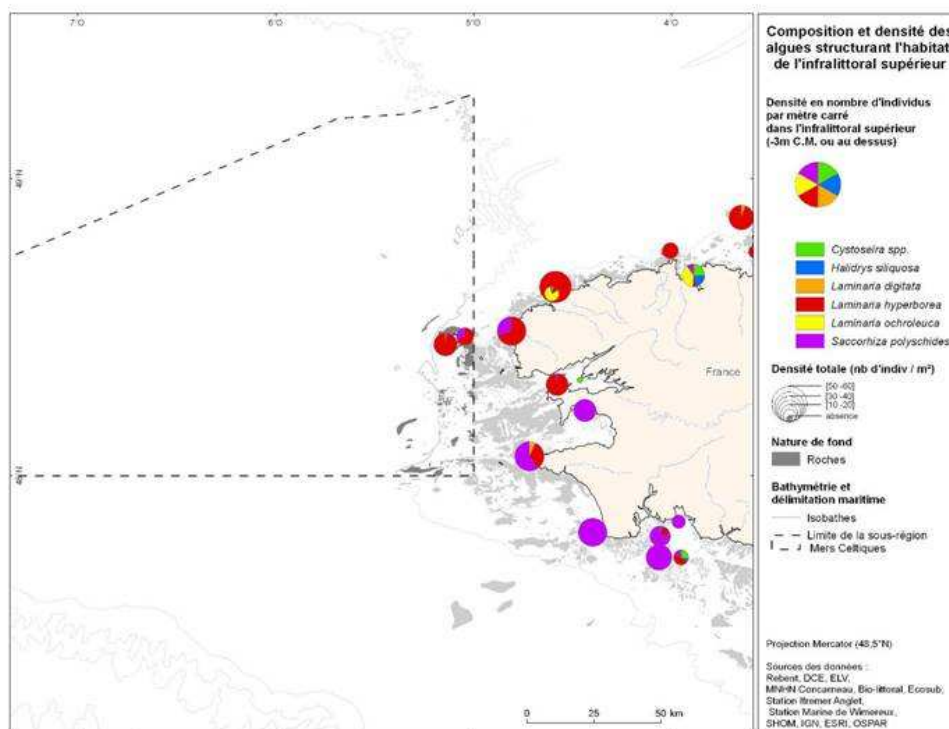


Figure 30 : Composition et densité des algues structurant l'habitat de l'infralittoral de la sous-région marine mers Celtiques.

4.2.1.3. Biocénoses à couverture végétale autre que les laminaires

Les biocénoses des milieux abrités composées de *Cystoseira spp.*, *Halidrys siliquosa* ou *Solieria chordalis* sont rares et peu représentées autour d'Ouessant. Elles sont confinées à quelques petites portions du littoral, au niveau de la baie de Lampaul et du Stiff.

4.2.1.4. Biocénoses dominées par la faune

En raison de l'hydrodynamisme intense, certaines espèces animales peuvent connaître un développement explosif. C'est le cas de l'annélide *Salmacina dysteri* qui peut former de manière exceptionnelle des petits récifs de quelques centimètres d'épaisseur à Ouessant (passage du Fromveur), parfois en association avec les anémones *Corynactis viridis* (Gorlé Vihan). Sous l'action du sédiment, les micropolychètes *Sabella discifera* et des ascidies peuvent proliférer.

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

Plusieurs espèces présentes dans les biocénoses benthiques des fonds rocheux de l'infralittoral des mers Celtiques 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* et *Palinurus elephas*, la rhodophycée *Gymnogongrus crenulatus*, les mollusques, *Nucella lapillus* et *Ostrea edulis* et l'éponge *Tethya citrina*.

4.2.3. Conclusion et perspectives

A Ouessant, l'inventaire ZNIEFF-mer et le suivi REBENT 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.

Les fonds rocheux de l'infralittoral sont surtout représentés dans les îles autour d'Ouessant. Les faciès sont surtout représentés par les biocénoses à laminaires et autres phéophycées. La Bretagne ouest est relativement bien pourvue en données sur les biocénoses des roches subtidales et les compléments et suivis nécessaires en seront facilités.

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. Etat des connaissances et suivis dans la sous-région marine mers Celtiques

Sur l'île d'Ouessant, deux herbiers subtidaux ont été localisés dans les anses les plus abritées (baies du Stiff à l'est et de Lampaul à l'ouest), sur des fonds de 4 à 5 m. Il n'existe pas de cartographie de ces herbiers. Il n'y a pas d'autre fond dans cette sous-région marine susceptible d'abriter des herbiers de zostères.

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 la Manche et de l'océan Atlantique les bancs de maërl sont essentiellement présents autour des côtes de Bretagne, de l'île de Ré aux îles Chausey. La possible présence de bancs de maërl en Manche orientale et en mer du Nord reste à documenter.

4.3.2.2. Etat des connaissances en mers Celtiques

Il n'y a aucun élément permettant de savoir si cet habitat est présent dans la sous-région marine. Il est très probable qu'il soit absent car les profondeurs sont a priori trop élevées, en dehors de la plateforme infralittorale de l'ouest de Molène sur laquelle les espèces sont présentes sans constituer de véritables bancs.

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 le 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 mers Celtiques

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

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 70, 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, la baie de Quiberon, et au nord de la baie de Morlaix jusqu'aux rives du Cotentin. 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. Actuellement, 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 mers Celtiques

Dans la sous-région marine, il n'existe aucune donnée concernant cet habitat. Il est fort probable qu'il en soit absent.

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 mers Celtiques

Dans la sous-région marine, il n'existe aucune donnée concernant cet habitat. Sa présence est potentiellement possible. Des travaux de reconnaissance des habitats benthiques dans cette sous-région pourraient combler ces lacunes en connaissances.

4.3.6. 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*. Ces espèces sont observées sur les tombants et surplombs autour de l'île d'Ouessant, mais ne sont pas particulièrement abondantes.

Six habitats particuliers d'espèces grégaires ont été recherchés 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. Seuls deux herbiers de zostères ont été formellement localisés à Ouessant. Pris en compte dans le cadre réglementaire de la DHFF, de la DCE, de la convention OSPAR, la localisation géographique de cinq de ces habitats reste à préciser.

5. Biocénoses du circalittoral

La frontière supérieure de l'étage circalittoral est située aux alentours de 30 - 40 m. 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 18).

5.1. Biocénoses des fonds meubles du circalittoral

Peu de campagnes d'exploration, qu'elles soient historiques ou plus récentes, couvrent la sous-région marine mers Celtiques. Quelques campagnes malgré tout, couvrant le golfe de Gascogne, permettent d'obtenir des informations sur les biocénoses des mers Celtiques. Par ailleurs, des études plus nombreuses ont été menées en mer d'Iroise et peuvent servir de support pour la description des biocénoses benthiques de cette sous-région marine, les mers Celtiques étant le prolongement de la mer d'Iroise.

5.1.1. Etat des connaissances des biocénoses et espèces benthiques des fonds meubles

Les biocénoses benthiques présentes dans la sous-région marine mers Celtiques occupent toutes l'étage circalittoral, la limite supérieure de cet étage pouvant y être située aux alentours de 40 m.

Les sédiments récoltés lors des campagnes se réfèrent exclusivement à des sables grossiers et à la biocénose des sédiments grossiers sablo-graveleux à *Clausinella fasciata* et *Branchiostoma lanceolatum*. Cette biocénose est à la continuité de celle présente en mer d'Iroise. Les espèces caractéristiques sont le céphalochordé *Branchiostoma lanceolatum* et le mollusque lamelibranche *Clausinella fasciata*. Les espèces accompagnatrices principales sont les mollusques lamelibranches *Aequipecten opercularis*, *Gari tellinella*, *Glycymeris glycymeris* et *Pecten maximus*, les annélides polychètes *Hyalinoecia bilineata*, *Glycera spp.*, *Polygordius lacteus* et les échinodermes *Echinocardium cordatum* et *Ophiura albida*.

Il est impossible, au regard du faible nombre de données disponibles dans cette sous-région, d'établir une cartographie des biocénoses présentes en mers Celtiques. Des observations complémentaires révèlent la présence d'autres biocénoses, dont celles des sables fins mobiles circalittoraux à *Echinocyamus pusillus*, *Ophelia borealis* et *Abra prismatica* et des sables fins circalittoraux à *Chamelea striatula* et *Dosinia lupinus*. Il est toutefois impossible d'en préciser les contours (cf. annexe 2 de la contribution thématique associée).

5.1.2. Conclusion

Peu d'études des biocénoses benthiques ont eu lieu dans la sous-région qui fait pourtant l'objet d'une forte pression anthropique au travers notamment des activités de pêche au chalut. Seuls les travaux historiques de L. Cabioch et de ses collaborateurs permettront d'avoir une vision globale des communautés benthiques à l'échelle de la totalité des mers Celtiques, dès que le traitement des échantillons sera achevé (cf. annexe 1 de la contribution thématique associée). La composition, la distribution et la structure des communautés benthiques en place restent donc à déterminer.

Malgré quelques études parfois anciennes, la connaissance des biocénoses des fonds meubles de l'infralittoral demeure restreinte dans cette sous-région marine. Les fonds meubles concernés (graviers, sables) abritent principalement des céphalocordés et des mollusques. En raison de lacunes dans les données, il n'est pas encore possible de déterminer de tendances évolutives pour ces biocénoses.

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 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, qui est marqué par la disparition des algues photophiles et un développement des espèces animales (la limite circalittoral côtier – circalittoral du large correspondant à la fin des algues dressées).

La sous-région marine mers Celtiques se caractérise par l'importance de l'action des grandes houles et des forts courants de marée (régime macrotidal) qui peuvent atteindre localement 8 nœuds en période de vive-eau (voir thématique « Courantologie »). Cet hydrodynamisme intense empêche la formation d'une thermocline estivale, contrairement à ce qui peut être observé plus au large en Atlantique Nord-Est et dans la partie intérieure de la mer d'Iroise (baie de Douarnenez, rade de Brest). Les fronts d'Ouessant et d'Iroise marquent la séparation entre ces eaux stratifiées et homogènes.

Le substrat rocheux subtidal, très minoritaire à l'échelle de cette sous-région marine se cantonne à la partie côtière, située à l'extrême sud-est de la sous-région marine mers Celtiques, et ne concerne que Ouessant (Figure 29). En mers Celtiques, les biocénoses dominées par les macroalgues atteignent des profondeurs importantes, grâce à une clarté de l'eau inégalée sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique. Dans cet étage, de nombreuses biocénoses se développent dans des zones particulièrement profondes, ce qui limite fortement les possibilités de prospection. Il en résulte une connaissance réduite et surtout, qui ne permet pas toujours de conclure de manière objective sur leur abondance et leur état de conservation.

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

L'assemblage gorgone et rose de mer est peu présent à Ouessant, hormis à Gorlé Vihan. Par contre, les espèces accompagnatrices telles que les crisidés des genres *Cellaria* et *Bugula*, le sclératinnaire *Caryophyllia smithii*, l'alcyon *Alcyonium glomeratum* et les éponges dressées sont communes, à la pointe de Pern notamment.

5.2.2. Les biocénoses d'hydrodynamisme intense

A Ouessant, l'hydrodynamisme extrême engendre localement la prolifération de l'hydruaire *Tubularia indivisa* qui forme des tapis au niveau des tombants et des pointes rocheuses.

5.2.3. Les fonds durs à axinellidés et brachiopodes

Cette biocénose [A4. 121 de la typologie EUNIS], caractéristique du circalittoral profond, est peu accessible et donc rarement observée. Il est donc délicat d'établir un constat sur l'ampleur de sa répartition et son état de conservation. En mers Celtiques, elle a été décrite au niveau de la fosse d'Ouessant, par 100 m de profondeur. La biocénose à *Axinella dissimilis* est alors enrichie par d'autres éponges *Pachastrella compressa* et *Geodia cydonium* et par l'antipathaire *Antipathes subpinnata*, récemment enregistrée à Ouessant.

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 d'Ouessant. En mers Celtiques, elle est plus généralement rencontrée à des profondeurs de 100 à 300 m. Les espèces caractéristiques *Dendrophyllia cornigera* et *Antipathes subpinnata* sont particulièrement sensibles aux pressions exercées sur le fond, notamment par certains engins de pêche.

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

Plusieurs espèces présentes dans les biocénoses benthiques des fonds rocheux du circalittoral de mers Celtiques figurent dans la réglementation européenne et les textes des conventions des mers régionales (Natura 2000, Conventions OSPAR et de Berne), parmi lesquelles les cnidaires *Dendrophyllia cornigera* et *Antipathes subpinnata*, les crustacés *Homarus gammarus* et *Palinurus elephas*, le mollusque *Charonia lampas* et l'éponge *Tethya citrina*.

5.2.6. Conclusion et perspectives

En mers Celtiques, l'éloignement et les difficultés d'accès compliquent fortement les inventaires, et ceux des biocénoses du circalittoral en particulier. Si celles de l'infralittoral ont bénéficié des récents échantillonnages menés dans le cadre des suivi REBENT (REseau BENThique) et DCE en Bretagne, des efforts sont à consentir si l'on veut mieux caractériser les biocénoses plus profondes du circalittoral côtier et du large, à l'échelle de cette sous-région.

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.

A Ouessant, l'inventaire ZNIEFF-mer et le suivi REBENT 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.

Les fonds durs de la sous-région marine mers Celtiques sont cantonnés à la partie côtière, à l'extrême sud-est des mers Celtiques, et ne concernent qu'Ouessant. Les biocénoses dominées par les macroalgues atteignent des profondeurs importantes, grâce à une clarté de l'eau remarquable. Dans cet étage, de nombreuses biocénoses se développent dans des zones particulièrement profondes, ce qui limite fortement les possibilités de prospection. Il en résulte une connaissance réduite et surtout, qui ne permet pas toujours de conclure sur leur abondance et leur état de conservation.

5.3. Habitats particuliers du circalittoral

5.3.1. Habitats particuliers et espèces remarquables des fonds meubles

Parmi les espèces benthiques présentant un intérêt écologique, commercial et/ou culturel, certaines sont listées par différentes directives ou conventions (DHFF, Convention OSPAR et de Berne) telles les cnidaires *Alcyonium digitatum*, *Errina aspera* et *Lophelia pertusa*, les mollusques *Arctica islandica*, *Chamelea gallina*, *Charonia lampas*, *Nucula nucleus*, *Ptereoides griseum* et *Ranella olearium* et les arthropodes crustacés *Homarus gammarus* et *Scyllarus arctus* (cf. annexe 3 de la contribution thématique associée).

L'espèce caractéristique et à forte valeur commerciale est la langoustine *Nephrops norvegicus* vivant sur des fonds vaseux ou sablo-vaseux. Elle est l'espèce benthique la plus exploitée (3 415 t débarquées en 1992), les autres espèces étant des poissons démersaux (merlan, églefin, morue, etc.).

5.3.2. Habitats particuliers et espèces remarquables des fonds durs

Les tombants, grottes et surplombs vont favoriser l'installation d'espèces sciaphiles, parmi lesquelles les cnidaires *Alcyonium coralloides*, *Alcyonium digitatum*, *Leptopsammia pruvoti* et *Parazoanthus axinellae*. Ces espèces sont observées sur les tombants et surplombs autour d'Ouessant, mais ne sont pas particulièrement abondantes.

Du fait de sa taille réduite, la sous-région marine mers Celtiques abrite relativement peu d'habitats particuliers, la plupart d'entre eux étant malgré tout listés dans les différents textes européens et internationaux. 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 du circalittoral.

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, 2700 m a été retenu comme limite inférieure du bathyal, la zone la plus profonde correspondant à l'abyssal (Figure 18). La zone profonde de la sous-région marine mers Celtiques est constituée d'une zone de canyons, elle appartient presque exclusivement au domaine bathyal. La zone abyssale n'ayant fait l'objet d'aucun

échantillonnage, toutes les observations disponibles concernent exclusivement le domaine bathyal.

Les mers Celtiques ont 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. Les campagnes réalisées dans les années 1970 ont concerné pour l'essentiel une radiale au nord du golfe de Gascogne. Le projet CoralFISH démarré en 2008, dont l'objectif est d'étudier les relations coraux/poissons/pêcheries, a permis de réaliser de nouvelles campagnes mettant en œuvre des caméras pour recueillir de l'imagerie, sur la pente continentale où se concentrent ces espèces et habitats vulnérables. Ces données d'imagerie, ainsi que des données plus anciennes résultant de campagnes halieutiques ou géologiques et des données résultant de campagnes étrangères, ont été analysées pour fournir une première synthèse provisoire de la répartition des Ecosystèmes Marins Vulnérables (EMV) dans les mers Celtiques et le golfe de Gascogne.

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

6.1.1. Les données existantes

Les données décrites dans le document proviennent de bases de données, de la bibliographie et des observations extraites de vidéos sous-marines. Ces données sont représentées dans la Figure 31 en distinguant le cas échéant les données acquises avant 1950 de celles acquises depuis.

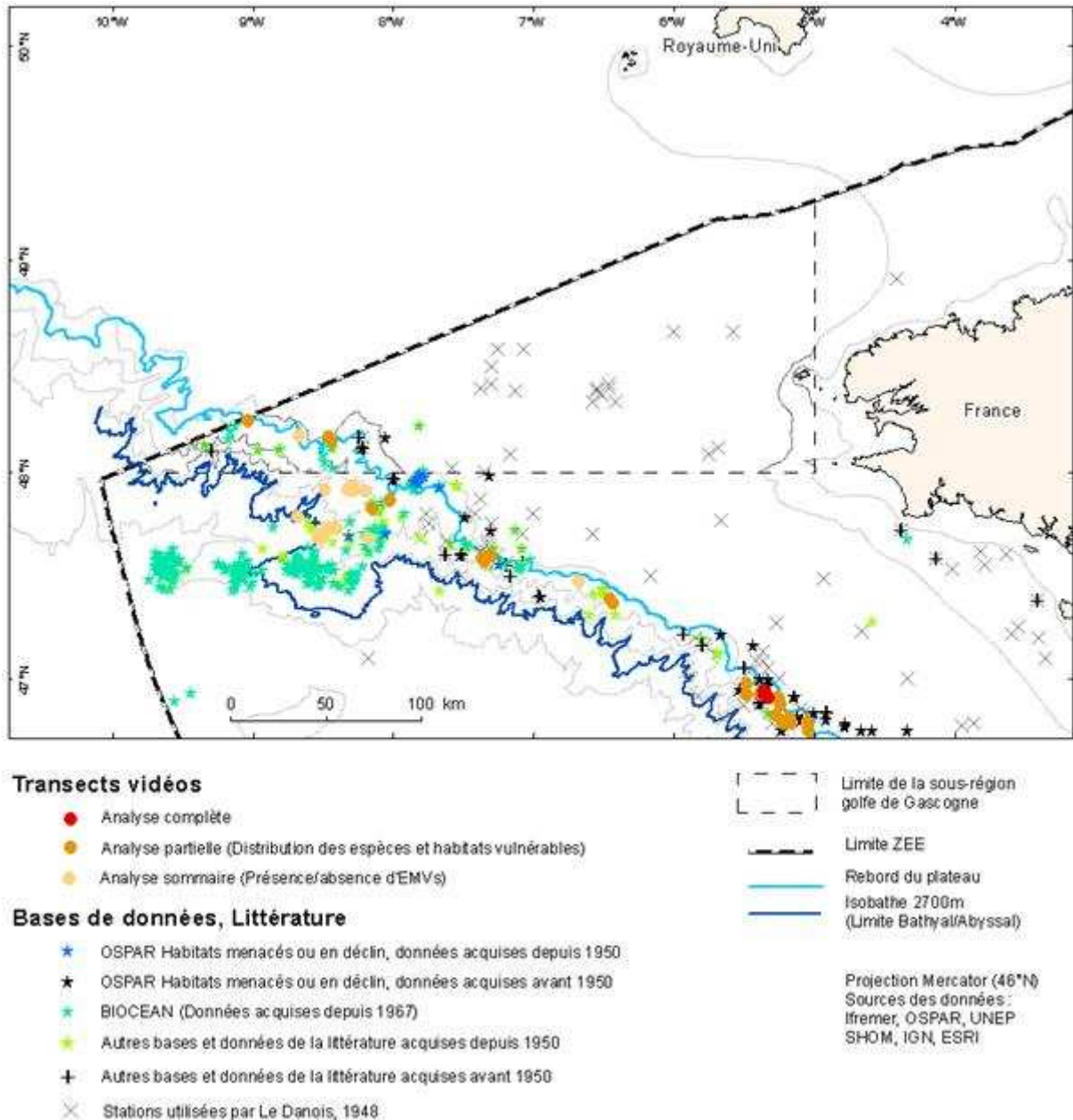


Figure 31 : Source des données, domaine bathyal-abysal, sous-région marine mers Celtiques.

6.1.1.1. Bases de données et données de la littérature

La base de données OSPAR concerne les habitats menacés ou en déclin. Sur cette zone, la dernière actualisation par l'AAMP et l'Ifremer date de 2008. Toutefois les fonds meubles des mers Celtiques ou golfe de Gascogne, qu'il s'agisse des vases à Pennatulacées profondes, des jardins de coraux sur fonds meubles ou des agrégats d'éponges sur fonds meubles n'ont fait l'objet d'aucun signalement. La base de données Biocéan rassemble les données récoltées au cours des études conduites sur les différents écosystèmes de l'environnement profond par l'Ifremer. Les données les plus anciennes datent de 1967. A noter que la bancarisation n'a été faite que lorsque les analyses taxonomiques étaient suffisamment avancées de la part des spécialistes concernés. Les ressources d'une base mondiale dédiée aux coraux ont été utilisées. Une actualisation de la distribution des scléactiniaires a été réalisée.

6.1.1.2. Données d'imagerie

12 campagnes françaises et étrangères réalisées entre 1981 et 2010 et totalisant près de 70 plongées ont été rassemblées sur le golfe de Gascogne et les mers Celtiques : 2 campagnes seulement ont concerné les mers Celtiques. Pour la première campagne, un submersible habité a été utilisé lors d'une seule plongée. Les campagnes ont fait l'objet d'une procédure d'analyse permettant d'annoter rapidement les espèces et habitats d'EMVs sur les différentes images.

6.1.2. Les coraux et éponges

Dans les mers Celtiques et le golfe de Gascogne, les principaux groupes de coraux présents en profondeur sur substrats meubles et reconnus comme EMV sont les scléactiniaires (« coraux durs » possédant un squelette externe calcifié) solitaires libres et des octocoralliaires (squelette avec des sclérites) dont quelques gorgones et les pennatules. Aucun exemplaire de coraux ou d'éponge n'a été échantillonné ou observé dans cette zone sur substrat meuble (Figure 32).

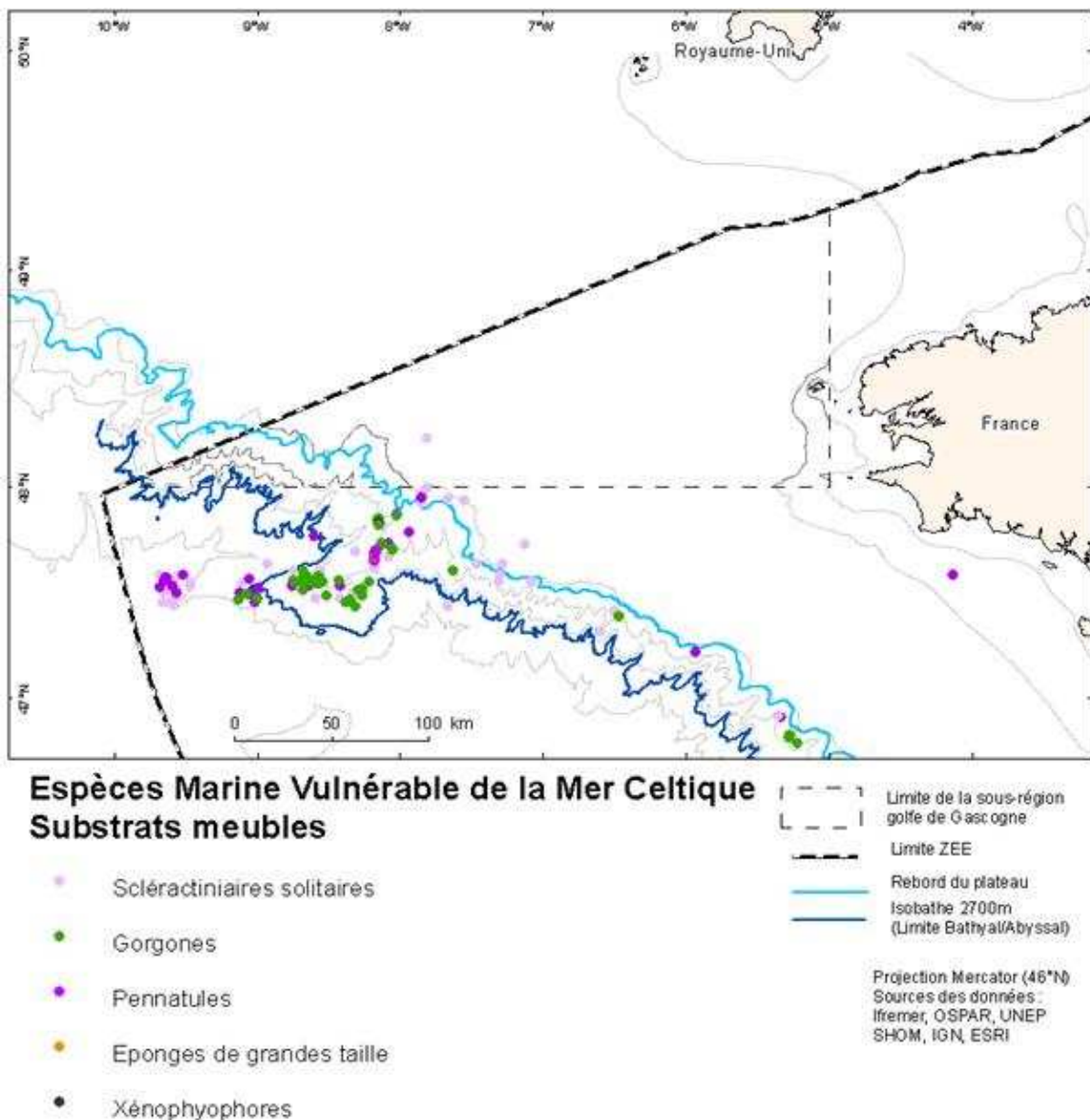


Figure 32 : Distribution des espèces de coraux et d'éponges de substrats meubles (bases de données et imagerie), sous-région marine mers Celtiques.

6.1.3. Etat écologique et tendances

L'absence de données ne permet pas d'évaluation de l'état écologique ou de détection de tendance.

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.

Les données sur les biocénoses des fonds meubles du bathyal et de l'abyssal proviennent de bases de données, de la bibliographie et des observations extraites de vidéos sous-marines. Les principales espèces constituant ces biocénoses sont des coraux et des éponges. L'absence de données rend très difficile à ce jour l'évaluation de l'état écologique ou la détection de tendances.

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

6.2.1. Les données existantes

Les données décrites dans le document sont représentées dans la Figure 31 en distinguant le cas échéant les données acquises avant 1950 de celles acquises depuis.

6.2.1.1. Bases de données et données de la littérature

La base de données OSPAR concerne les habitats menacés ou en déclin. Pour les agrégats d'éponges, aucune localisation n'a été recensée dans la sous-région. La base de données BIOCEAN rassemble les données récoltées au cours des études conduites sur les différents écosystèmes de l'environnement profond. La base mondiale Hall-Spencer et al. 2007 concerne exclusivement les coraux.

6.2.1.2. Données d'imagerie

Douze campagnes seulement (OBSERVHAL, 1998 et EVHOE, 2009) ont concerné les mers Celtiques. Une nouvelle campagne de grande ampleur (BOBECO) a été menée en septembre 2011 à bord du navire océanographique *Pourquoi pas ?* équipé du robot téléopéré Victor 6000.

6.2.2. Les coraux et les éponges

Les coraux rassemblent un certain nombre de cnidaires qui soit (1) sont capables de produire un squelette continu de carbonate de calcium, soit (2) possèdent de microscopiques et nombreux petits éléments appelées sclérites, ou bien (3) qui possèdent un axe protéinique noir ressemblant à de la corne. Les principaux groupes de coraux présents en profondeur sur substrats durs (Figure 33) et reconnus comme EMV sont les sclérectiniaires (coraux durs) coloniaux ou solitaires, les antipathaires (coraux noirs) et des octocoralliaires (squelette avec des sclérites avec notamment les gorgones).

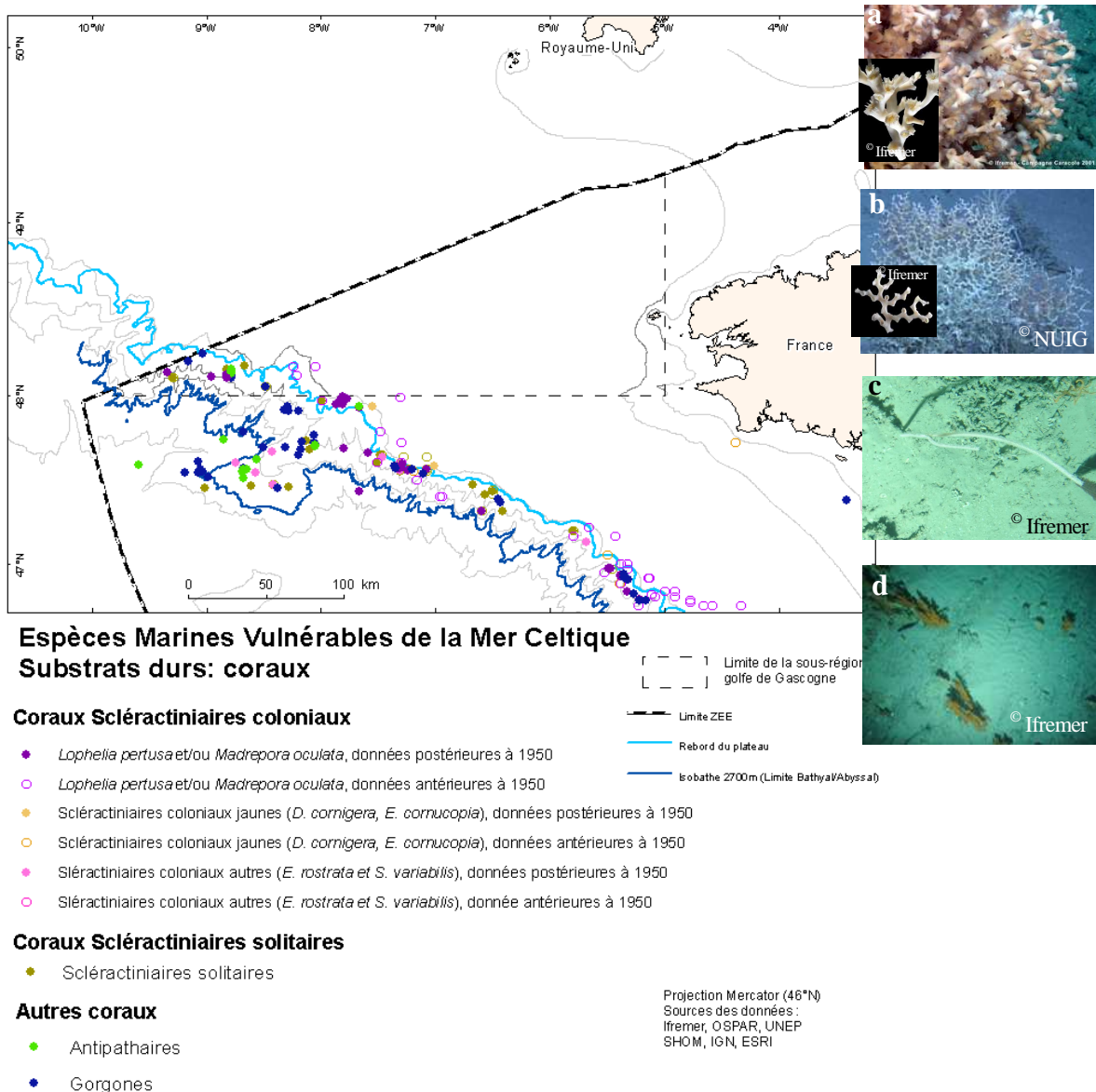


Figure 33 : Distribution des espèces marines vulnérables sur substrat dur (bases de données et imagerie), sous-zone mers Celtiques. a) *Lophelia pertusa*, b) *Madrepora oculata*, c) exemple de gorgones (probablement *Lepidisis* sp.) ; d) exemple d'antipathaires (espèce indéterminée).

Deux signalements anciens mentionnent la présence de *Madrepora oculata* / *Lophelia pertusa* en circalittoral profond et en limite supérieure du bathyal. Deux signalements de pêche indiquent la présence de récifs de coraux *Lophelia pertusa* / *Madrepora oculata*. Une plongée de la campagne EVHOE 2009, réalisée à proximité d'un de ces signalements, a effectivement confirmé la présence d'un récif important de coraux par des fonds de 600 à 700 m et l'abondance des antipathaires associés à ce récif, notamment ceux du genre *Leiopathes*. Les antipathaires n'avaient fait l'objet d'aucun signalement dans les bases de données pour ce secteur. Quelques gorgones (*Acanthogorgia* spp. et *Lepidisis* spp.) sont signalées en mers Celtiques. Des éponges de grande taille sont présentes dans le récif de coraux mais il n'a pas été observé de fonds durs dominés par des éponges.

6.2.3. Etat écologique et tendances

Pour les zones rocheuses, les connaissances sont trop éparpillées et en l'absence de passage répété sur une même zone, il n'est pas possible de dégager de tendances générales.

Dans les secteurs étudiés, des destructions, pouvant notamment résulter de l'action d'engin de pêche, sont visibles au cœur du récif (voir thématique « Habitats particuliers du bathyal et de l'abyssal »). La destruction des récifs entraîne la régression, voire la disparition, des espèces associées. 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.

6.2.4. Lacunes et besoins d'acquisition de connaissances

Compte tenu de la découverte récente de récifs de coraux dans ce secteur, l'exploration doit être poursuivie et doit concerner également 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*. Des procédures et des tests devront être conduits pour définir les modalités de surveillance adaptées.

Les données sur les biocénoses des fonds durs du bathyal et de l'abyssal proviennent de bases de données, de la bibliographie et des observations extraites de vidéos sous-marines. Les principales espèces constituant ces biocénoses sont des coraux et des éponges. L'absence de données rend impossible à ce jour l'évaluation de l'état écologique ou la détection de tendances.

6.3. Habitats particuliers du bathyal et de l'abyssal

6.3.1. Les données existantes

Les données (Figure 31) décrites dans le document proviennent de la synthèse réalisée en 1948 suite à 30 années de prospection et de l'exploitation de l'imagerie disponible. Les bases de données disponibles ne recensent pratiquement que des occurrences d'espèces ingénier (déjà traité dans le paragraphe relatif aux espèces d'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 le golfe de Gascogne et les mers Celtiques : 2 campagnes seulement (OBSERVHAL, 1998 et EVHOE, 2009) ont concerné les mers Celtiques, les 4 plongées concernent le domaine bathyal. Pour la première campagne, un submersible habité a été utilisé lors d'une seule plongée. Pour EVHOE (campagne CoralFISH), les prises de vue ont été réalisées à l'aide d'un bâti suspendu (SCAMPI), aucune prise d'échantillon n'était possible dans

ce cas. Une nouvelle campagne de grande ampleur (BOBECO) a été menée en septembre 2011 à bord du navire océanographique *Pourquoi pas ?* équipé du robot téléopéré Victor 6000.

Dans le cadre du projet CoralFISH, les données analogiques ont été numérisées et géoréférencées. En l'absence de classification détaillée des habitats profonds, une nomenclature provisoire a été définie en collaboration avec les partenaires CoralFISH, en tenant compte des définitions disponibles et de la bibliographie sur ce sujet. En vue du bilan initial une procédure d'analyse simplifiée dérivée du protocole d'annotation CoralFISH a permis d'annoter rapidement les espèces et habitats d'EMVs sur les différentes images.

6.3.2. Habitats particuliers de substrat durs

Le dépouillement détaillé des vidéos a permis de mettre en évidence un récif de coraux à *Madrepora oculata* – *Lophelia pertusa* vers 600-700 m ainsi que la très forte hétérogénéité des canyons en termes d'habitats. 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 avec notamment dans ce secteur de très nombreux antipathaires, notamment ceux du genre *Leiopathes*. Des éponges de grande taille sont présentes dans le récif.

Un autre signalement de récif a été mentionné par des pêcheurs dans un canyon proche ; il a fait l'objet d'explorations complémentaires lors de la campagne BOBECO en septembre 2011. Aucun habitat particulier de substrat meuble n'a été inventorié à ce jour dans ce secteur.

6.3.3. Etat écologique et tendances, lacunes et besoins d'acquisition de connaissances

Les connaissances sont trop éparées et en l'absence de passage répété sur une même zone, il n'est pas possible de dégager de tendances générales. Des destructions, pouvant notamment résulter de l'action d'engins, sont visibles au cœur du récif. Cependant, 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.

L'effet des changements climatiques est également à prendre en considération, les récifs coralliens tendent 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. 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. Toujours d'après ces modèles, le golfe de Gascogne devrait plutôt devenir une zone refuge.

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 à

celles exercées par les engins 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 les modalités de surveillance adaptées.

Les données sur les habitats particuliers du bathyal et de l'abyssal proviennent de bases de données, de la bibliographie et des observations extraites de vidéos sous-marines. Les principales espèces abritées par ces habitats sont des coraux et des éponges. L'absence de données rend impossible à ce jour l'évaluation de l'état écologique ou la détection de tendances.

7. Peuplements démersaux

Les populations démersales concernent les espèces vivant sur le fond ou à proximité du fond. Il s'agit de populations ichthyologiques 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 ichthyologiques.

7.1. Peuplements démersaux du plateau continental

7.1.1. Plateau Celtique et zone sous juridiction française

Seule une petite partie du plateau des mers Celtiques est contenue dans la sous-région marine mers Celtiques, le reste étant sous juridiction du Royaume-Uni et de l'Irlande. Cette petite zone n'est pas pertinente pour évaluer les populations ichthyologiques parce que les poissons sont des animaux mobiles. Peu de populations de poissons ont une distribution géographique limitée à cette sous-région. L'évaluation présentée ici concerne donc l'ensemble du plateau des mers Celtiques proprement dites dans les divisions CIEM VIII f,g,h,j, soit jusqu'à 52°N et 12°W.

7.1.2. Populations et communautés démersales

La communauté de poissons démersaux est en interaction avec la communauté de petits poissons pélagiques. Ainsi, les trois premières espèces en biomasse dans les captures du chalut de fond de la campagne EVHOE (EValuation Halieutique de l'Ouest Européen)⁶ sont le chinchard (*Trachurus trachurus*), le sanglier (*Capros aper*), et le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*). Ces espèces sont des proies des poissons démersaux, notamment des grandes espèces exploitées comme le merlu (*Merluccius merluccius*), la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) ou les baudroies (*Lophius spp.*) ; elles sont aussi prédateurs de juvéniles de poissons à la fois démersaux et pélagiques ainsi que d'organismes benthiques. D'après la campagne EVHOE, les principales espèces de poissons démersaux de grande taille sont l'églefin (*Melogrammus aeglefinus*), le merlan (*Merlangius merlangus*), la petite roussette, le merlu, la morue (*Gadus morhua*), le grondin rouge (*Aspitrigla cuculus*), la cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*), le grondin gris (*Eutrigla gurnadus*), la baudroie commune (*Lophius piscatorius*), le Saint-Pierre (*Zeus faber*), l'aiguillat (*Squalus acanthias*), la raie fleurie (*Leucoraja naevus*), le congre (*Conger conger*), le bar (*Dicentrarchus labrax*) et la baudroie noire (*Lophius budegassa*).

Comme indiqué ci-dessus, les populations qui forment la communauté ichthyologique des mers Celtiques ont de larges distributions géographiques (Tableau 3). Ainsi, le merlu a une zone de nourricerie principale sur la grande vase dans le golfe de Gascogne et une plus petite dans les mers Celtiques tandis que la distribution des adultes s'étend du sud du golfe de Gascogne au nord de la mer du Nord, voire à la mer de Norvège. Pour chacune des deux espèces de baudroie, la population est présumée couvrir les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers Celtiques.

⁶ Une campagne EVHOE est organisée tous les ans au mois d'octobre/novembre, dans le golfe de Gascogne et en mers Celtiques.

Tableau 3 : Exemples de distribution géographique des principales populations exploitées sur le plateau des mers Celtiques.

| Espèce | Aire de distribution de la population à laquelle appartiennent les individus présents dans la sous-région marine mers Celtiques |
|---------------------------------|---|
| <i>Merluccius merluccius</i> | du golfe de Gascogne à l'Ouest Ecosse et la mer du Nord |
| <i>Lophius spp.</i> | golfe de Gascogne, mers Celtiques et Ouest Irlande |
| <i>Aspitrigla cuculus</i> | Probablement Manche, sud mer du Nord et mers Celtiques |
| <i>Zeus faber</i> | Inconnue |
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | Les résultats, notamment ceux de la génétique, bien développée pour cette espèce, sont contradictoires. Les mers Celtiques ne semblent pas constituer une unité de population distincte |
| <i>Eutrigla gurnardus</i> | L'espèce est plus abondante en mers Celtiques que dans les zones adjacentes. Néanmoins, l'identité des populations est méconnue. |
| <i>Melanogrammus aeglefinus</i> | Probablement une population couvrant l'ouest de l'Irlande, les mers Celtiques et la Manche Ouest |
| <i>Gadus Morhua</i> | Probablement une population couvrant les mers Celtiques et la Manche Ouest |

7.1.2.1. Populations démersales sensibles

La dorade rose (*Pagellus bogaraveo*) était jadis abondante saisonnièrement. Cette population qui hiverne en mer Cantabrique, migrait en été jusqu'à l'ouest de l'Ecosse et était abondante en mers Celtiques. Elle s'est effondrée dans les années 1975-1985 et son abondance reste faible depuis, elle est toujours capturée dans le sud de la sous-région marine mers Celtiques, essentiellement dans la zone sous juridiction française. Elle est en particulier présente en été sur la chaussée de Sein, à l'ouest du Finistère, cette zone pourrait être un habitat préférentiel (seul habitat occupé par une population lorsque l'abondance est faible). Cette population est aujourd'hui stable à un niveau bas, le problème n'est pas tant sa conservation que son abondance raréfiée, qui correspond à une perte importante de ressources exploitables et à un fort changement dans la composition spécifique de la communauté où elle comptait jadis parmi les espèces dominantes (au moins saisonnièrement dans la sous-région marine mers Celtiques).

La liste rouge de l'UICN inclut la morue et l'églefin dans les espèces vulnérables du Nord-Est Atlantique parce que la vitesse estimée du déclin de leur abondance dans les années 1990 les qualifiait pour ce classement. Ces évaluations sont anciennes et qualifiées "à réviser" par l'UICN⁷ (Tableau 4). L'augmentation récente de ces populations indique que leur conservation n'est plus la question. En revanche les mortalités par pêche exercées sur ces espèces n'ont été amenées à des niveaux supportables que depuis 5 ans au mieux. Ainsi, l'abondance relative de ces espèces de grands poissons dans la communauté ichtyologique reste probablement faible par rapport à un état d'exploitation permettant la meilleure production halieutique.

Outre l'UICN, OSPAR et quelques inventaires nationaux ont évalué l'état de populations avérées ou présumées menacées. Ces travaux montrent que plusieurs populations de requins et raies se sont raréfiées depuis les années 1960. La raie blanche (*Rostroraja alba*), le pocheteau gris (*Dipturus batis*), l'angle de mer (*Squatina squatina*) et l'aiguillat commun (*Squalus acanthias*) sont les espèces dont l'état est le plus préoccupant. Néanmoins, contrairement aux trois autres espèces l'aiguillat est toujours capturé par les pêcheries et les campagnes. Le nom *Dipturus batis* regroupe deux espèces dont la confusion a masqué le déclin de la plus grosse. La population de

⁷ <http://www.UICNredlist.org/>

squale bouclé (*Echinorhinus brucus*) est aussi très réduite, voire éteinte, parce qu'aucune capture n'a été signalée depuis plusieurs années. La population de requin hâ (*Galeorhinus galeus*) est réduite en Atlantique du Nord est mais son abondance passée dans la sous-région est méconnue. Certaines populations de raies des listes UICN et OSPAR paraissent stabilisée sur la dernière décennie. Néanmoins, une raréfaction des plus grandes espèces de raies, associée à une augmentation de l'abondance d'espèces de plus petite taille a été détectée en mer d'Irlande et au nord des mers Celtiques. D'autres espèces sont régulièrement capturées lors d'EVHOE, en effectifs qui ne permettent pas le calcul d'indicateurs quantitatifs mais montrent néanmoins leur persistance dans la zone.

Deux espèces d'hippocampe côtières sont recensées comme en déclin par OSPAR. L'UICN fait état de données insuffisantes pour ces espèces, leur situation dans la sous-région marine mers Celtiques n'est pas connue.

En résumé, une dizaine de populations de grands élasmobranches posent aujourd'hui des problèmes de conservation dans la sous-région marine mers Celtiques. Les débarquements par la pêche professionnelle d'ange de mer, pocheteau gris, raie brunette et raie blanche sont interdits⁸.

7.2. Peuplements démersaux profonds

7.2.1. Habitat démersal profond et zone prise en considération

Dans la partie sous juridiction française de la sous-région marine mers Celtiques, le domaine profond est restreint à une petite zone et il ne s'étend guère au-delà de 2 000 m de profondeur. Cette petite zone n'est pas pertinente pour les populations ichtyologiques, dont la distribution est plus large et les individus sont mobiles, leur état ne peut donc pas être évalué à cette échelle. L'évaluation présentée ici concerne donc une zone plus large correspondant à la pente des mers Celtiques proprement dites dans les divisions CIEM VIIIh,j,k, soit jusqu'à 52°30N et 18°W. Ces zones comprennent toute la pente continentale de 48 à 52°30N sur une distance d'environ 900 km en suivant les isobathes.

Les communautés ichtyologiques de la pente continentale sont fortement structurées par la profondeur; les étages bathymétriques considérés ici sont : la rupture plateau-pente (200 - 400 m), la pente supérieure (jusqu'à 750 m), la pente moyenne (jusqu'à 1 500 m) et la pente inférieure (jusqu'à 2 200 m).

7.2.2. Populations et communautés démersales

7.2.2.1. Rupture plateau-pente

La communauté de poissons démersaux de cet étage est dominée par des espèces qui vivent aussi sur des fonds moindres et dont les adultes migrent vers la profondeur. Ainsi, le merlu (*Merluccius merluccius*), l'églefin (*Melogrammus aeglefinus*), la baudroie commune (*Lophius piscatorius*), le Saint-Pierre (*Zeus Faber*) et la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) sont parmi les dix premières espèces en biomasse, avec deux espèces plus typiques de ces profondeurs : le sébaste chèvre (*Helicolenus dactylopterus dactylopterus*) et la cardine franche (*Lepidorhombus*

⁸ Règlement EU 57/2011 du 18/01/2011.

whiffiagonis). D'autres espèces de grande taille sont abondantes : le congre (*Conger conger*), la baudroie rousse (*Lophius budegassa*), la raie fleurie (*Leucoraja naevus*), la cardine à quatre taches (*Lepidorhombus boscii*) et la lingue franche (*Molva molva*). Néanmoins, les trois premières espèces en biomasse dans l'échantillonnage de la communauté démersale par la campagne EVHOE⁹ sont des espèces proies : le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*), le chinchard (*Trachurus trachurus*) et le sanglier (*Capros aper*).

Le merlan bleu, espèce mésopélagique (voir thématique « Populations ichtyologiques de petits pélagiques »), est une proie principale des grandes espèces comme le merlu et les baudroies ainsi que d'espèces plus profondes (voir ci-après). Son abondance est donc importante pour l'état de la communauté de poissons profonds. Le merlan bleu forme d'importants bancs pélagiques, par plus de 200 m de profondeur du golfe de Gascogne au nord des Îles Britanniques. Il est aussi présent près du fond dans les étages traités ci-après jusqu'à 1 000 m de profondeur.

7.2.2.2. Pente supérieure

A cet étage, l'abondance des petites espèces fourrage est moindre, le merlu est le principal poisson prédateur suivi du sébaste chèvre, de la baudroie commune, du phycis de fond, des cardines, du congre et de la raie fleurie. L'abondance de la petite roussette diminue rapidement avec la profondeur. La présence de la lingue bleue (*Molva dypterygia*) est limitée au nord de la zone.

7.2.2.3. Pente moyenne

Les Alepocephalidae, grands poissons caractérisés par une proportion d'eau élevée dans leurs tissus, sont dominants en biomasse et atteignent un pic de biomasse vers 1 000 - 1 200 m, où ils constituent environ la moitié de la biomasse de poissons. *Alepocephalus bairdii* (mulet noir) est l'espèce la plus abondante par moins de 1 200 à 1 300 m ; au-delà la contribution à la biomasse d'autres espèces (*A. Agassizii*, *A. productus*, *Conocara spp.*, *Rouleina spp.*) augmente. 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.

La communauté de poissons de la pente moyenne comprend un grand nombre de petites espèces, notamment des Macrouridae et des Moridae. Un petit anguilliforme nécrophage *Synphobranchus kaupii* (anguille éborgnée de Gray) est dominant numériquement.

7.2.3. Etat des populations et de la communauté

L'état des populations doit être appréhendé à l'échelle de leur aire de répartition géographique. Pour la plupart des espèces rencontrées dans cette zone, elle est plus large que la sous-région marine mers Celtiques (Tableau 4).

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

Tableau 4 : Distribution géographique des principales populations de la pente continentale moyenne de la sous-région marine mers Celtiques ciblées par les pêcheries.

| Espèce | Aire de distribution de la population à laquelle appartiennent les individus présents dans la sous-région marine mers Celtiques (jusqu'à 52°N) |
|--|--|
| <i>Merluccius merluccius</i> Merlu commun | Du golfe de Gascogne à l'Ouest Ecosse et la mer du Nord |
| <i>Lophius spp.</i> Baudroies | Golfe de Gascogne, mers Celtiques et Ouest Irlande |
| <i>Aphanopus carbo</i> Sabre noir | De l'Islande à l'ouest de l'Afrique et Madère |
| <i>Centroscymnus coelolepis</i> Requin portugais | Une seule population dans le Nord-Est Atlantique |
| <i>Coryphaenoides rupestris</i> Grenadier de roche | Une population des Îles Féroé aux mers Celtiques |
| <i>Hoplostethus atlanticus</i> Hoplostète orange | Inconnue, forme des agrégations locales, homogénéité génétique à grande échelle |
| <i>Molva dypterygia</i> Lingue bleue | Espèce peu abondante en mers Celtiques, qui correspond à la limite sud de sa distribution géographique |

7.2.3.1. Communauté de la pente moyenne

Dans la sous-région marine mers Celtiques, une étude a estimé que la biomasse de l'assemblage de poissons de la pente continentale a été réduite de plus de 50 % depuis le début de l'exploitation par la pêche, sans changement de la richesse spécifique. Cette communauté est néanmoins caractérisée par une grande diversité des traits d'histoire de vie, et notamment de la longévité des espèces qui la composent, avec des espèces à vie courte d'environ 15 ans comme le sabre noir et le phycis de fond, et des espèces à vie très longue, notamment l'hoplostète orange qui vit plus de 100 ans et les requins. Les requins profonds commerciaux ont été classés respectivement vulnérable (VU) et presque menacé (NT) dans l'Atlantique Nord-Est par l'UICN. Ces classements correspondent à des populations dont l'abondance soit est devenue très faible, soit a rapidement décliné. Ces requins sont ainsi des populations qui doivent faire l'objet de mesures de conservation, qui ont été traduites par l'interdiction de leur pêche.

Il est à signaler que l'application des critères utilisés par l'UICN 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.

7.2.3.2. Populations sensibles de la rupture et de la pente supérieure

La dorade rose (*Pagellus bogaraveo*) était jadis abondante saisonnièrement à la rupture plateau-pente. Cette population s'est effondrée dans les années 1975-1985 et son abondance reste faible depuis ; sa distribution ne s'étend plus beaucoup dans la sous-région marine mers Celtiques, alors que lors de sa période d'abondance elle était capturée en quantité jusqu'à l'ouest de l'Ecosse.

L'UICN, OSPAR et quelques inventaires nationaux ont évalué l'état de populations avérées ou présumées menacées. Ces travaux montrent que plusieurs populations de requins et raies se sont raréfiées depuis les années 1960. Selon l'UICN, la raie blanche (*Rostroraja alba*), le pocheteau gris (*Dipturus batis*), l'ange de mer (*Squatina squatina*) et l'aiguillat commun (*Squalus acanthias*) sont les espèces dont l'état est le plus préoccupant. Néanmoins, contrairement aux trois autres espèces, l'aiguillat est toujours capturé par les pêcheries et les campagnes. Le nom

Dipturus batis regroupe deux espèces dont la confusion a masqué le déclin de la plus grosse. La population de squale bouclé (*Echinorhinus brucus*) est aussi très réduite, voire éteinte, 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.

Dans la sous-région marine mers Celtiques, les indicateurs de populations issus d'EVHOE ne montrent pas de tendances pour les espèces de la pente continentale échantillonnées sauf pour le sébaste chèvre, avec une tendance croissante depuis 1997, début de la série temporelle.

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 mers Celtiques 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). A ces différents niveaux sont associés des populations ichtyologiques spécifiques, de diversité et d'abondance très hétérogène. 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. Ils sont décrits 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.

Les espèces principales fréquentant le golfe de Gascogne sont les suivantes : le chinchard (*Trachurus trachurus*), la sardine (*Sardina pilchardus*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*), le maquereau (*Scomber scombrus*), le sprat (*Sprattus sprattus*), le merlan bleu (*Micromesistius potassou*), le sanglier (*Capros aper*), le maquereau espagnol (*japonicus*) et le chinchard à queue jaune (*Trachurus mediterraneus*).

La sous-région marine mers Celtiques n'a pas d'intérêt connu particulier en termes d'habitats pour les cycles de vie des espèces de petits pélagiques listées ci-dessus.

8.2. Populations ichtyologiques de grands pélagiques

Les grands poissons pélagiques, prédateurs apicaux clé des écosystèmes marins hauturiers et côtiers. Ils sont aussi de grands migrants qui visitent des zones géographiques très distantes les unes des autres, mais ne résident dans aucune des sous-régions marine de manière exclusive. Ces populations se répartissent donc sur plusieurs sous-régions marines. Ainsi sont listées ici les principales espèces fréquentant la sous-région marine mers Celtiques, mais l'accent est mis sur celles qui y ont une distribution prééminente, comme en témoignent les données de captures de pêche (Figure 34 et Figure 35).

A noter que la principale - et souvent l'unique - source d'information sur la biologie, l'écologie et la distribution spatiale des grands poissons pélagiques provient des données de pêche collectées pour l'ensemble de l'Atlantique Nord par la CICTA¹⁰. En effet, il existe peu de suivis scientifiques efficaces pour les grands poissons pélagiques, et ils sont limités à quelques espèces-

¹⁰ 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 groupe 48 parties contractantes, dont l'Union européenne (<http://www.iccat.int/>).

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.

L'exploitation des grands pélagiques dans la sous-région marine mers Celtiques constitue une faible partie des ressources exploitées. Sur l'ensemble de la période des données disponibles (1952-2009), les espèces de grands poissons pélagiques qui représentent le plus de captures sont l'espadon, le germon, la bonite à dos rayé et diverses espèces de requins pélagiques (Figure 35).

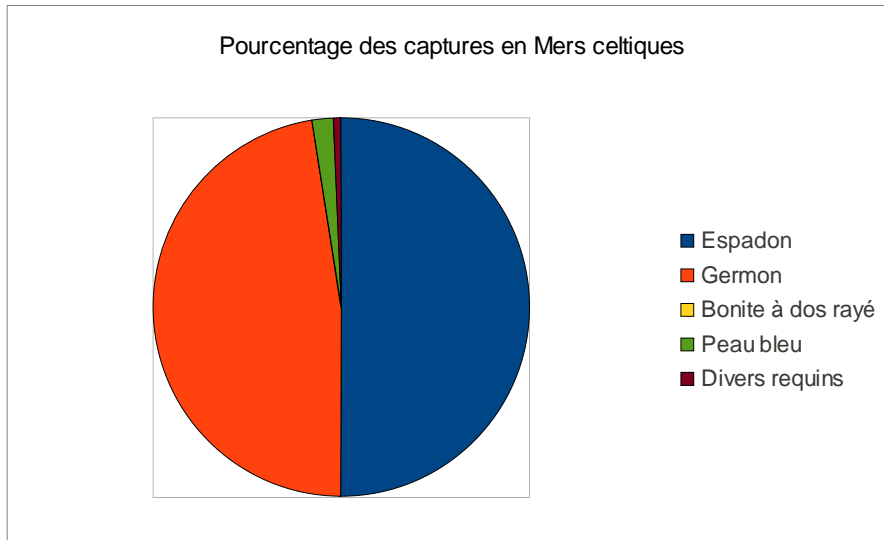


Figure 34 : Proportion des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région marine mers Celtiques au cours de la période 1952-2009 (données CICTA).

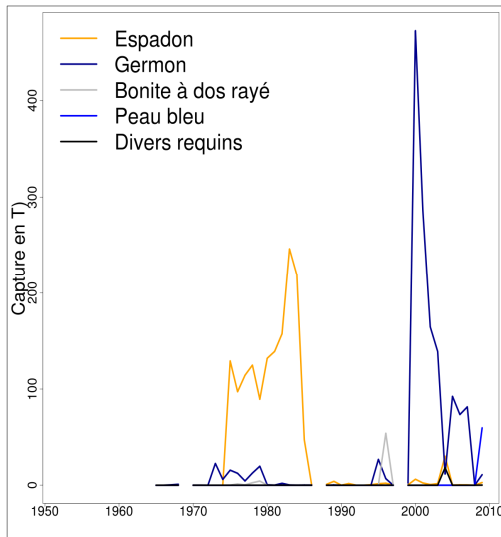


Figure 35 : Evolution des captures des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région marine mers Celtiques de 1952 à 2009 (données CICTA).

8.2.1. Les espèces de grands poissons pélagiques présentes dans la sous-région marine mers Celtiques

8.2.1.1. 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.

8.2.1.2. 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 LJFL), 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.

8.2.1.3. Le requin peau bleue (*Prionace glauca*)

Le requin bleu, dénommé également peau bleue, est une espèce de requin pélagique très présente dans les océans tempérés à tropicaux de 350 m de profondeur à la surface. Ce requin est caractérisé par sa forme très effilée et par la teinte bleue de la partie supérieure de son corps. Sa taille maximale est de l'ordre de 4 m. Ce requin est distribué dans tous les océans et mers du monde dans des latitudes comprises entre 66°N à 55°S. Ce requin est pélagique mais peut occasionnellement rester à proximité du plateau continental. Il est vivipare et sa maturité sexuelle s'effectue au bout de 4 à 5 ans. La gestation prend environ un an et donne de 4 à 135 embryons. Le régime alimentaire du peau bleue est essentiellement constitué de calmars, de poissons, de petits requins, de crustacés et plus exceptionnellement d'oiseaux et de cadavres de mammifères marins.

8.2.1.4. 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 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.

8.2.2. Exploitation des espèces de grands poissons pélagiques présentes dans la sous-région marine mers Celtiques

Les captures de grands pélagiques dans la sous-région marine mers Celtiques sont faibles, principalement composées d'espadons et de germons, de quelques requins peau bleue, d'autres requins pélagiques, celles de bonites à dos rayé étant marginales. L'évolution des captures de ces cinq principales espèces débarquées montre un pic de captures d'espadon dans les années 1980 (environ 200 t) et un pic de captures de germon dans les années 2000 (environ 450 t). Il est à noter une exploitation du requin taupe (*Lamna lasus*) de 20 t/an en moyenne sur la période 1950-2009 (source CIEM). La répartition spatiale de ces captures reste identique dans toute la sous-région marine (Figure 36).

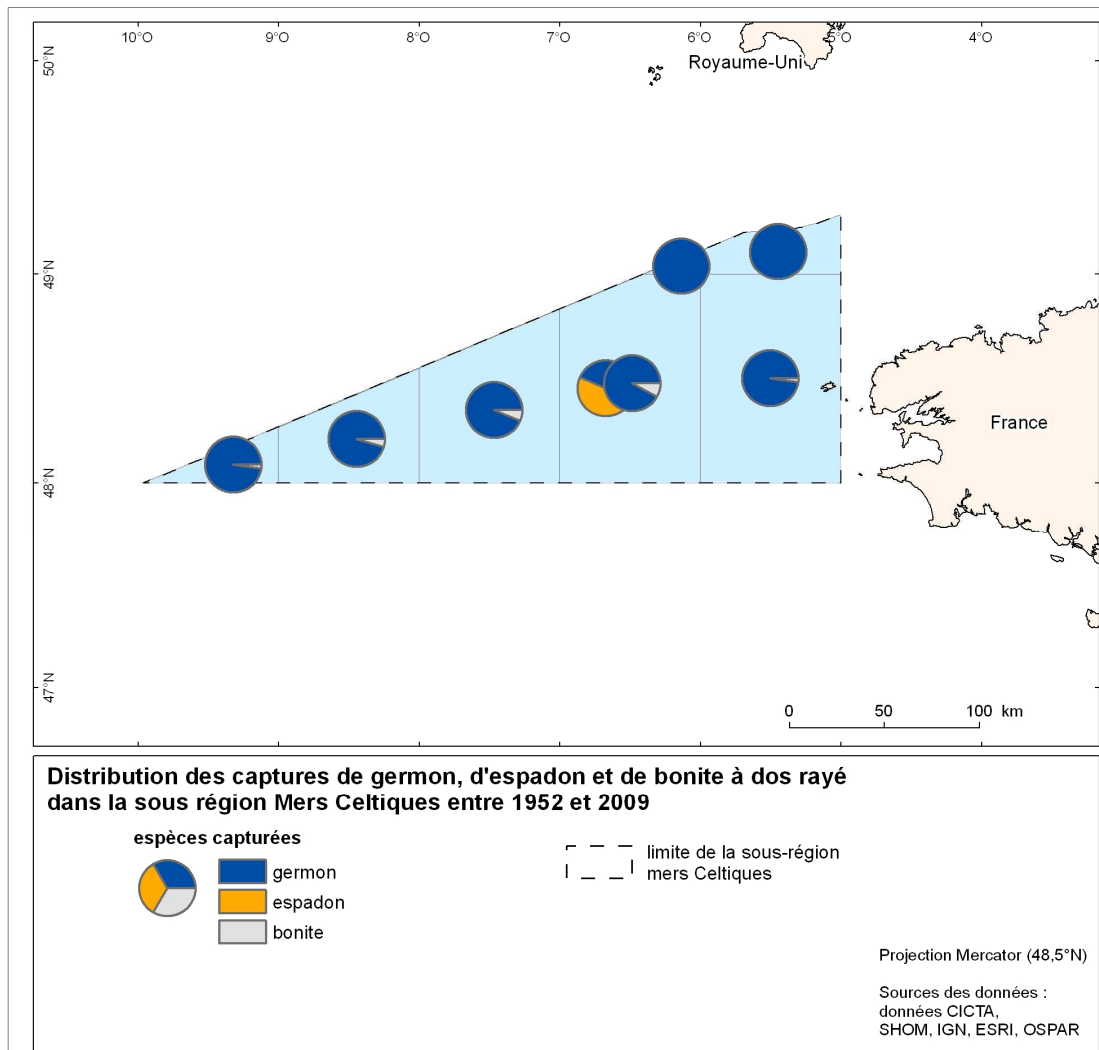


Figure 36 : Distribution des captures de germon (bleu foncé), d'espadon (orange) et de bonite à dos rayé (gris) dans la sous-région marine mers Celtiques entre 1952 et 2009 (données CICTA).

8.3. Conclusion

Les populations de grands poissons pélagiques ont des aires de distribution très larges. La sous-région marine mers Celtiques ne constitue pas une entité géographique particulière et les grands poissons de cette sous-région relèvent des stocks d'Atlantique Nord de ces espèces. Les éléments de diagnostic concernant ces espèces sont principalement développés dans les plans d'action pour le milieu marin des sous-régions marines golfe de Gascogne et Méditerranée occidentale, où ces populations sont plus abondantes.

Aussi aucune zone sensible n'a été identifiée pour cette sous-région 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 en mers Celtiques 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 sites Natura 2000, ainsi que les autres espèces de l'annexe II de la DHFF nécessitant la désignation de 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.

Ces eaux 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. 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 peponocéphale, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le mésoplodon de Gervais, le phoque annelé, le phoque du Groenland, le phoque barbu, le morse (Figure 37).

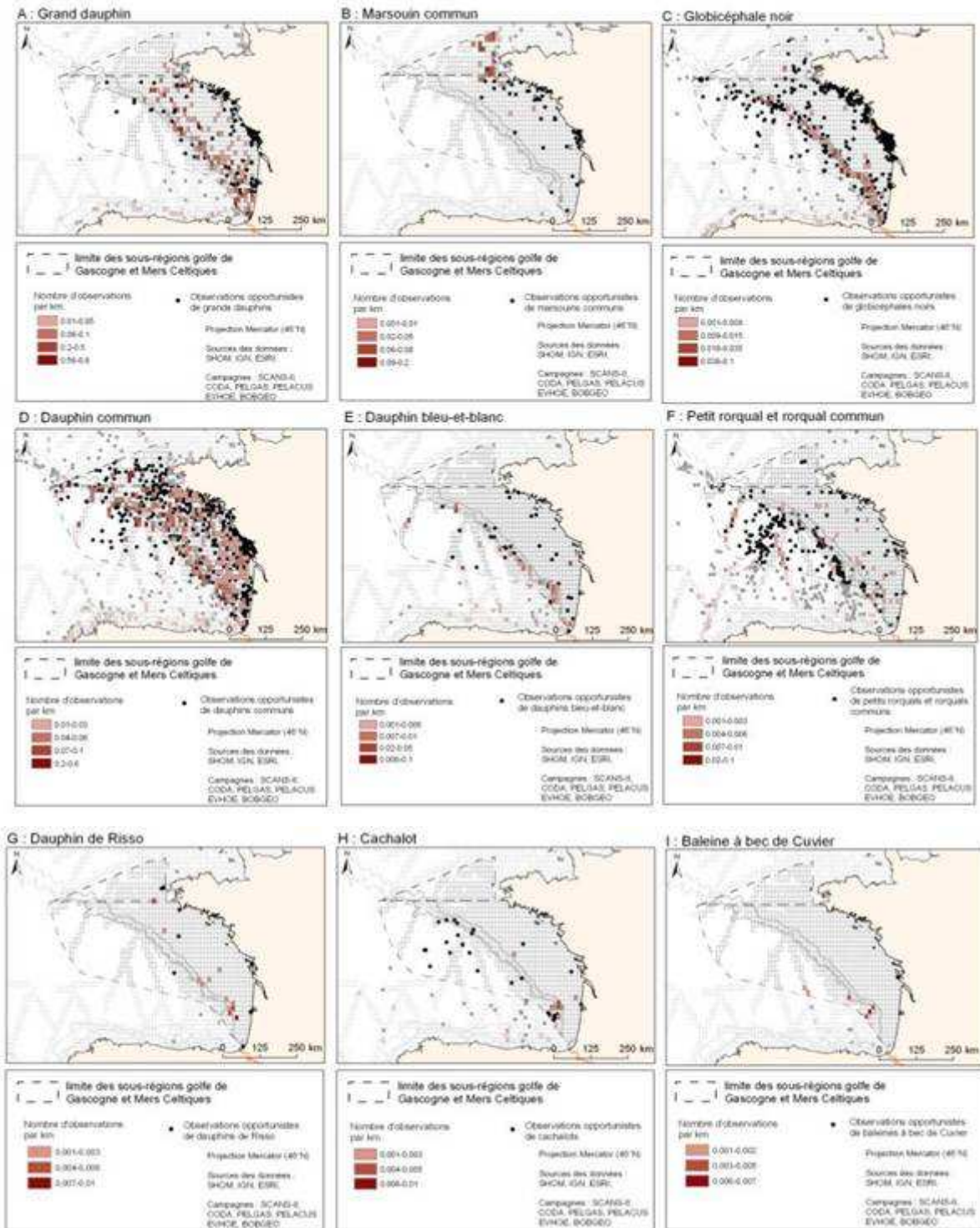


Figure 37 : Distribution des observations standardisées (2000-2012) et opportunistes (1980-2009) des espèces permanentes des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques.

Les distributions de chacune de ces espèces dépassent largement les limites de la sous-région 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 région Manche - mer du Nord.

Les données d'échouages expriment des différences de distribution générale des espèces dans la zone de référence. 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 échouage sur l'ensemble de la zone de référence. 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 du golfe 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. 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 la côte Atlantique, et des observations sont rapportées chaque année sur le talus et au-delà, en particulier au large d'Arcachon.

Les espèces de cétacés présentes dans les 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 2000 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 en mers Celtiques et dans le nord du 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 en mers Celtiques. Dans le 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 du marsouin ont été évalué comme inconnu 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 connaissance (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 plateforme 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 grands dauphins et de phoques gris. Concernant le grand dauphin, aucune hypothèse ne peut être avancée dans l'état actuel des connaissances. Les échouages de dauphins communs et dauphins bleus et blancs 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 de cette espèce.

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 (Figure 38). L'ensemble de ces données suggèrent une bonne ségrégation alimentaire entre les espèces sympatriques à la fois en secteur océanique et néritique. 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.

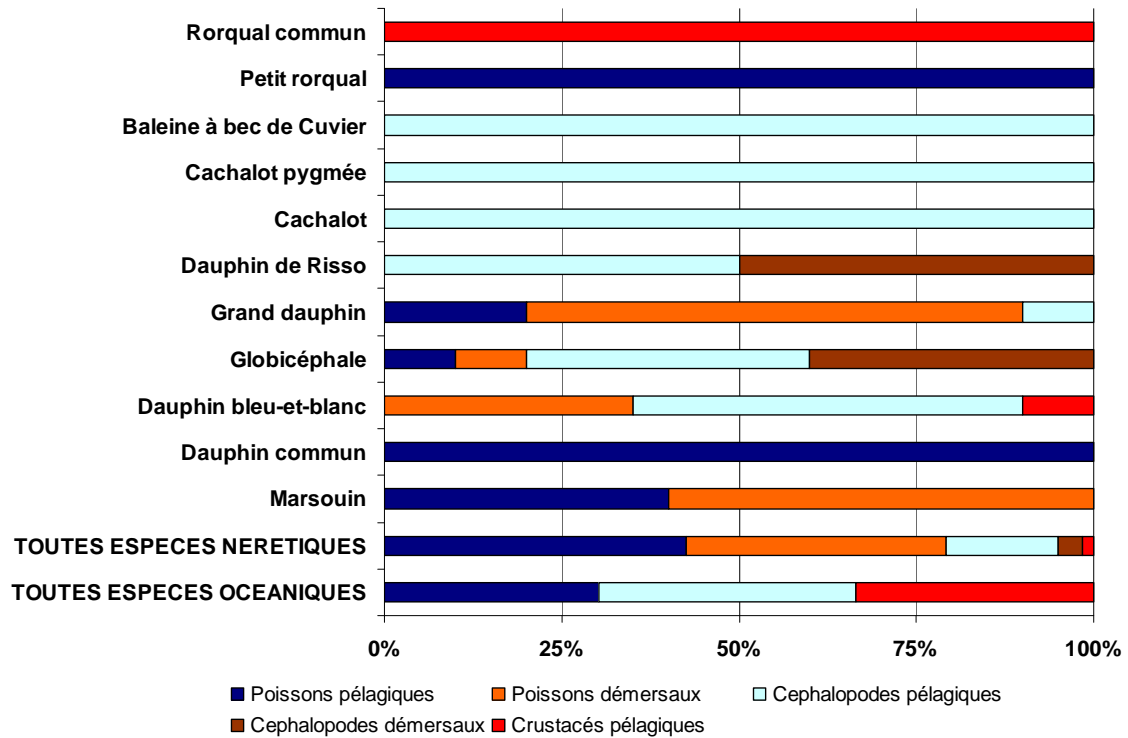


Figure 38 : Alimentation des mammifères marins des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques.

Les 12 espèces de cétacés et les 2 espèces de phoques dont la présence est jugée permanente au sein de la sous-région marine mers Celtiques 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 des mers Celtiques, 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 en France métropolitaine. Ces espèces, qui font partie des espèces les plus menacées (statut liste rouge UICN « vulnérable » à « en danger critique d'extinction » selon les espèces¹¹) sont protégées par plusieurs conventions et accords internationaux. Au plan communautaire, *Chelonia mydas* et *Caretta caretta* figurent en annexe II (désignation d'aires de protection spéciale) de la DHFF. Dans la sous-région marine mers Celtiques, aucune de ces deux espèces ne figurent 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 Politique Commune des Pêches 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 consiste 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'observation en mer, dont la plus ancienne date de 1911. Des synthèses annuelles sont transmises au ministère chargé de l'environnement et sont publiées régulièrement. Aucune donnée de capture accidentelle n'a été relevée par les programmes d'observation embarquée sur les navires de pêche (voir thématique « captures accidentelles » de l'analyse des pressions et impacts).

10.2. Espèces observées et distribution des observations

Six observations d'une seule espèce, la tortue luth *Dermochelys coriacea*, ont été recensées dans cette sous-région : 2 observations en 1980, une observation en 1993, 2 observations en 1996 et une observation en 1999. Il s'agit d'observations en mer. Parmi les données disponibles, un seul

¹¹ www.iucn.org

individu, une femelle, a pu être sexé et mesuré (160 cm). La Figure 39 présente la distribution géographique des observations.

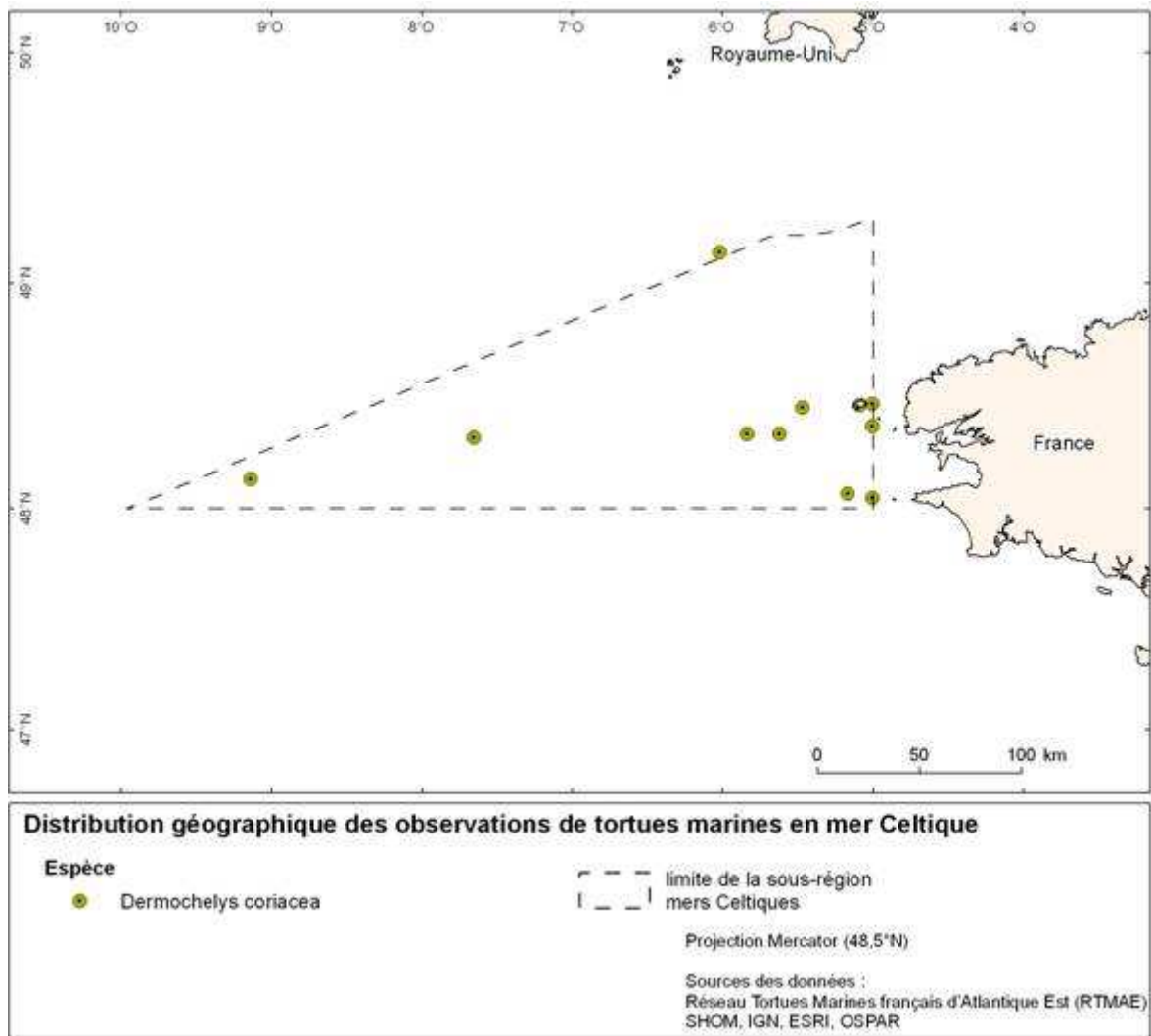


Figure 39 : Distribution géographique des tortues marines en mers Celtiques (source : RTMAE).

10.3. Mise en œuvre des textes européens et conventions des mers régionales

10.3.1. Directive Habitats Faune Flore (DHFF)

Les deux espèces : la Caouanne et la tortue verte, 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* (espèce 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 (espèce 1223) a été évalué comme « inconnus » dans le domaine atlantique pour cette espèce migratrice à répartition océanique. L'état de conservation de l'habitat, pour ce même domaine atlantique a été évalué « favorable » en raison de la présence de proies (méduses), et ce, malgré la pression de pollution par les macro-déchets qui impactent 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* (espèce 1224), le statut d'évaluation globale des états de conservation est « inconnu ». L'état de l'aire de répartition et celui 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* (espèce 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

Dermochelys coriacea figure sur la liste OSPAR des espèces menacées et / ou en déclin établie en 2003 pour la région III (mers Celtiques).

Conclusions

Les données disponibles sont très peu nombreuses et semblent indiquer que la sous-région est peu fréquentée par les espèces de tortues marines. 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 l'unique espèce observée, la tortue luth *Dermochelys coriacea*, apparaît faible et les données ne permettent pas d'évaluer des effectifs de population, ni de dégager une tendance, rendant son évaluation impossible par les experts de la révision du statut « liste rouge » 2009. Aucune zone de reproduction n'a été identifiée dans la sous-région marine.

Cette sous-région marine est peu fréquentée par les reptiles marins. Une unique espèce protégée (la tortue luth) par les textes communautaires et la convention d'OSPAR est signalée. La faiblesse des effectifs recensés ne permet pas de dégager de tendances, ni d'interférences, avec les activités maritimes. Aucune zone de reproduction n'a été identifiée dans la sous-région marine mers Celtiques.

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 dans la partie française des mers Celtiques le font sur l'île d'Ouessant et ses îlots annexes.

Les oiseaux marins se reproduisant le long des côtes françaises 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'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

Sept espèces d'oiseaux marins nichent régulièrement dans la sous-région, montrant des effectifs et des tendances contrastés.

Les deux espèces aux statuts de conservation les plus précaires (en danger critique CR, quasi-menacée NT) montrent de très faibles niveaux d'effectifs : l'océanite tempête *Hydrobates pelagicus* et le macareux moine *Fratercula arctica*. Cette dernière espèce connaît ici la limite méridionale absolue de son aire biogéographique, elle est en déclin et pourrait disparaître du site du fait des modifications des chaînes trophiques liées au réchauffement des eaux.

Les autres espèces font l'objet de préoccupations mineures :

- le fulmar boréal *Fulmarus glacialis*,
- le cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis*,
- les goélands : brun *Larus fuscus*, argenté *Larus argentatus*, marin *Larus marinus*.

Il convient de souligner que la population de goéland marin *Larus marinus* est en bonne part concentrée sur l'îlot de Keller, situé au nord de l'île d'Ouessant et constitue la plus grande colonie de l'espèce sur les côtes de France.

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 est susceptible 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 des mers Celtiques sont susceptibles d'héberger, à toutes saisons et pour une durée variable (du simple transit au stationnement de longue durée) des espèces d'oiseaux marins d'origines diverses, en particulier :

- oiseaux du nord de l'Europe migrant vers l'Atlantique ou séjournant dans la sous-région durant tout ou une partie de la période hivernale ;
- oiseaux nichant dans le sud de l'Europe ou en Macaronésie, migrant vers le nord entre deux saisons de reproduction ;
- individus non reproducteurs de ces diverses catégories, séjournant dans les eaux françaises en période de reproduction ;
- marginalement, en période de reproduction, quelques oiseaux nichant au sud-ouest de l'Angleterre s'alimentent peut-être dans les eaux françaises.

Les espèces concernées sont plus nombreuses que celles se reproduisant en France, mais l'état des connaissances est très partiel et ne fait ressortir que peu d'éléments remarquables.

11.2.2. Un état des connaissances insuffisant

Les cycles annuels de présence-abondance des différentes espèces sont connus au moins dans leurs grandes lignes. En revanche, la répartition des espèces au-delà des eaux côtières et les effectifs sont généralement peu connus.

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.

11.3. Points remarquables

L'unique cartographie actuellement disponible sur les observations d'oiseaux marins en mer identifiait les mers Celtiques comme limite nord-orientale de l'aire de répartition estivale du puffin cendré *Calonectris diomedea* et de la répartition hivernale du grand labbe *Stercorarius skua*, mettait en évidence la relativement large présence estivale de l'océanite tempête *Hydrobates pelagicus* et celle du goéland brun *Larus fuscus* vers le large. Il est possible que ces oiseaux tirent profit du contexte trophique lié au front thermique d'Ouessant, ce qui reste à confirmer par des études appropriées.

Les populations d'oiseaux marins font l'objet de suivis dotés de protocoles et bien coordonnés. 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.

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 sous-région marine, le phénomène est très peu connu et presque pas étudié.

Cette zone comporte une partie importante en pleine mer ; ces eaux du large ne comportent habituellement que très peu d'espèces introduites. Les zones côtières sont limitées à une seule île appartenant aux îles dites « du Ponant », l'île d'Ouessant, île relativement au large et très peu soumise aux pressions anthropiques (agriculture, industries, urbanisation côtière...). De ce fait il y a très peu d'espèces introduites en mers Celtiques et les espèces présentes impactent peu la biodiversité locale. Le principal fait à noter est la présence du wakamé, algue brune utilisée en culture sur filières à des fins alimentaires.

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.

En l'absence d'études publiées sur les espèces introduites de cette zone, cette liste donne quelques espèces potentiellement présentes, 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 notable.

3 = 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 (2011). Sont listées quelques espèces introduites ou cryptogènes supposées présentes dans la zone concernée par ce rapport, car présentes à la fois en Bretagne Nord et en Bretagne Sud.

- Algues vertes : 1. *Codium fragile* (Suringar) Hariot, 1889 (codium fragile).
- Algues brunes : 3. *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. *Grateloupia doryphora* (Montagne) M. A. Howe, 1914 (grateloupie porte-lance) ; 3. *Grateloupia turuturu* Yamada, 1941 ; 3. *Caulacanthus ustulatus* (Mertens ex Turner) Kützinger 1843 ; 3. *Solieria chordalis* (C. Agardh) J. Agardh, 1842.
- Plantes « supérieures » : 1. *Spartina spp* (espèces introduites) (spartines introduites).
- Eponges : 3. *Celtodoryx ciocalyptoides* (Burton, 1935) (syn. *C. girardae*) (éponge chinoise).
- Mollusques : 1. *Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758) (crépidule américaine) ; 1. *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (huître creuse) ; 3. *Ruditapes philippinarum*

- (Adams et Reeve, 1850) (palourde des Philippines) ; 1. *Teredo navalis* Linnaeus, 1758 (taret).
- Crustacés : 3. *Mytilicola intestinalis* Steuer, 1902 ; 3. *Austrominius modestus* (Darwin, 1854) (balane de Nouvelle-Zélande).
 - Tuniciers : 1. *Styela clava* (Herdman, 1881) (ascidie japonaise).

12.2. Commentaires pour quelques espèces

Le wakamé (*Undaria pinnatifida*) est une grande algue brune (1 à 2 m) originaire du Pacifique Nord-Ouest (Chine, Japon), qui a été introduite dans les années 1970 en divers endroits du monde. Elle est considérée comme l'une des cent pires espèces introduites en Europe. En France, elle a été introduite accidentellement avec des huîtres dans l'étang de Thau vers 1981, première introduction en Europe. En 1983, l'Ifremer et le Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA) ont effectué des transplantations volontaires en Bretagne pour des expérimentations sur certaines îles du Ponant (Groix, Sein et d'Ouessant) ainsi que dans la région de St Malo et l'estuaire de la Rance. En Charente-Maritime, des cultures sur filières ont également été testées à l'île d'Oléron. Cette algue annuelle se rencontre en milieu rocheux et sur des substrats artificiels (digues, jetées, coques des bateaux) dans la zone des laminaires (0 à 15 m de profondeur) en eaux fraîches et en mode relativement calme. La reproduction en milieu naturel a été observée à partir de 1987 en Bretagne. De jeunes algues ont également été observées dans divers sites, en particulier à Brest, Granville et Calais. L'introduction sur les côtes de France de cette espèce est clairement liée à l'aquaculture ; un transport par les bateaux est possible dans le cas des signalements dans les ports ou leur voisinage. En raison de sa grande tolérance aux niveaux de température, salinité et pollutions organiques, et de sa capacité à s'installer en milieu perturbé, la distribution de cette algue sur les côtes de France risque encore de s'étendre dans les années à venir.

La sargasse japonaise (*Sargassum muticum*) est une grande algue pérennante (1 à 2 m de long) formant souvent des grosses touffes brun-jaunâtre. Les rameaux fins portent de nombreux petits flotteurs latéraux pédonculés qui se détachent facilement. Elle est très commune dans les cuvettes médiolittorales, et surtout dans l'infra-littoral en mode abrité sur des petits blocs sur sable. Elle est très souvent rejetée en laisse de mer. Espèce originaire du Japon et introduite en de nombreux endroits, la sargasse japonaise est présente en Europe de la Baltique et des îles britanniques à l'Espagne et à la Méditerranée occidentale. En France, elle a été introduite accidentellement en 1975 avec des huîtres du Pacifique.

Originaire de l'Atlantique américain, la crépidule (*Crepidula fornicata*) est localement abondante sur les côtes françaises de la Manche et 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", en Bretagne en particulier (par ex. en Baie de St Brieuc).

Comestible apprécié, l'huître creuse japonaise ou huître portugaise (*Crassostrea gigas*) 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.

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 Normandie en même temps que les troupes alliées en juin 1944. Dans les décennies qui ont suivi, elle s'est répandue le long des côtes européennes. C'est une espèce à croissance rapide qui tolère bien les eaux turbides à salinité variable. Elle peut se reproduire plusieurs fois chaque année.

Conclusion

Les lacunes dans les connaissances sont importantes selon les groupes systématiques et les lieux. Relativement peu de prospections orientées sur les espèces introduites marines ont été effectuées en mers Celtiques.

Une centaine d'espèces introduites ont été recensées au sein de la sous-région marine, ce qui constitue un nombre relativement élevé. Les lacunes dans les connaissances sont variables selon les groupes systématiques et les lieux.

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 : Rose de vent annuelle, en mer, par 48,3°N et 6°W..... | 8 |
| Figure 2 : Localisation de la rose de vent au sein de la sous-région marine mers Celtiques..... | 9 |
| Figure 3 : Courants saisonniers en surface dans le golfe de Gascogne et les mers Celtiques..... | 11 |
| Figure 4 : Marnage en mers Celtiques (issu de modèle SHOM)..... | 12 |
| Figure 5 : Moyenne, percentile 90 et 99 des hauteurs significatives et des agitations significatives. | 15 |
| Figure 6 : Bathymétrie de la sous-région marine mers Celtiques. | 18 |
| Figure 7 : Principales directions du transit sédimentaire, et localisation des principales structures (bancs et dunes) des mers Celtiques. | 20 |
| Figure 8 : Carte de nature des fonds basée sur les cartes publiées de 1970 à 2010..... | 22 |
| Figure 9 : Température saisonnière à 5 m de profondeur (source climatologie mensuelle Manche - golfe de Gascogne BOBYCLIM_V2.3). | 25 |
| Figure 10 : Température saisonnière à proximité du fond (source climatologie mensuelle Manche - golfe de Gascogne BOBYCLIM_V2.3). | 26 |
| Figure 11 : Climatologies de la turbidité moyenne pour les mois de janvier et août. | 29 |
| Figure 12 : pH dans les mers Celtiques pour 2006, 2007 et 2008. A) Trajets des navires avec les points aux lieux de mesures CTD, B) pH de l'eau de mer de surface, C) pH en profondeur dans la section montrée en rouge sur les cartes (A). | 32 |
| Figure 13 : Répartition spatiale de l'ensemble des données d'oxygène intégrées sur la verticale pour la sous-région marine mers Celtiques. | 34 |
| Figure 14 : Distribution spatiale de l'ensemble des stations des données de nitrate pour la sous-région marine mers Celtiques. | 37 |
| Figure 15 : 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..... | 39 |
| Figure 16 : Variation saisonnière de la concentration en chlorophylle-a (moyennes bimensuelles). | 42 |
| Figure 17 : Percentile 90 de la distribution de la Chlorophylle-a lors de la période productive, de mars à octobre (2003-2009). Six points, pour lesquels les cycles annuels de la chlorophylle et des matières en suspension. | 43 |
| Figure 18 : Schéma représentant l'étagement marin. | 48 |
| Figure 19 : Habitats physiques des fonds marins dans la typologie EUNIS..... | 52 |
| Figure 20 : Distribution spatio-temporelle des paysages hydrologiques identifiés..... | 57 |
| Figure 21 : Distribution spatiale des paysages hydrologiques identifiés par l'AFM. | 58 |

| | |
|---|-----|
| Figure 22 : Evaluation de l'indice d'abondance (fréquence des blooms) sur la période 2005-2010, avec les critères DCE..... | 62 |
| Figure 23 : Chlorophylle ($\mu\text{g.L}^{-1}$) - moyenne annuelle du modèle ECO-MARS3D (à gauche) et du satellite MODIS (à droite) en 2003..... | 64 |
| Figure 24 : Distribution spatiale de l'ensemble des prélèvements recensés depuis 1971 (sources : CNRS, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, La Rochelle), parc naturel marin d'Iroise).... | 67 |
| Figure 25 : Types d'études réalisées (source des données zooplancton : CNRS, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, La Rochelle, parc naturel marin d'Iroise)..... | 68 |
| Figure 26 : Répartition des prélèvements par décennies (source des données zooplancton : CNRS, ILE, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, parc naturel marin d'Iroise). | 68 |
| Figure 27 : Situation de l'étage médiolittoral sur les côtes marines. | 70 |
| Figure 28 : Champs de blocs d'Ouessant. | 76 |
| Figure 29 : Carte des fonds rocheux de la sous-région marine mers Celtiques..... | 81 |
| Figure 30 : Composition et densité des algues structurant l'habitat de l'infralittoral de la sous-région marine mers Celtiques. | 82 |
| Figure 31 : Source des données, domaine bathyal-abyssal, sous-région marine mers Celtiques. | 92 |
| Figure 32 : Distribution des espèces de coraux et d'éponges de substrats meubles (bases de données et imagerie), sous-région marine mers Celtiques..... | 93 |
| Figure 33 : Distribution des espèces marines vulnérables sur substrat dur (bases de données et imagerie), sous-zone mers Celtiques. a) <i>Lophelia pertusa</i> , b) <i>Madrepora oculata</i> , c) exemple de gorgones (probablement <i>Lepidisis sp.</i>) ; d) exemple d'antipathaires (espèce indéterminée). | 95 |
| Figure 34 : Proportion des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région marine mers Celtiques au cours de la période 1952-2009 (données CICTA). | 106 |
| Figure 35 : Evolution des captures des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région marine mers Celtiques de 1952 à 2009 (données CICTA)..... | 106 |
| Figure 36 : Distribution des captures de germon (bleu foncé), d'espadon (orange) et de bonite à dos rayé (gris) dans la sous-région marine mers Celtiques entre 1952 et 2009 (données CICTA). | 108 |
| Figure 37 : Distribution des observations standardisées (2000-2012) et opportunistes (1980-2009) des espèces permanentes des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques. | 111 |
| Figure 38 : Alimentation des mammifères marins des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers Celtiques..... | 115 |
| Figure 39 : Distribution géographique des tortues marines en mers Celtiques (source : RTMAE).117 | |

Tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau 1 : Noms des contributeurs et organismes d'appartenance pour chacune des thématiques traitées. | 5 |
| Tableau 2 : Equivalences terminologiques entre les classifications EUNIS et les cahiers d'habitats en France. | 49 |
| Tableau 3 : Exemples de distribution géographique des principales populations exploitées sur le plateau des mers Celtiques. | 100 |
| Tableau 4 : Distribution géographique des principales populations de la pente continentale moyenne de la sous-région marine mers Celtiques ciblées par les pêcheries. | 103 |