

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

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**

Version décembre 2012

1	Sommaire	
2		
3	PARTIE 1 - ETAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE	
4		
5	I. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES	
6		
7	1. CLIMATOLOGIE MARINE	8
8	2. COURANTOLOGIE.....	10
9	3. EXPOSITION AUX VAGUES	14
10	4. BATHYMETRIE DES FONDS MARINS.....	17
11	5. NATURE DES FONDS MARINS	19
12	6. REGIME DE LA TEMPERATURE ET DE LA SALINITE.....	24
13	7. TURBIDITE.....	28
14		
15	II. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES	
16		
17	1. ACIDIFICATION DU MILIEU MARIN	30
18	2. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE L'OXYGENE.....	33
19	3. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DES NUTRIMENTS.....	36
20	4. REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE LA CHLOROPHYLLE	41
21	5. SUBSTANCES CHIMIQUES PROBLEMATIQUES.....	45
22		
23	PARTIE 2 - ETAT BIOLOGIQUE	
24		
25	I. DESCRIPTIONS DES DIFFERENTS BIOTOPES	
26		
27	1. DISTRIBUTION DES BIOTOPES PRINCIPAUX DES FONDS MARINS.....	50
28	2. DISTRIBUTION DES BIOTOPES PRINCIPAUX DE LA COLONNE D'EAU.....	55
29		
30	II. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES ET BIOCENOSSES	
31		
32	1. COMMUNAUTES DU PHYTOPLANCTON	60
33	2. COMMUNAUTES DU ZOOPLANCTON.....	66

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

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

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

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

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

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

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

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

29

30

31

32

33

34

35

36

1

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 bathyal 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)

2

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

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

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

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

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

PARTIE 1

11

12

13

ETAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE

14

15

16

17

18

1 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.

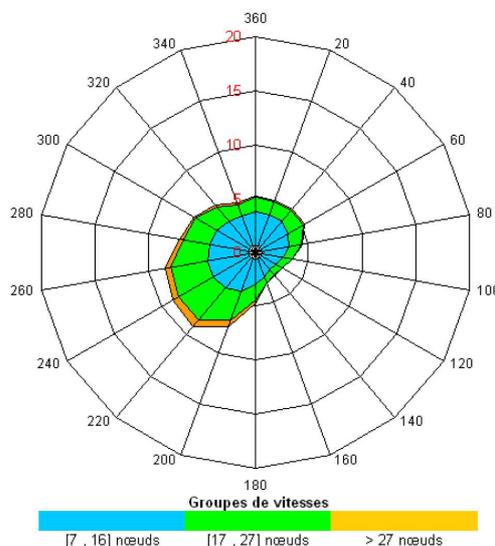
La thématique des débits fluviaux n'est pas traitée pour cette sous-région marine du fait de l'absence de cours d'eau principaux sur l'île d'Ouessant.

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).



27
28

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

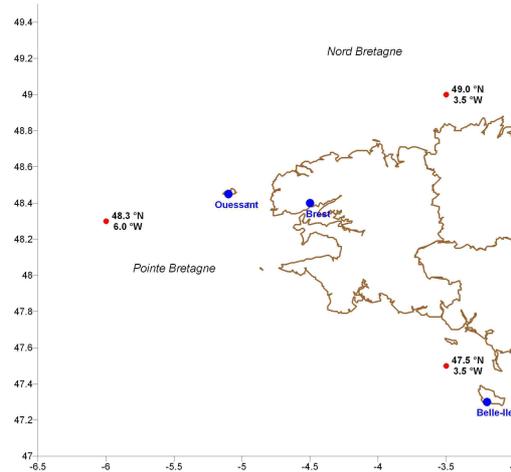


Figure 2 : Localisation de la rose de vent au sein de la sous-région marine mers celtiques.

1
2

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

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

9 Conclusion

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

13

14 Les nombreux enregistrements des stations météorologiques côtières permettent de décrire les
15 caractéristiques des vents tout au long de l'année, avec parfois des séries de données historiques.
16 La localisation des masses d'air (anticyclones ou dépressions), ainsi que le relief et l'orientation
17 des côtes, sont les principaux facteurs déterminant les directions et forces dominantes des vents
18 de la sous-région marine : sud-ouest / nord-est. L'influence de la présence des terres diminue en
19 allant vers l'Atlantique où l'on rencontre les vents moyens les plus forts et les hauteurs moyennes
20 des vagues les plus hautes.

21

22

1 **2. Courantologie**

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

7 **2.1. Les principaux processus physiques : origine des courants en mers celtiques**

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

16 **2.2. La circulation générale et la variabilité haute fréquence et saisonnière**

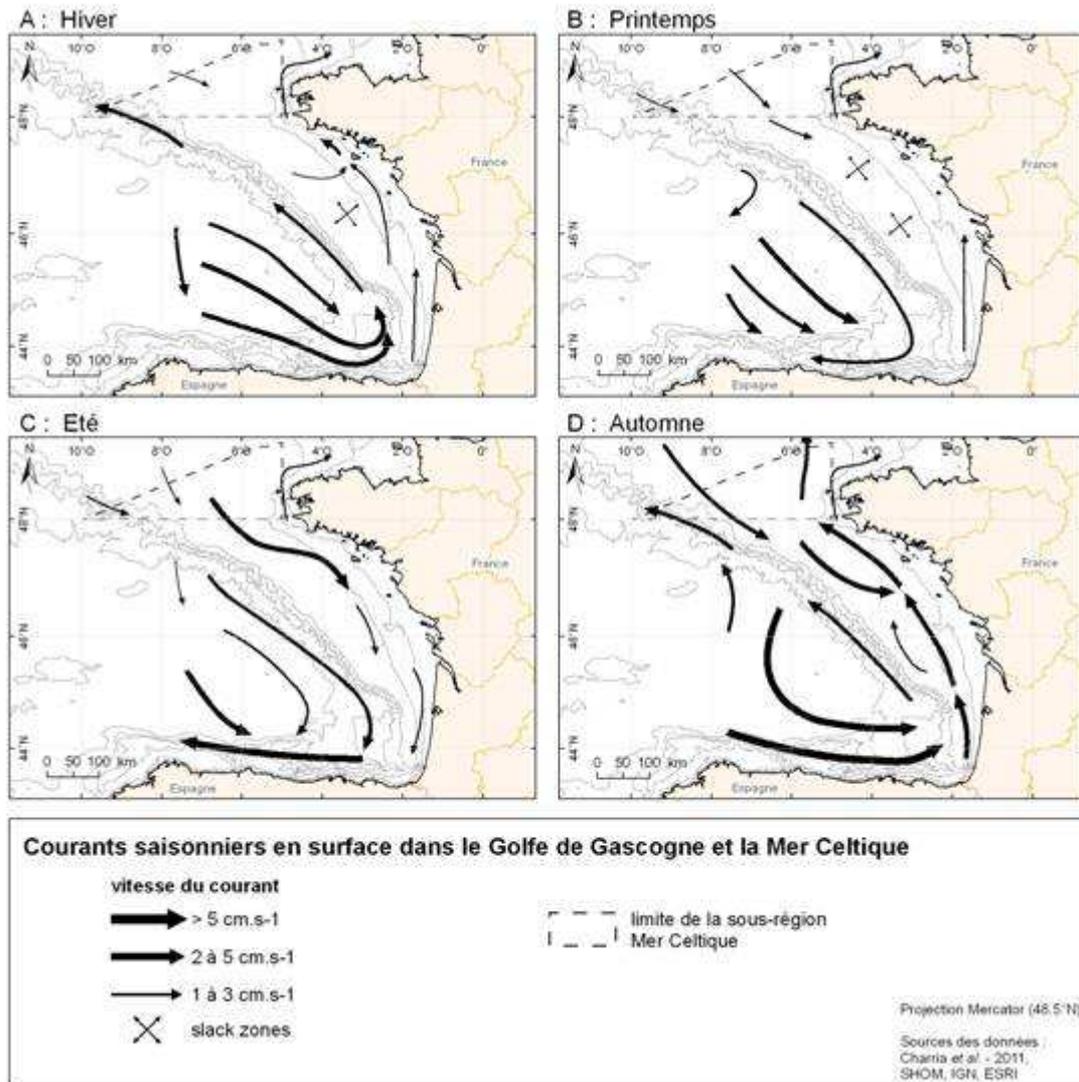
17 **2.2.1. Circulation générale et variabilité saisonnière**

18 Le long du talus, le courant est dirigé en moyenne vers le nord-ouest et sa vitesse est d'environ 5
 19 cm/s. Ce courant fluctue selon les saisons (Figure 3). Il est maximum en automne et peut
 20 s'inverser du printemps à l'été. On estime le débit moyen au dessus du talus vers le nord-ouest à
 21 5 millions de m³/s.

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

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

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



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

5 2.2.2. Ondes internes et solitons

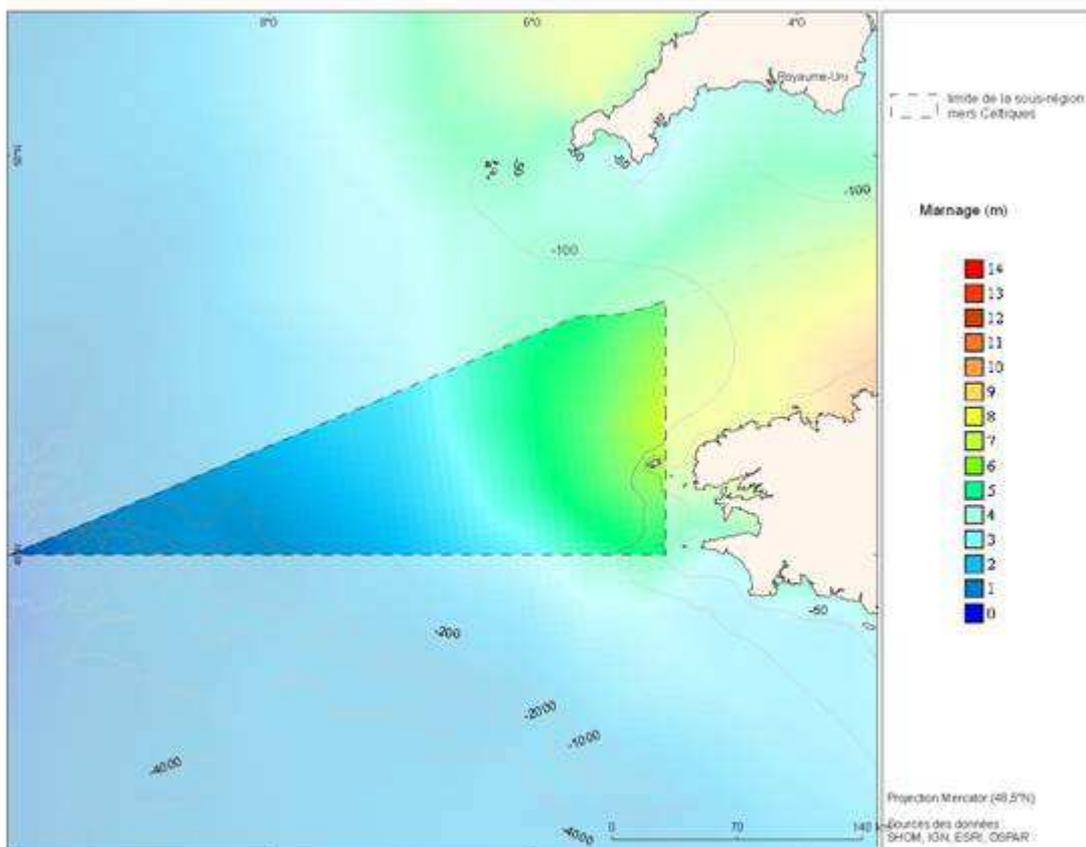
6 Du printemps à l'automne, la couche de surface est plus chaude que les eaux sous jacentes.
 7 L'épaisseur de la couche de surface varie de 20 à 50 m. Quand l'onde de marée, générée au large
 8 rencontre le talus continental, les courants de marée sont amplifiés et une composante verticale
 9 importante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

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

4 2.3. Les courants de marée

5 2.3.1. Onde de marée et marnage

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



9
 10 Figure 4 : Marnage en mers celtiques (issu de modèle SHOM).

11 2.3.2. Etat des connaissances et amplitude des courants de marée

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

16 Concernant les courants de marée, des publications anciennes regroupent les connaissances
 17 accumulées au fil des années et recueillies souvent auprès des navigateurs. Ces informations sont
 18 surtout qualitatives, mais restent néanmoins précieuses.

19 Les moyens de calcul actuels permettent une modélisation fine des courants en 2D et 3D à
 20 condition de disposer de suffisamment de connaissance de la bathymétrie, de la marée pour

1 imposer des conditions aux limites et des mesures de courants pour valider les modèles. Les
 2 modèles de circulation côtière requièrent une bonne connaissance des processus moyenne échelle
 3 et de leur impact sur les phénomènes de mélange. Il reste encore beaucoup de questionnement
 4 sur le rôle de la marée interne et son impact sur les processus physiques et biologiques.

5 Les mesures in-situ de courant restent indispensables pour les études courantologiques de la
 6 circulation moyenne ou des courants de marée, elles constituent un moyen de vérification et de
 7 validation des modèles numériques. Elles permettent surtout une évaluation des différentes
 8 composantes du courant et de leur variabilité temporelle ou spatiale (dans les trois dimensions).

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

19 2.3.3. Variabilité temporelle des courants de marée

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

24
 25 Sous-région marine soumise à de forts courants de marée et à des marnages importants, la
 26 courantologie en mers celtiques est bien établie. Les mesures *in situ* par les courantographes
 27 rendent pertinentes les données issues des modèles hydrodynamiques qui offrent une résolution
 28 spatiale et temporelle de grande finesse. Toutefois des compléments sur la structure
 29 tridimensionnelle des courants en mers celtiques, ainsi que sur la variabilité inter-annuelle et le
 30 rôle de la circulation à grande échelle, restent encore à acquérir, voire à explorer.

31
 32
 33
 34
 35
 36

1 **3. Exposition aux vagues**

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

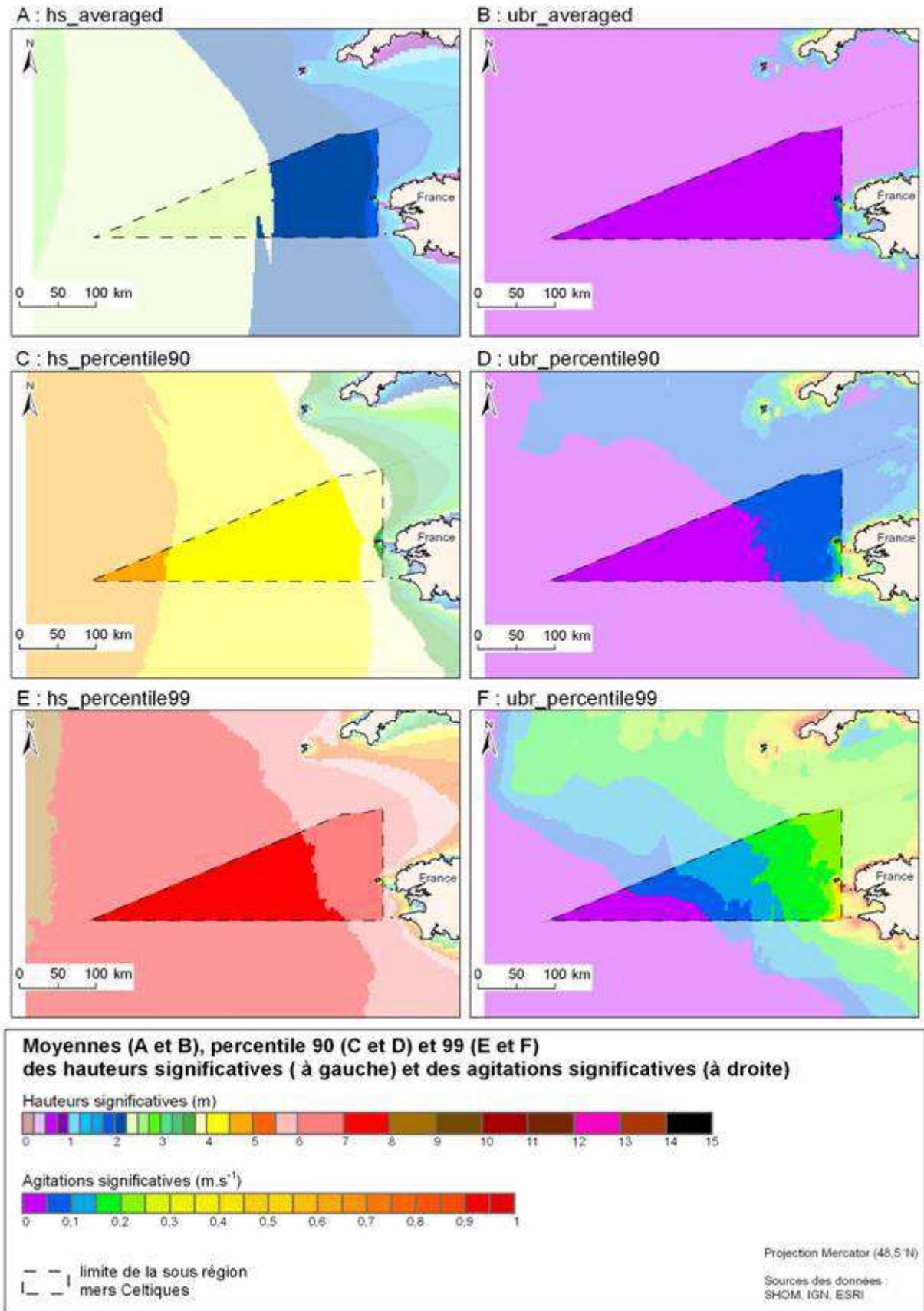
11 **3.1. Source des données utilisées**

12 Afin de trouver un compromis entre la représentativité des paramètres et leur variabilité inter-
13 annuelle, il a été choisi d'illustrer la variabilité spatiale et l'ordre de grandeur des hauteurs et
14 agitations sur le fond par les résultats des modèles numériques d'état de mer développés au
15 SHOM puis à l'Ifremer. Le forçage de ces modèles utilise les analyses de vent de surface. Enfin,
16 les courants et niveaux d'eau issus de modèles MARS2D ont été utilisés. Leur résolution est
17 assez grossière en Manche (4 km) et adaptée à la mer d'Iroise (300 m).

18 **3.2. Moyenne et percentiles 90 et 99**

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

22 Les vitesses d'agitation près du fond sont à contrario, fortement influencées par la profondeur et
23 augmentent fortement depuis le rebord du talus continental jusqu'à la côte. Il convient de rappeler
24 que la résolution horizontale du modèle utilisé ici (3,5 km) est insuffisante pour étudier la frange
25 littorale où les vitesses d'agitations sont largement sous-estimées. On peut noter que le percentile
26 99 dépasse les 15 cm/s pour les profondeurs inférieures à 120 m.



1
2

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

1 **3.3. Analyse des houles et des hauteurs d'eau**

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

9

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

14 Historiquement mesurées par des houlographes, les hauteurs de vagues ainsi que l'agitation près
15 du fond sont de plus en plus modélisées numériquement, avec localement une résolution assez
16 fine.

17

18

19

20

21

1 **4. Bathymétrie des fonds marins**

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

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

13 **4.1. Couverture des données disponibles**

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

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

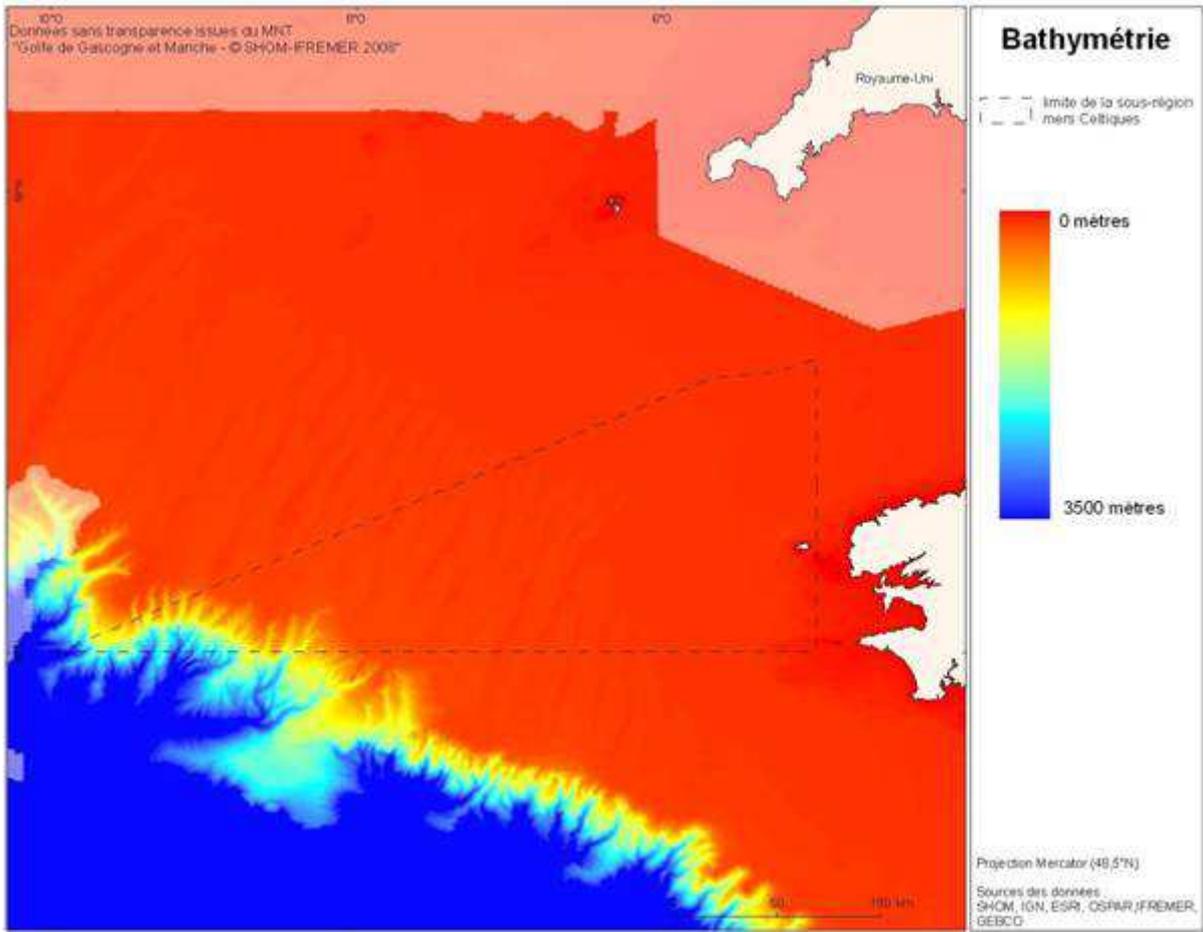
24 **4.2. Particularités morphologiques et dynamiques**

25 **4.2.1. Particularités morphologiques**

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

32

33



1
2 Figure 6 : Bathymétrie de la sous-région marine mers celtiques.

3 4.2.2. Particularités dynamiques

4 A l'échelle de la sous-région marine, la dynamique des fonds marins est a priori limitée, en
5 particulier sur la zone de plateau continental dont la pente est faible. Mais à l'ouest, de nombreux
6 canyons entaillant le talus sont le lieu de transits de matières sédimentaires pouvant y être
7 stockées momentanément, mais qui finissent tôt ou tard par contribuer au remplissage de la
8 plaine abyssale.

9

10 Cette sous-région marine mers celtiques, de taille relativement modeste, est caractérisée par la
11 présence de trois ensembles : un large plateau continental, un talus entaillé de canyons et le début
12 d'une plaine abyssale. Il reste de nombreuses données à acquérir au sondeur multifaisceaux, de
13 qualité supérieure aux autres moyens de prospection, pour couvrir la totalité de la zone. Ce suivi
14 est indispensable à la connaissance de la dynamique sédimentaire (mouvements de dunes, bancs
15 de sable, évolution du trait de côte) à l'échelle pertinente.

16
17
18

1 **5. Nature des fonds marins**

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

5 **5.1. Généralités sur la sédimentologie de la sous-région marine mers celtiques**

6 **5.1.1. Généralités**

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

14 **5.1.2. Facteurs de contrôle de la sédimentation dans la sous-région marine mers celtiques**

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

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

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

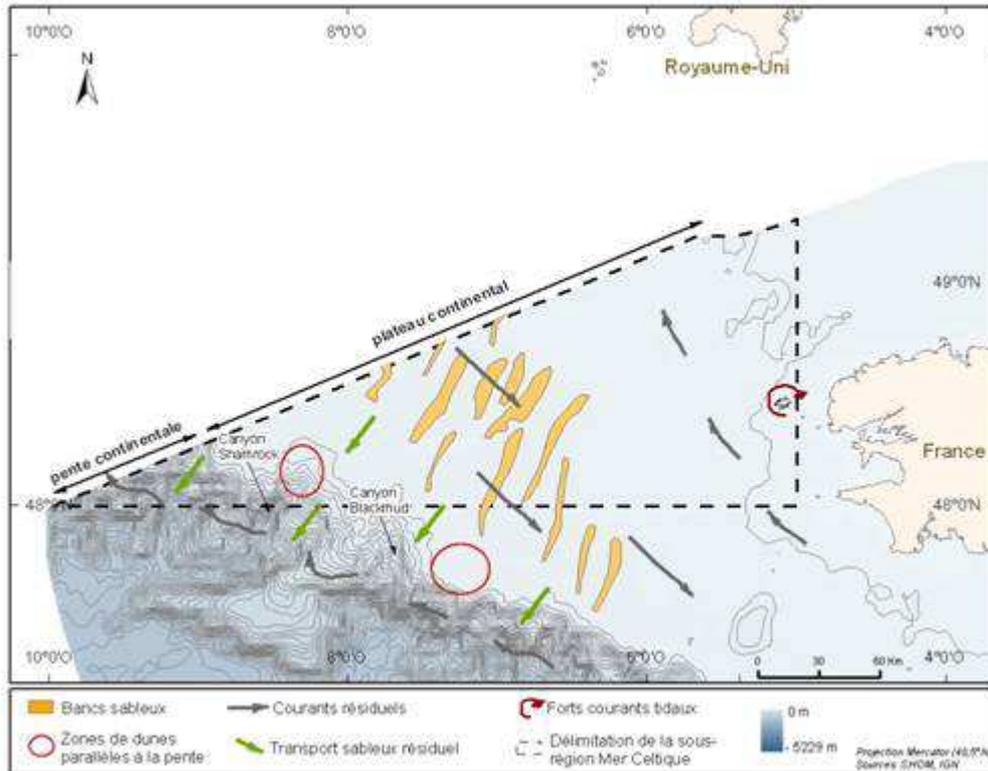


Figure 7 : Principales directions du transit sédimentaire, et localisation des principales structures (bancs et dunes) des mers celtiques.

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.

1 **5.2. Evaluation de la connaissance**

2 5.2.1. Données anciennes

3 5.2.1.1. Types de données et méthodes d'acquisition

4 Durant plus d'un siècle, le Service Hydrographique a utilisé la technique du plomb suiffé
5 (description visuelle des sédiments collés sous la semelle d'un plomb de sonde enduit de suif)
6 pour avoir une information sur les constituants des fonds marins. A cette distance des côtes ces
7 données sont peu nombreuses et leur localisation est imprécise.

8 5.2.1.2. Données disponibles et qualité de la connaissance

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

11 5.2.2. Données récentes

12 5.2.2.1. Types de données et méthodes d'acquisition

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

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

25 5.2.2.2. Données disponibles et qualité de la connaissance

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

31 **5.3. Cartes de la nature des fonds**

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

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

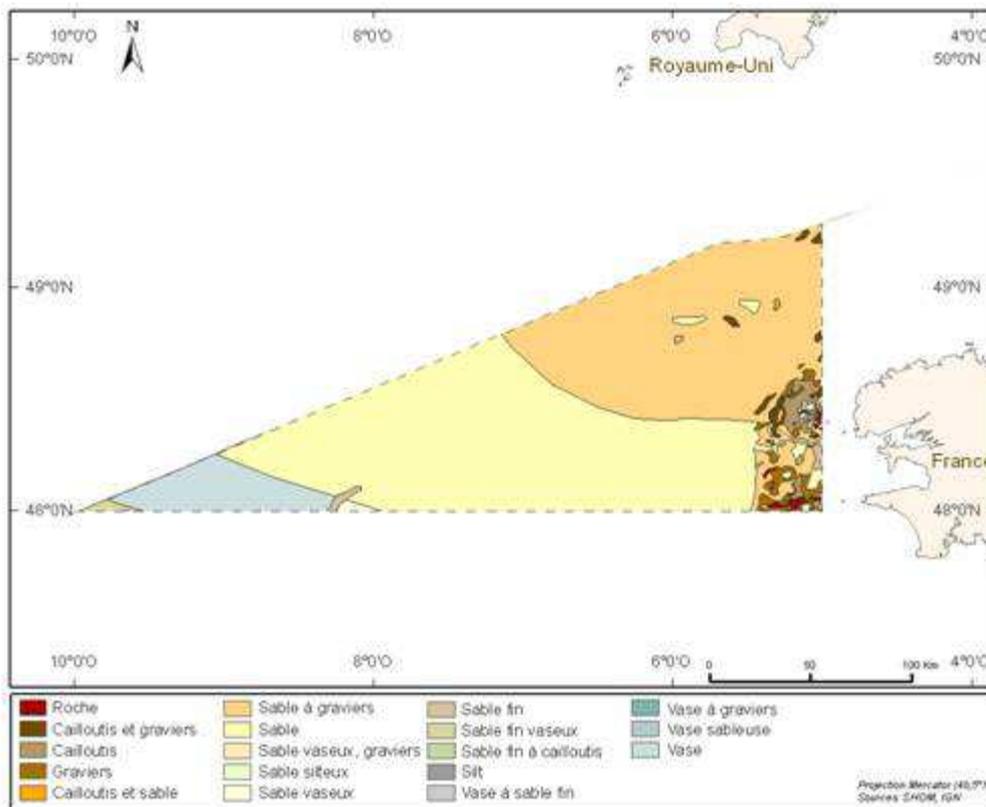


Figure 8 : Carte de nature des fonds basée sur les cartes publiées de 1970 à 2010.

19
20

21 Synthèse sur les sédiments et leurs mouvements

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

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

4

5 La répartition des sédiments dans la sous-région marine mers celtiques est bien documentée à
6 l'échelle de cette sous-région marine. L'analyse historique des données indique des mouvements
7 et transits sédimentaires importants. Les techniques modernes (sonar latéral, sondeur
8 multifaisceaux) doivent permettre d'améliorer la résolution spatiale et temporelle des suivis
9 nécessaires aux autres thématiques dans le cadre d'une approche écosystémique.

10

11

12

13

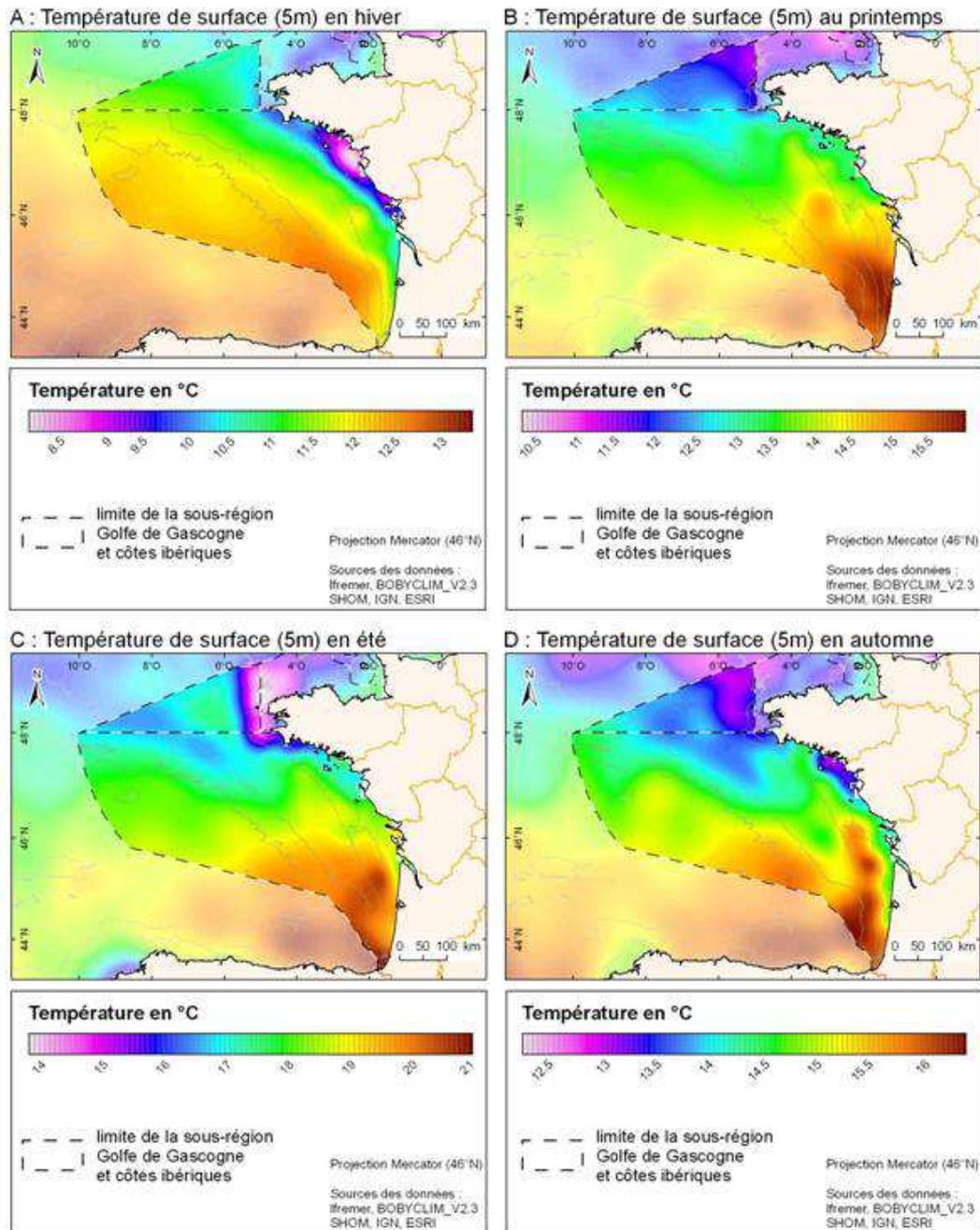
1 **6. Régime de la température et de la salinité**

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

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

7 **6.1. Bourrelet froid**

8 Le bourrelet froid est une structure thermique en forme de dôme, située sous la thermocline
9 saisonnière. Sa température est inférieure à 12°C et se répartie sur deux zones : de la « Grande
10 Vasière », zone en Bretagne Sud s'étendant le long de l'isobathe 100 m du front de Penmarc'h
11 jusqu'à 46°N et à l'ouest du front d'Ouessant (Figure 9, Figure 10).



1
2
3

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

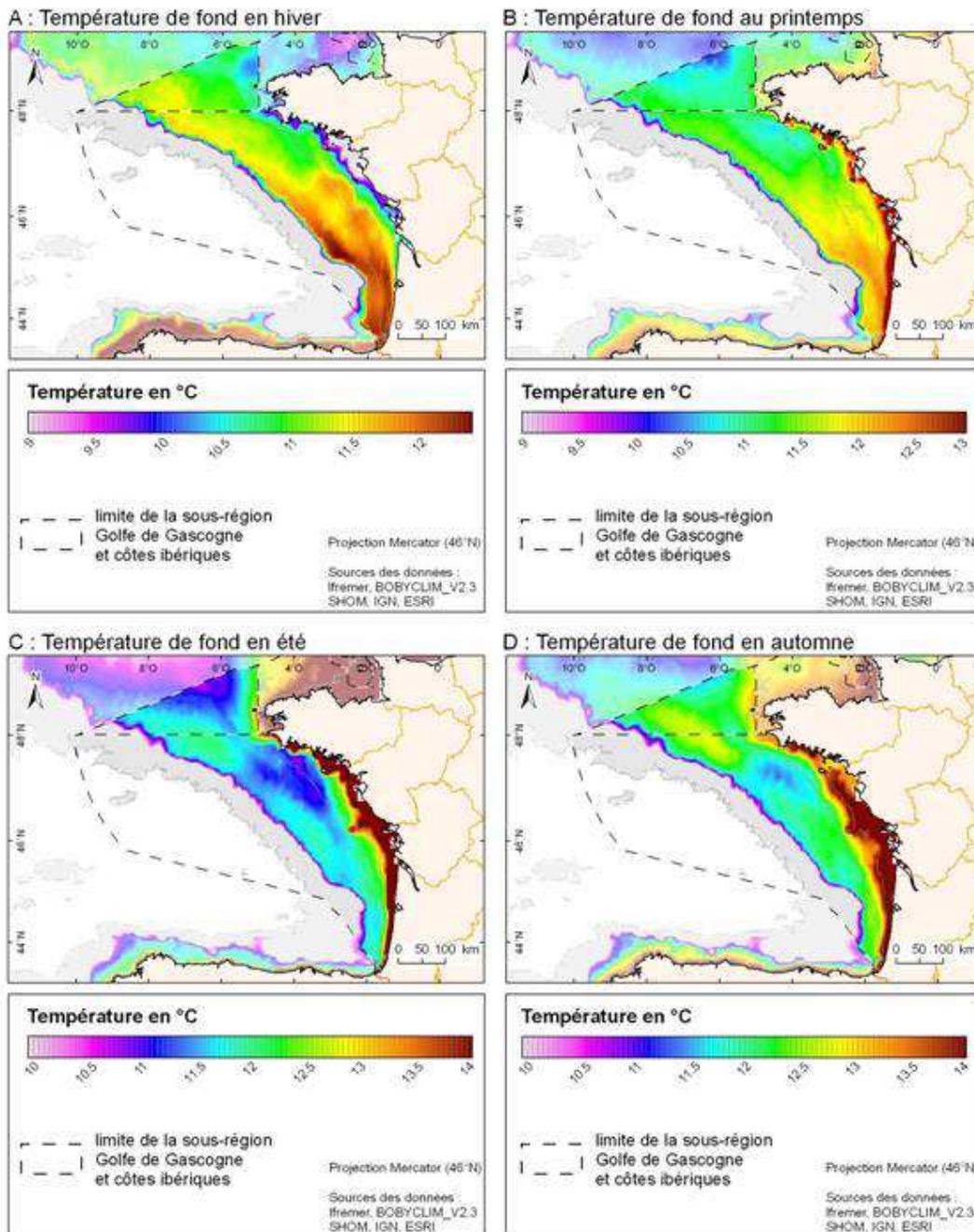


Figure 10 : Température saisonnière à proximité du fond (source climatologie mensuelle Manche - golfe de Gascogne BOBYCLIM_V2.3).

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

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

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

9

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

15

16

17

1 7. Turbidité

2 7.1. Généralités

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

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

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

26 7.2. Turbidité en mers celtiques

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

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

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

36

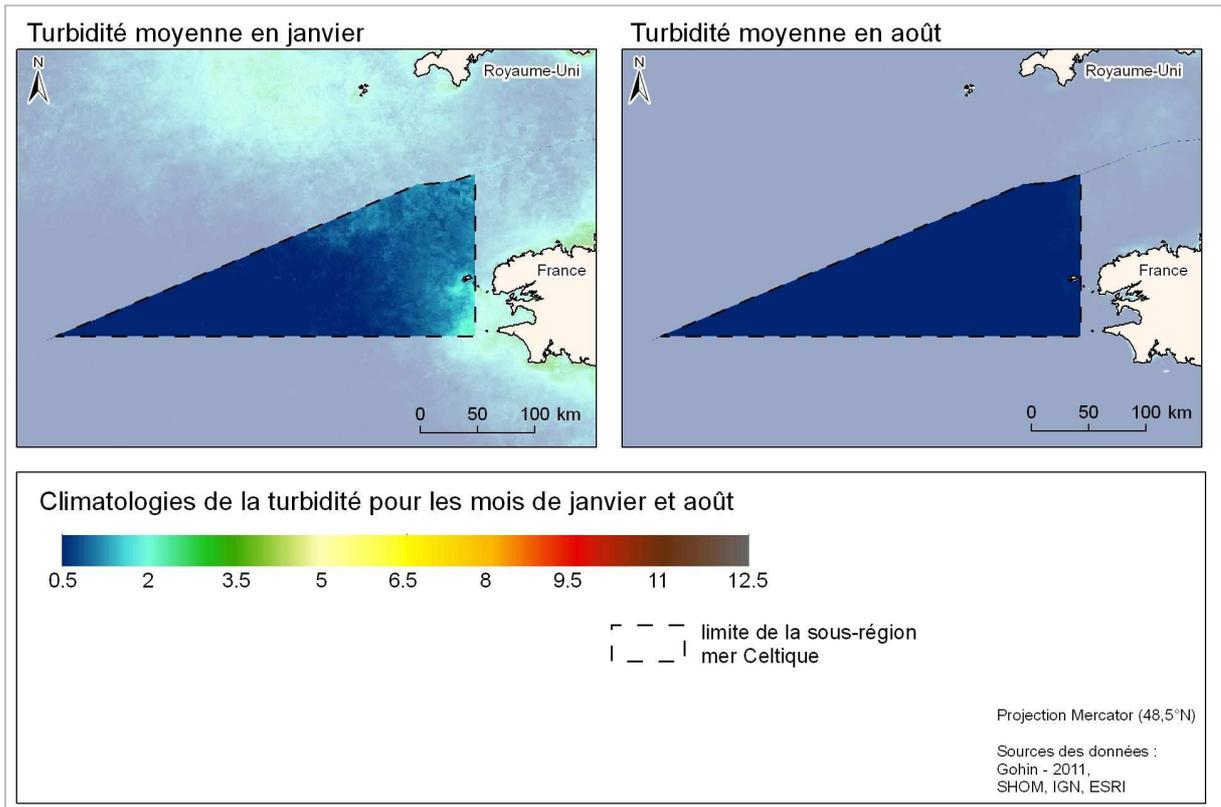


Figure 11 : Climatologies de la turbidité moyenne pour les mois de janvier et août.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

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.

1 II- CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

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

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

18 1. Acidification du milieu marin

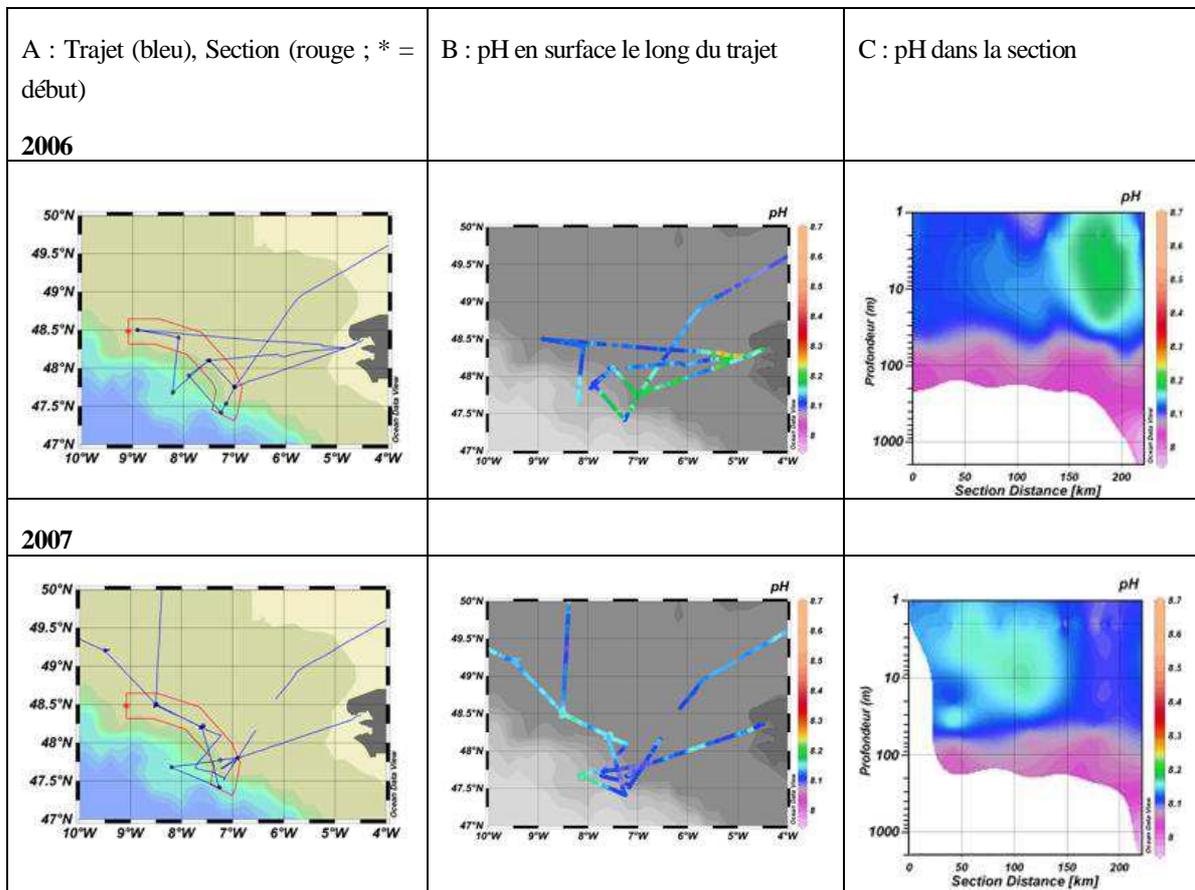
19 L'acidité des eaux marines, comme des eaux douces, est mesurée par la valeur du pH. Dans un
20 milieu tamponné comme la mer ses variations traduisent une altération de la stabilité de sa valeur
21 en relation avec le cycle du carbone. Un abaissement, même minime de sa valeur, peut être
22 dommageable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

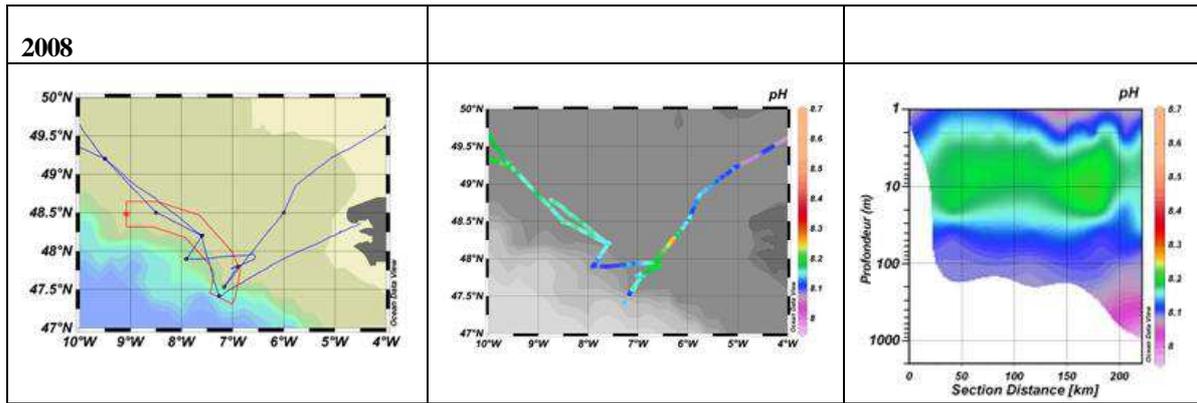
24 Des quantités de plus en plus importantes de CO₂ atmosphérique anthropique sont absorbées par
25 la mer. Il s'ensuit une baisse du pH de l'eau de mer et une augmentation de l'acidité des océans.
26 En moyenne, le pH des eaux de surface a diminué globalement de 0.1 unité depuis le début de la
27 révolution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

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

1 surface. La moyenne annuelle amène à un puits de CO₂ atmosphérique, de taux 0,8 mol.m⁻².an⁻¹
 2 (c'est-à-dire faible), avec un pH compris entre 8,1 et 8,2. Ces valeurs sont relativement proches
 3 de celles calculées via une compilation des mesures disponibles à l'échelle mondiale, pour tout
 4 plateau continental « ouvert » (i.e. en-dehors des zones d'estuaires internes ou externes, des
 5 mangroves, des marais salés, des récifs coralliens et des systèmes d'upwelling) situé à des
 6 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
 7 printemps, l'étude biogéochimique des efflorescences des coccolithophoridés à l'extrémité sud-
 8 ouest de la zone (en limite du plateau continental), indique une grande absorption de carbone
 9 total par le phytoplancton. Cette région est un fort puits de CO₂, et ce durant toute la période
 10 d'efflorescence. La calcification liée à l'efflorescence des coccolithophoridés, a la possibilité de
 11 diminuer l'absorption de CO₂ mais ne peut pas renverser la direction du flux. Les efflorescences
 12 ont des conséquences antagonistes sur les flux air-mer de CO₂ : la calcification marine augmente
 13 la pression partielle de CO₂ dans l'eau de mer tandis que la production de carbone organique
 14 diminue la pression partielle. L'étude de l'importance relative de ces effets montre que la
 15 diminution de la capacité de l'océan à absorber du CO₂ atmosphérique due à la calcification reste
 16 faible (en moyenne 12 % du flux total air-mer).

17
 18
 19
 20
 21





1
2 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).

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

9
10
11

1 2. Répartition spatio-temporelle de l'oxygène

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

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

14 2.1. Présentation du jeu de données

15 Le jeu de données fourni pour cette analyse sur la sous-région marine mers celtiques couvre une
16 zone géographique allant de 53°N à 43°N et de 9°W à 3°E qui correspond à tout l'espace
17 national. Seules les données référencées comme données bouteilles ont été utilisées. Les données
18 correspondant aux profils CTD (munis de différents capteurs, ex : SBE 43) ou aux flotteurs
19 Argos n'ont pas été prises en compte. Les données sont issues de la base de données du Service
20 d'Observation en Milieu Littoral (SOMLIT) et des bases de données nationales et internationales
21 (ICES, SDN, QUADRIGE²) qui ont fourni la majeure partie des valeurs.

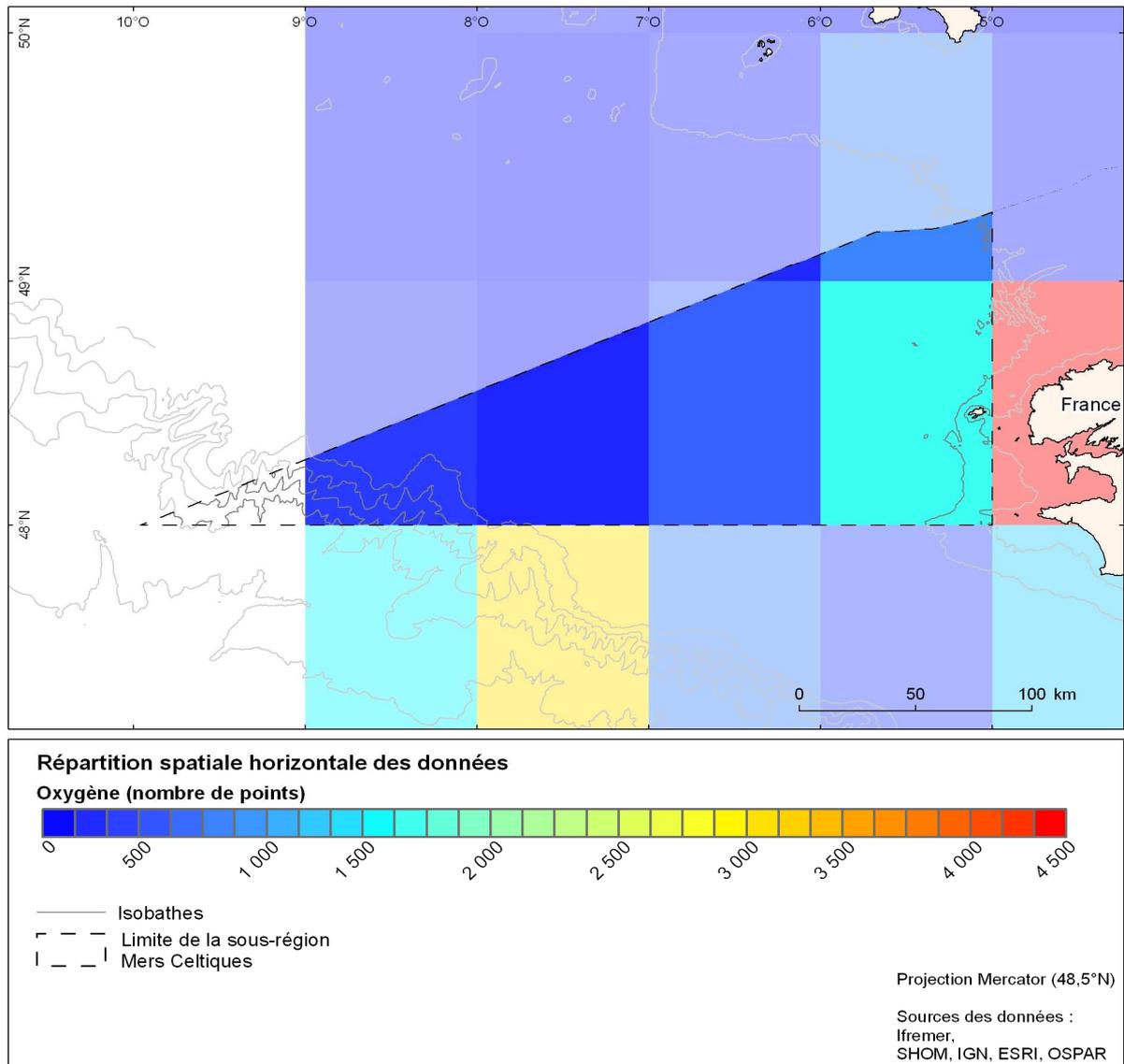
22 Suivant les bases dont proviennent les données, elles sont qualifiées de manière hétérogène. La
23 qualité de la donnée est dépendante des protocoles de prélèvement, des procédures analytiques,
24 des laboratoires d'analyse, etc. De plus, les protocoles analytiques ne sont pas explicités pour
25 tous les jeux de données. Les données dont les méthodes analytiques ne sont pas définies ont été
26 identifiées comme « douteuses » dans cette base. Ces données « douteuses » représentent environ
27 15 % de la base de données pour cette sous-région marine mers celtiques. La recherche de
28 doublons a ensuite réduit de 28 % le nombre de données totales.

29 2.2. Répartition spatiale et temporelle des données d'oxygène

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

34 2.2.1. Répartition spatiale

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



1
 2
 3 Figure 13 : Répartition spatiale de l'ensemble des données d'oxygène intégrées sur la verticale pour la sous-région marine mers celtiques.

4 **2.2.2. Répartition temporelle**

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

8 **2.3. Dynamique de l'oxygène**

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

13 Les concentrations d'oxygène dissous résultent de processus physiques, chimiques et biologiques
 14 bien identifiés (échanges à l'interface air-eau, diffusion et advection, photo-oxydation, oxydation
 15 chimique, nitrification, respiration et photosynthèse). La concentration de l'oxygène dans la

1 couche de surface mélangée est ainsi contrôlée fortement par les échanges avec l'atmosphère
2 sous l'effet de la turbulence de surface et l'état de mer. L'équilibre s'achève à l'échelle de la
3 semaine et les concentrations moyennes varient donc en fonction de la température et de la
4 salinité et oscillent autour de la saturation.

5 La sous-région marine mers celtiques est caractérisée par la présence du front de marée (isobathe
6 100 m) d'Ouessant avec une stratification saisonnière à l'ouest et une zone de mélange à l'est.
7 Coté est, la dynamique est identique à celle de la Manche, caractérisée par une absence de
8 stratification verticale sur l'ensemble de l'année. Coté ouest, la dynamique est identique à celle
9 du plateau continental, caractérisée par une couche de mélange d'environ 60 m. En dessous de la
10 couche de mélange, le phénomène de dégradation de la matière particulaire n'est, de manière
11 générale, pas suffisant pour provoquer des hypoxies sévères à l'échelle du plateau continental car
12 les concentrations relevées dans les eaux profondes varient entre 100 et 250 $\mu\text{mol.l}^{-1}$. Des
13 interactions avec la biologie existent cependant même si les concentrations en oxygène ne sont
14 pas létales.

15 De manière globale, l'ensemble des observations réalisées à des latitudes similaires, une sous-
16 saturation en période hivernale est observée et est associée au mélange vertical. Elle est suivie en
17 été par une sursaturation en surface associée à la production primaire.

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

19

20 La sous-région marine mers celtiques tout comme celle du golfe de Gascogne est caractérisée
21 par une couche de mélange d'environ 60 m de profondeur. De manière globale et dans cette
22 couche, l'ensemble des observations réalisées à des latitudes similaires, une sous-saturation en
23 période hivernale est observée et est associée au mélange vertical. Elle est suivie en été par une
24 sursaturation en surface associée à la production primaire. En dessous de la couche de mélange,
25 le phénomène de dégradation de la matière particulaire n'est, de manière générale, pas suffisant
26 pour provoquer des hypoxies sévères à l'échelle du plateau continental. Les données
27 d'observation nationales et internationales sont globalement hétérogènes sur cette sous-région
28 marine.

29

30

31

32

1 3. Répartition spatio-temporelle des nutriments

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

7 3.1. Présentation du jeu de données utilisé

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

- 12 – nitrate: NTRA ($\mu\text{mol/L}$) ;
- 13 – nitrite: NTRI ($\mu\text{mol/L}$) ;
- 14 – silicate: SLCA ($\mu\text{mol/L}$);
- 15 – ammonium: AMMO ($\mu\text{mol/L}$);
- 16 – phosphate: PHOS ($\mu\text{mol/L}$).

17 3.1.1. Contribution de chaque base de données

18 Les données sont issues de bases de données nationales et internationales (ICES (20.89 %), SDN
 19 (78.86 %), QUADRIGE² (0.25 %)), soit 3 250 données. Il y a cependant dans ces bases des
 20 données non validées ou sous moratoire : ces données ne sont donc pas utilisées dans cette étude.

21 3.1.2. Qualité de la donnée

22 Suivant leurs origines, les données sont qualifiées de manière hétérogène (ex: ICES qualifie ses
 23 données soit bonnes, douteuses ou mauvaises). La qualité de la donnée est dépendante des
 24 protocoles de prélèvement, des méthodes analytiques, des laboratoires, etc. De plus, les
 25 protocoles analytiques ne sont pas explicités dans toutes les bases. Les données dont les
 26 méthodes analytiques ne sont pas définies ont été identifiées comme « douteuses » dans le jeu de
 27 données. Ces données douteuses représentant la part principale du jeu de données (plus de 75 %
 28 contre 23 % de données bonnes), il est donc difficile de ne pas les intégrer dans cette étude. La
 29 recherche de doublons, créés essentiellement par des données saisies dans deux bases de données
 30 différentes, a également diminué de 41 % le jeu de données initial.

31

32

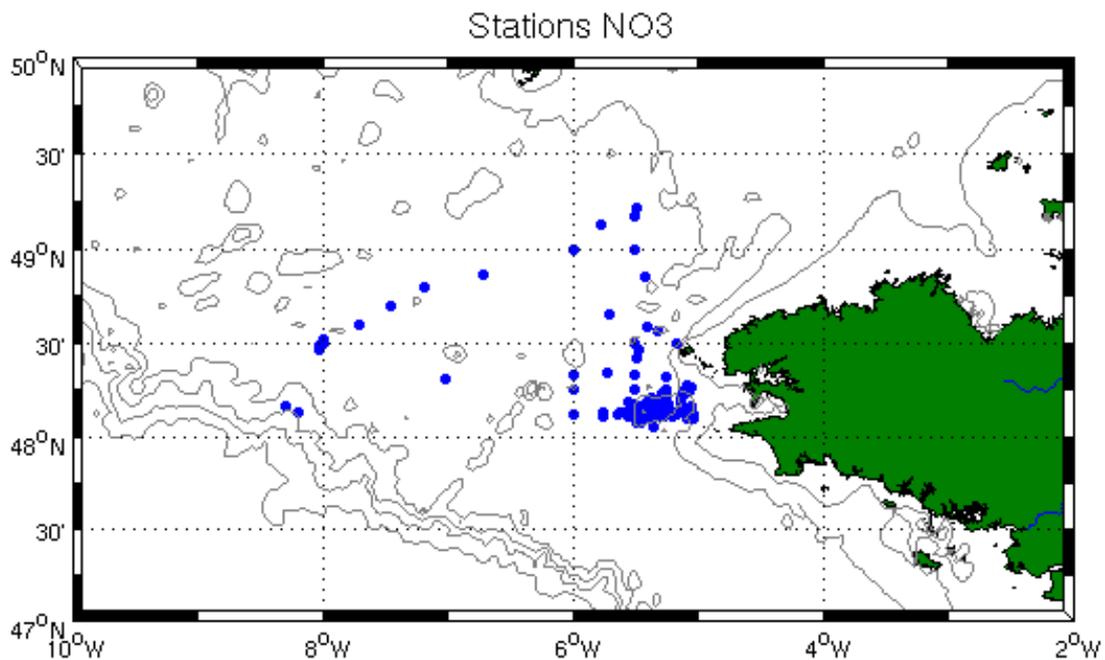
¹ ICES =CIEM (Conseil International pour l'Exploitation de la Mer. SDN : SeaDataNet. QUADRIGE²: Base de données Ifremer.

1 3.2. Répartition spatiale et temporelle des mesures de nutriments

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

4 3.2.1. Répartition spatiale

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



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

11 3.2.2. Répartition temporelle

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

17 3.3. Présentation des climatologies

18 Les cartes ci-dessous (Figure 15) ont été réalisées en effectuant une interpolation sur les données
19 de surface (0 -10 m) par la méthode des voisins naturels sous ARCMAP pour deux saisons, une
20 saison hivernale regroupant les mois de janvier, février et mars, et une saison printanière
21 regroupant les mois d'avril, mai et juin. Les cartes finales de climatologie sont obtenues par
22 interpolation optimale. En dessous de la zone euphotique, les concentrations sont relativement
23 stables au cours de l'année avec des rapports stœchiométriques proche de ceux de Redfield. Les

1 concentrations de nitrates dans la sous-région marine mers celtiques sont par exemple proches de
2 $7 \mu\text{mol.L}^{-1}$ en profondeur (sous 75 m) sur l'ensemble de l'année. La dynamique des nutriments
3 en surface est principalement contrôlée par le développement phytoplanctonique et la mise en
4 place de la stratification thermique. En début de printemps, les premiers blooms provoquent une
5 diminution importante des nutriments jusqu'à environ mai. Les nutriments sont épuisés en été,
6 excepté sur la zone frontale. Le front d'Ouessant est la zone caractéristique des nutriments en
7 mers celtiques et à l'entrée de la Manche. Ce front de marée est particulièrement intense sous
8 l'effet des courants de marée élevés et de la bathymétrie. En période estivale, dans la zone
9 stratifiée, après épuisement des nutriments dans les eaux de surfaces, le front ramène en surface
10 des nutriments (notamment de l'ammonium). Les concentrations peuvent être corrélées de
11 manière négative avec la température de surface. La position des fronts de marée en mer d'Iroise
12 (fronts de marée d'Ouessant interne et externe) constitue ainsi des limites structurantes des
13 écosystèmes pélagiques en mer d'Iroise mais elle est très variable et dépendante des conditions
14 de marée et de vent.

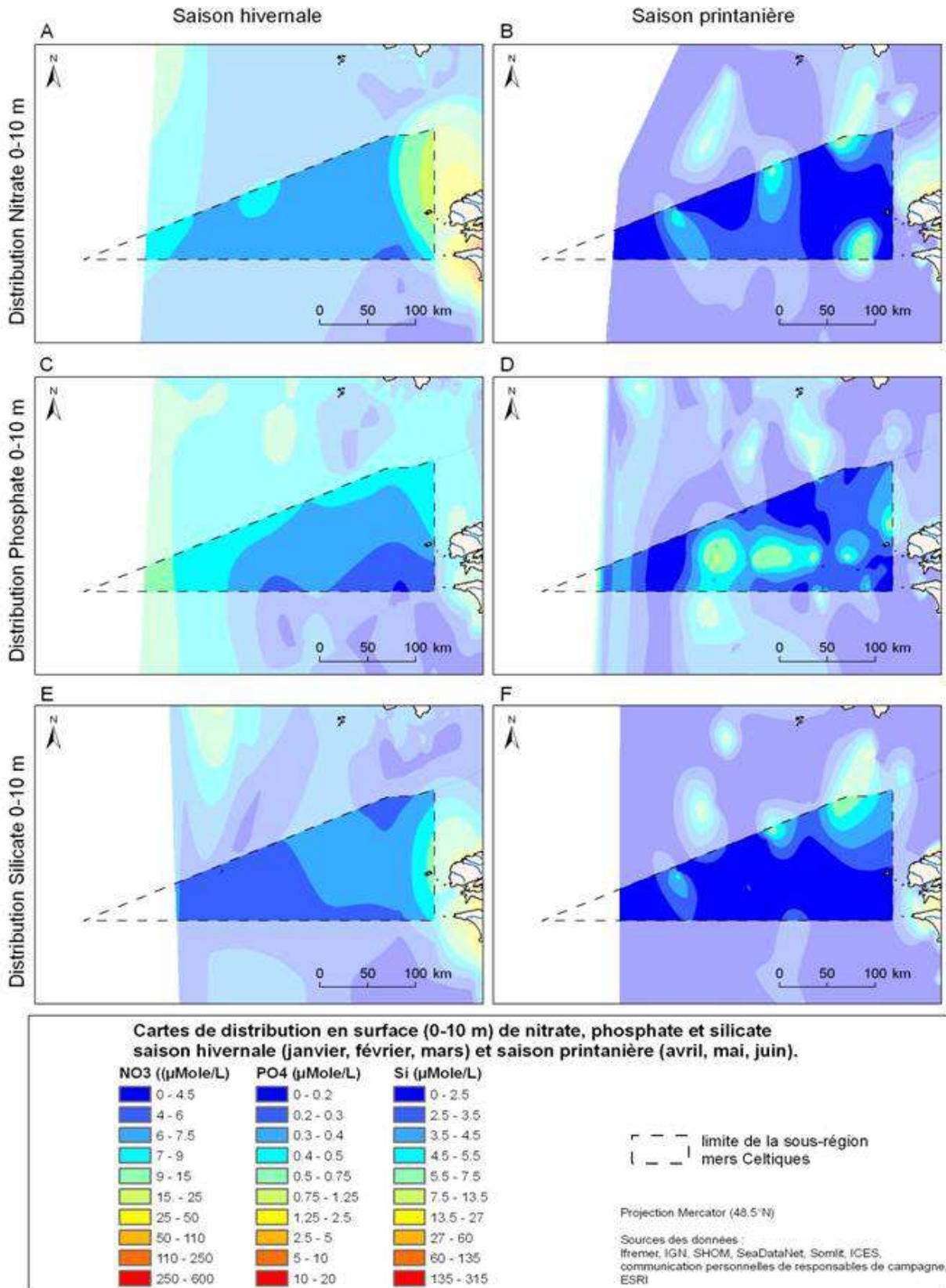


Figure 15 : Cartes de distribution en surface (0 – 10 m) des données de nitrate, phosphate et silicate pour deux saisons (janvier, février, mars et avril, mai, juin) réalisées par la méthode des voisins naturels sous ARCMAP.

1
2
3
4

1 L'acquisition de données relatives aux nutriments est coûteuse tandis que la qualité des mesures
2 est fortement dépendante des conditions de prélèvement et d'analyse. Les informations en mers
3 celtiques concernent essentiellement quelques radiales côte-large. Elles ne permettent pas de
4 déceler de tendances significatives, faute de suivis réguliers. Le réseau SOMLIT, s'il est
5 pérennisé, pourrait combler ce manque dans la bande côtière. Au large, la surveillance est
6 ponctuelle et réduite aux mesures des campagnes en mer. La modélisation doit pouvoir
7 compléter ce déficit de données terrain sous réserve de disposer d'un jeu de données suffisant.

8

9

10

11

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.

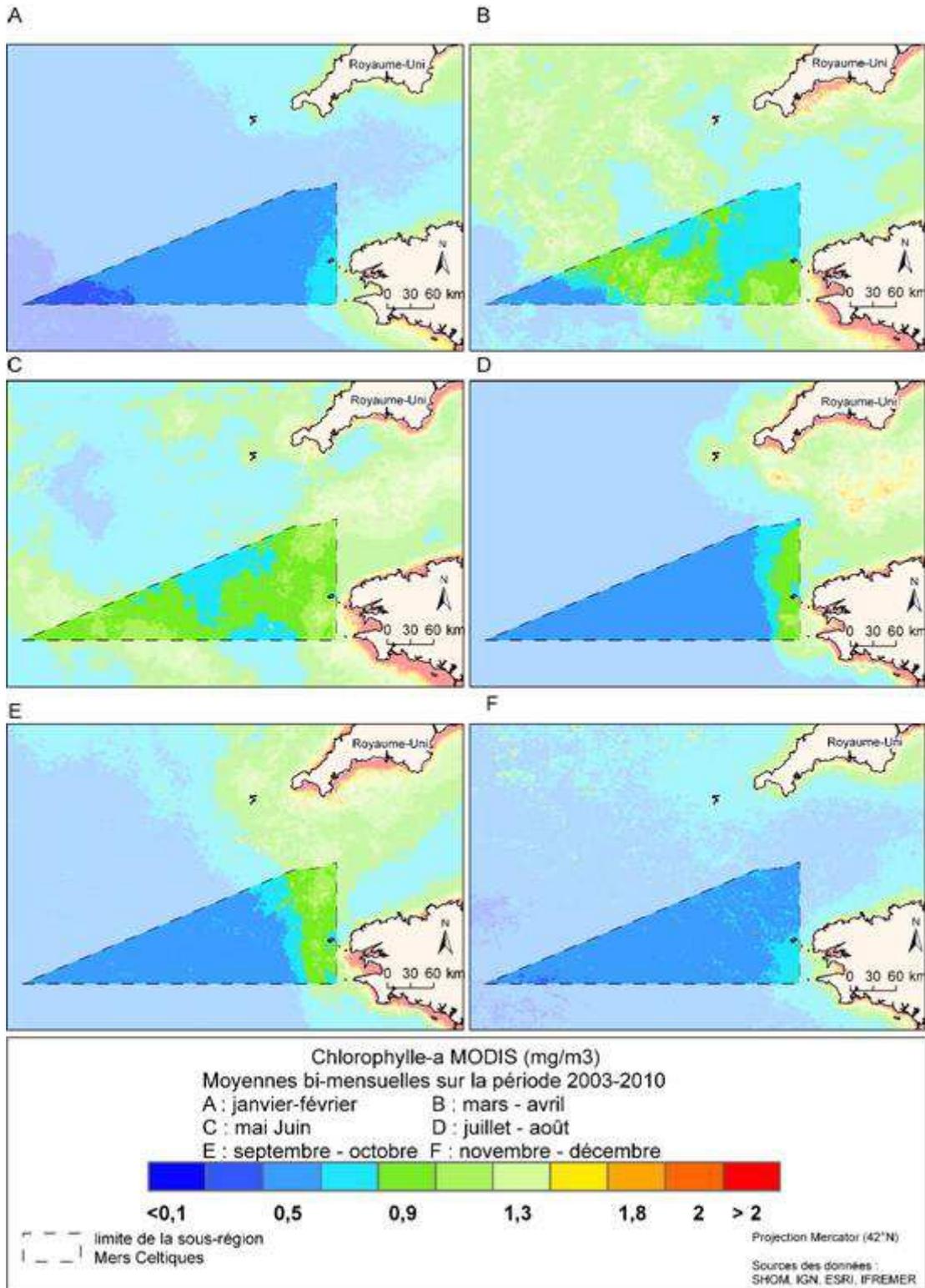
Les cartes proposées dans cette étude sont basées sur les données des capteurs optiques embarqués sur satellite et privilégient donc l'observation de la chlorophylle-a (chl-a) de la couche de surface (premiers cm à m selon la turbidité). Dans la partie française des mers celtiques, comme pour la plus 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.

1 **4.2. Caractérisation de la répartition spatio-temporelle de la chlorophylle**

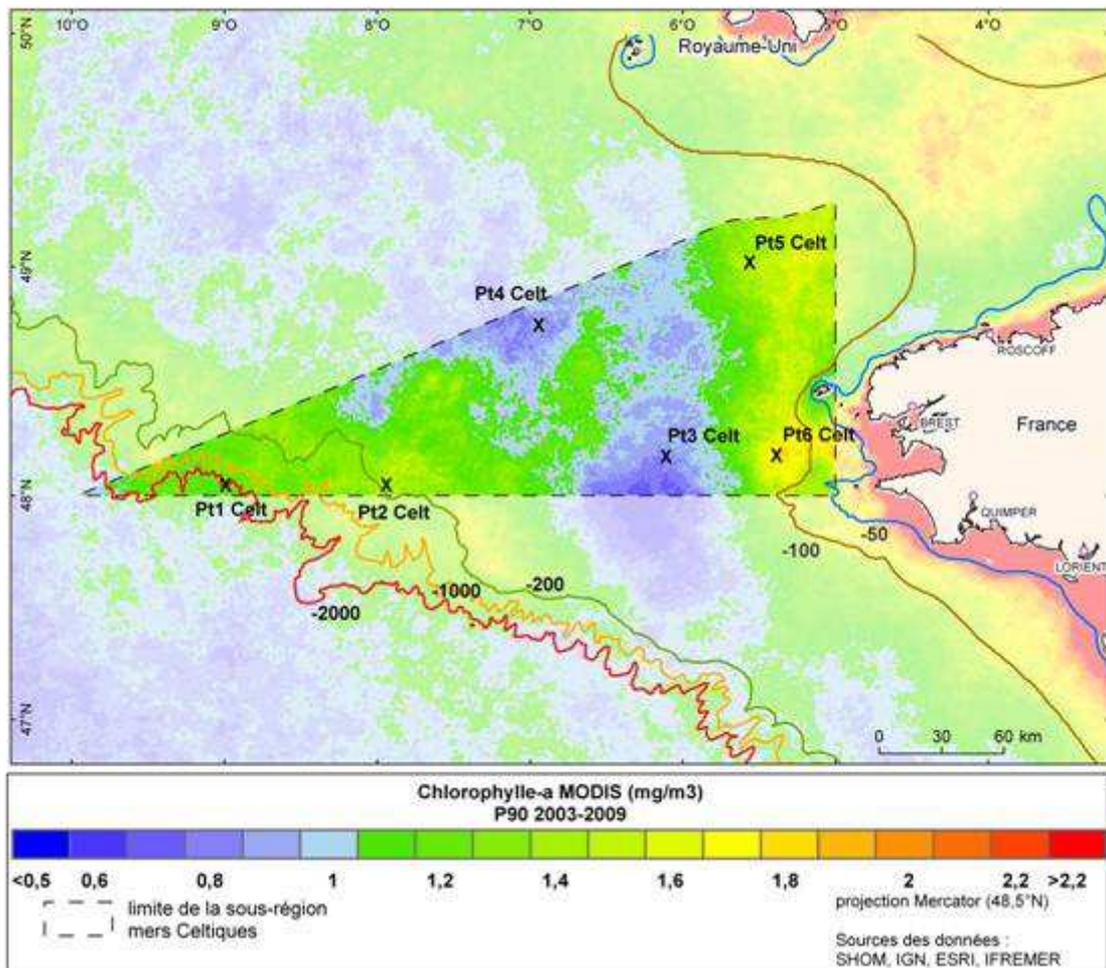
2 La variation saisonnière de la concentration en chlorophylle-a de surface est présentée en Figure
 3 16. On constate sur ces cartes que la production ne démarre véritablement qu'en mars-avril à
 4 l'ouest et plus tardivement à l'est de la zone.



5
 6 Figure 16 : Variation saisonnière de la concentration en chlorophylle-a (moyennes bimensuelles).

1 La Figure 17 présente le percentile 90 de la chlorophylle-a lors de la période productive, au sens
 2 de la DCE, s'étendant de mars à octobre. Le percentile 90 a été choisi, pour la DCE, comme
 3 métrique de l'indicateur phytoplancton. Le niveau de chl-a atteint sur la région est relativement
 4 faible et loin d'atteindre des niveaux élevés selon le critère d'eutrophisation DCE (mauvaise
 5 qualité pour des valeurs supérieures à 40 µg/L sur la Manche et l'Atlantique). Cela ne signifie
 6 pas que cette région ne soit pas productive car, comme c'est le cas sur une grande partie de la
 7 Manche, la turbulence créée par la marée favorise la régénération.

8



9
 10 Figure 17 : Percentile 90 de la distribution de la Chlorophylle-a lors de la période productive, de mars à octobre (2003-2009). Six points,
 11 pour lesquels les cycles annuels de la chlorophylle et des matières en suspension.

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

18
 19
 20

1 4.3. Éléments pour un suivi opérationnel de la concentration en chl-a

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

15

16 Indicateur de la production primaire (pélagique), les niveaux et tendances dans la sous-région
17 marine mers celtiques sont bien définis grâce notamment aux apports des données satellitaires et
18 de la modélisation hydrodynamique couplée aux apports terrigènes et aux mesures in-situ
19 (prélèvements ponctuels et bouées enregistreuses). La résolution spatiale et temporelle des
20 données, ainsi que l'acquisition de mesures dans le milieu (« vérité mer ») doivent être
21 améliorées, en particulier dans les zones sensibles telles que l'entrée de la Manche (zone
22 frontale). Les zones les plus productives restent au printemps la zone frontale d'Ouessant et
23 certaines baies enclavées à faible circulation.

24

25

26

1 **5. Substances chimiques problématiques**

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

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

13 **5.1. Données disponibles**

14 Dans le cadre de la DCE, un suivi des 41 substances de cette directive a été mené dans l'eau en
15 2009, à raison d'un passage mensuel. Ce suivi avait pour objet de renseigner l'état de la masse
16 d'eau côtière « Iroise » au regard des dispositions du texte.

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

23 **5.2. Identification des zones de forte concentration**

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

29 **5.3. Limites de l'analyse et extrapolation au large**

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

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

1 Sauf phénomène de courantologie improbable, ou particularité géologique, des substances
2 recherchées dans l'eau et non quantifiables à la côte le seront encore moins au large ; de même, si
3 les données réellement exprimées dans les biotes et les sédiments côtiers ne révèlent pas de
4 valeurs excessives, il doit en être au moins ainsi au large, sauf particularité géologique.

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

7

8

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

13

14

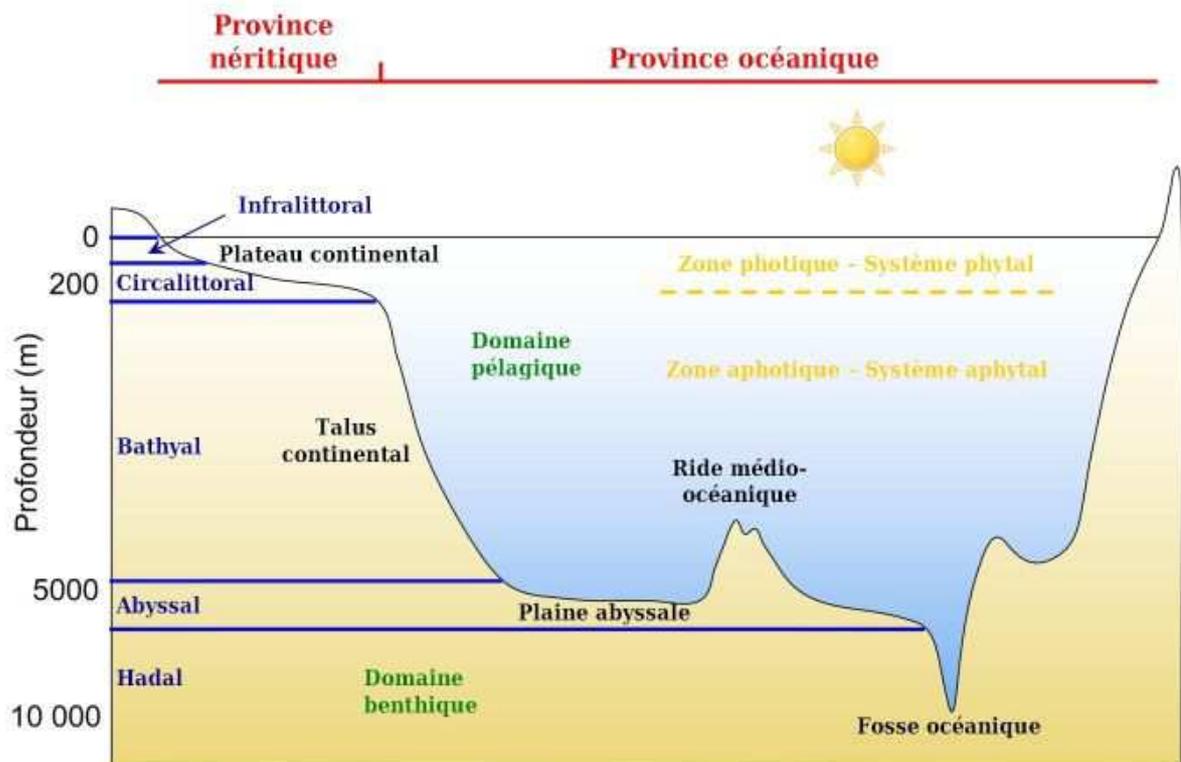
15

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

PARTIE 2

ETAT BIOLOGIQUE

1 La biologie des espèces est étroitement dépendante des caractéristiques physiques et chimiques
 2 qui ont été présentées dans la partie 1 : les espèces faunistiques et floristiques marines se
 3 distribuent en effet en fonction de la profondeur (disponibilité en lumière), de la température, des
 4 forçages - vent, courants, vagues - et la disponibilité des nutriments. Les niveaux trop élevés de
 5 turbidité ou trop bas d'oxygène, en modifiant les caractéristiques de l'habitat, peuvent affaiblir
 6 certaines espèces, les faire disparaître, et favoriser également l'essor d'espèces opportunistes. Il
 7 en est de même pour des excès de nutriments, conduisant à l'eutrophisation du milieu. Cette
 8 partie comprend les présentations des principaux biotopes (composante physique de l'habitat) et
 9 biocénoses (populations, communautés associées à un biotope) des écosystèmes marins. Ces
 10 biotopes et biocénoses se répartissent entre le domaine benthique (vivant sur ou proche du fond)
 11 et le domaine pélagique (vivant dans la colonne d'eau ou en surface), ainsi que décrits dans la
 12 Figure 18. Les relations trophiques et le fonctionnement de l'écosystème ne sont abordés que
 13 partiellement au travers des différents chapitres de cette partie, notamment du fait du manque de
 14 connaissance sur le sujet.



15
 16 Figure 18 : Schéma représentant l'étagement marin.

17 La cartographie des habitats marins constitue une étape indispensable pour la description,
 18 l'évaluation et le suivi de l'état de l'environnement. Les typologies mises en œuvre sont encore
 19 hétérogènes selon l'origine des textes qui les définissent, les utilisations et les pratiques locales.
 20 Si une typologie à l'échelle européenne (EUNIS) est en cours de constitution, cette typologie
 21 n'est que trop rarement utilisée dans les textes réglementaires, elle n'est pas totalement adaptée
 22 aux utilisations cartographiques et ne prend pas en compte tous les habitats rencontrés sur nos
 23 côtes. Des interprétations divergentes de termes sont observées entre ces typologies, ce qui peut
 24 conduire à des erreurs de qualification des habitats. Le tableau suivant (Tableau 2) présente un
 25 exemple de synthèse des équivalences terminologiques concernant les étages.

1 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	Médiolittoral		
		Upper Eulittoral			Médiolittoral supérieur	nmPMME (46)
		Mid Eulittoral			Médiolittoral moyen	M-Marée
		Lower Eulittoral			Médiolittoral inférieur	nmBMME (46)
SUBLITTORAL	Infralittoral (03)	Sublittoral Fringe	Infralittoral	Infralittoral	Frange infralittorale supérieure	nmBMME (05)
		Upper Infralittoral			Frange infralittorale inférieure	0 Hydru (120)
	Lower Infralittoral		Infralittoral supérieur			
	Circalittoral (04)	Upper Circalittoral	Circalittoral	Circalittoral	Infralittoral inférieur	
		Lower Circalittoral			Circalittoral côtier	
					Circalittoral du large	

2
3 Les principales typologies existantes rencontrées dans ce document sont les suivantes :

- 4 – Habitats génériques Natura 2000 ;
- 5 – Habitats élémentaires des Cahiers d'habitats ;
- 6 – Typologie ZNIEFF ;
- 7 – Typologie Corine Biotope ;
- 8 – Habitats prioritaires OSPAR ;
- 9 – Classification EUNIS.

10 La répartition des étages marins (ou zonation marine) est représentée sur le profil ci-dessus
11 (Figure 18).

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

18
19

1 I- DESCRIPTION DES DIFFERENTS BIOTOPES

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

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

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

12 1. Distribution des biotopes principaux des fonds marins

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

25 Les biologistes réalisent des cartes très détaillées à partir d'observations acoustiques ou optiques
26 et de prélèvements et observations sur le fond, malheureusement d'évidence ces cartes ne
27 couvrent que peu de superficie. La description des habitats physiques procède d'une vision qui
28 part de l'autre extrémité du spectre spatial, c'est-à-dire qui recherche d'emblée l'exhaustivité
29 géographique. Cette possibilité est issue du fait que les données physiques, à la différence de la
30 biologie, sont souvent disponibles sur de larges zones ; il en est ainsi de la bathymétrie, de
31 l'hydrodynamique (vagues et courants obtenus par des modèles), de la salinité, et aussi dans une
32 moindre mesure de la nature du fond. Cette dernière était initialement recueillie en même temps
33 que les sondes bathymétriques, et fait maintenant l'objet de couvertures acoustiques.

34 1.1. Modélisation des habitats physiques

35 1.1.1. Motivation et principe

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

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

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

11 1.1.2. Méthodologie

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

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

24 1.1.3. Couches constitutives des habitats physiques

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

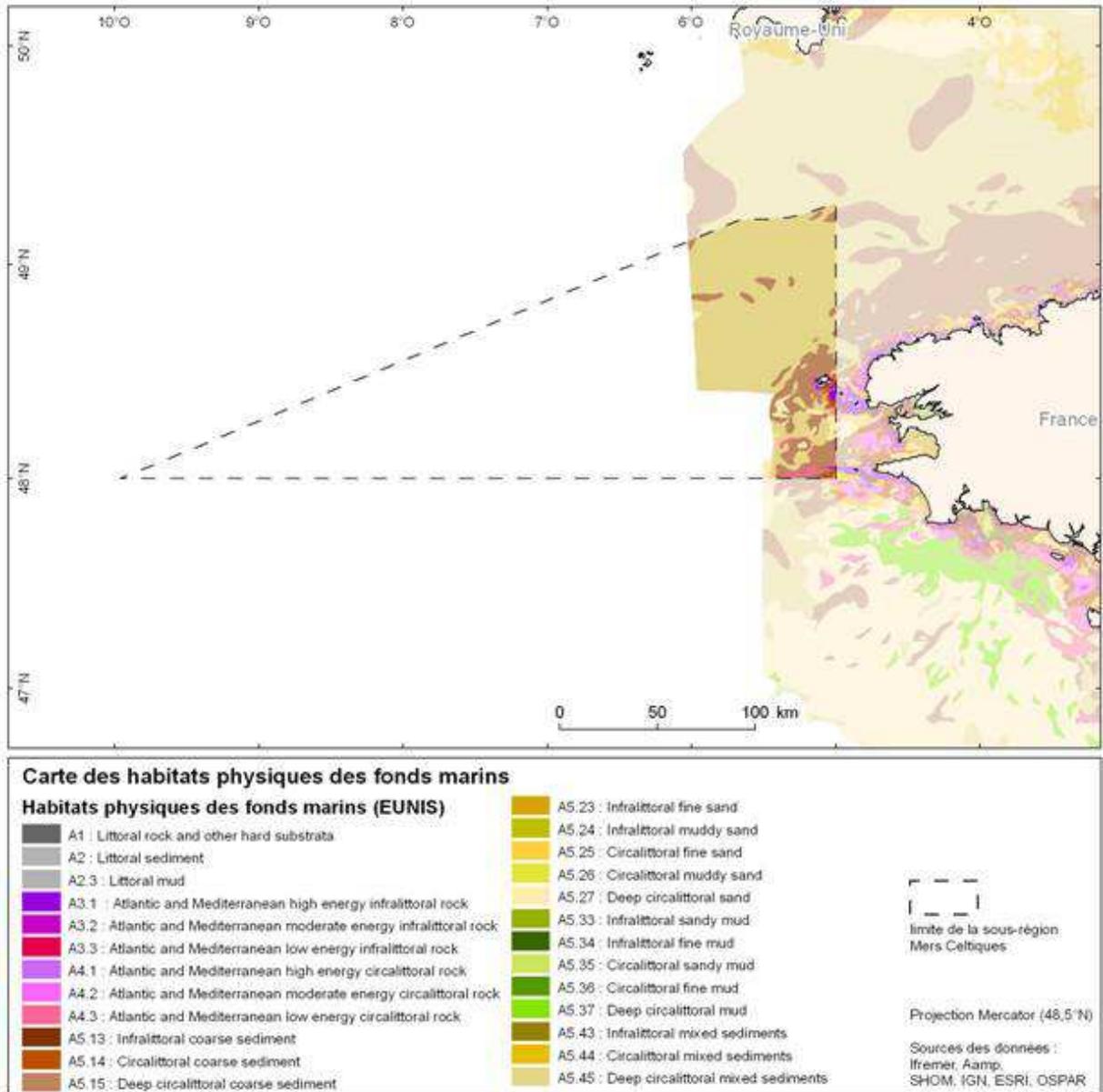
33 Ces trois couches ont fait l'objet de compilations à partir des meilleures données historiques
 34 disponibles pour la France. Leur résolution varie de la centaine de mètres au kilomètre. Ces
 35 compilations sont elles-mêmes des produits dérivés qui ont un intérêt propre, au-delà de la carte
 36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

39 La couche de nature du substrat (voir thématique « Nature des fonds marins ») résulte d'une
 40 harmonisation des cartes existantes en une typologie de Folk basée sur un triangle de mélange
 41 vase/sable/gravier. L'apport principal provient de l'ensemble des cartes de nature du fond dites

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

4 **1.2. Distribution des principaux habitats**

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



6
7 Figure 19 : Habitats physiques des fonds marins dans la typologie EUNIS.

8 **1.3. Lacunes**

9 Les lacunes dans cette sous-région marine concernent surtout les données de nature du substrat,
 10 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

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

5 **1.4. Fiabilité de la cartographie**

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

16 **1.5. Niveaux et sensibilité**

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

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

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

36

37

38

39

40

1 Grâce aux travaux historiques des benthologues et des géologues, à la typologie européenne
2 EUNIS et plus récemment à la modélisation, une cartographie des principaux biotopes
3 benthiques est disponible pour la sous-région marine mers celtiques à l'exception de certains
4 secteurs du large. Les grands traits de la distribution des principaux habitats sont caractérisés par
5 la présence de sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux dans la Manche occidentale. Les
6 sédiments vaseux sont absents sur le plateau continental mais présents dans la plaine abyssale.
7 Des travaux complémentaires restent à mettre en œuvre pour améliorer la résolution spatiale et
8 temporelle.

9

10

11

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 (ΦhT - 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

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

3 2.1.2. Données disponibles

4 Afin de décrire les propriétés physiques influant sur la répartition spatiale des populations, des
5 mesures *in situ* de salinité et de température sur toute la colonne d'eau sont utilisées. Sur la
6 façade atlantique, la climatologie BOBYCLIM³ rassemble l'ensemble des mesures *in situ*
7 collectées lors des campagnes océanographiques depuis plus d'un siècle (voir thématique
8 « Régime de la température et de la salinité »).

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

13 Concernant la turbidité et la chlorophylle, des estimations des moyennes mensuelles (de 2003 à
14 2010) des concentrations en matières en suspension inorganiques (MES) et en chlorophylle-a
15 (CHLA) dans la couche de surface sont disponibles grâce aux données « couleur de l'eau »,
16 issues du traitement d'images satellitales à une résolution spatiale fine (0.015° en longitude,
17 0.01° en latitude, voir thématique « Répartition spatio-temporelle de la chlorophylle »).

18 2.1.3. Analyse statistique

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

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

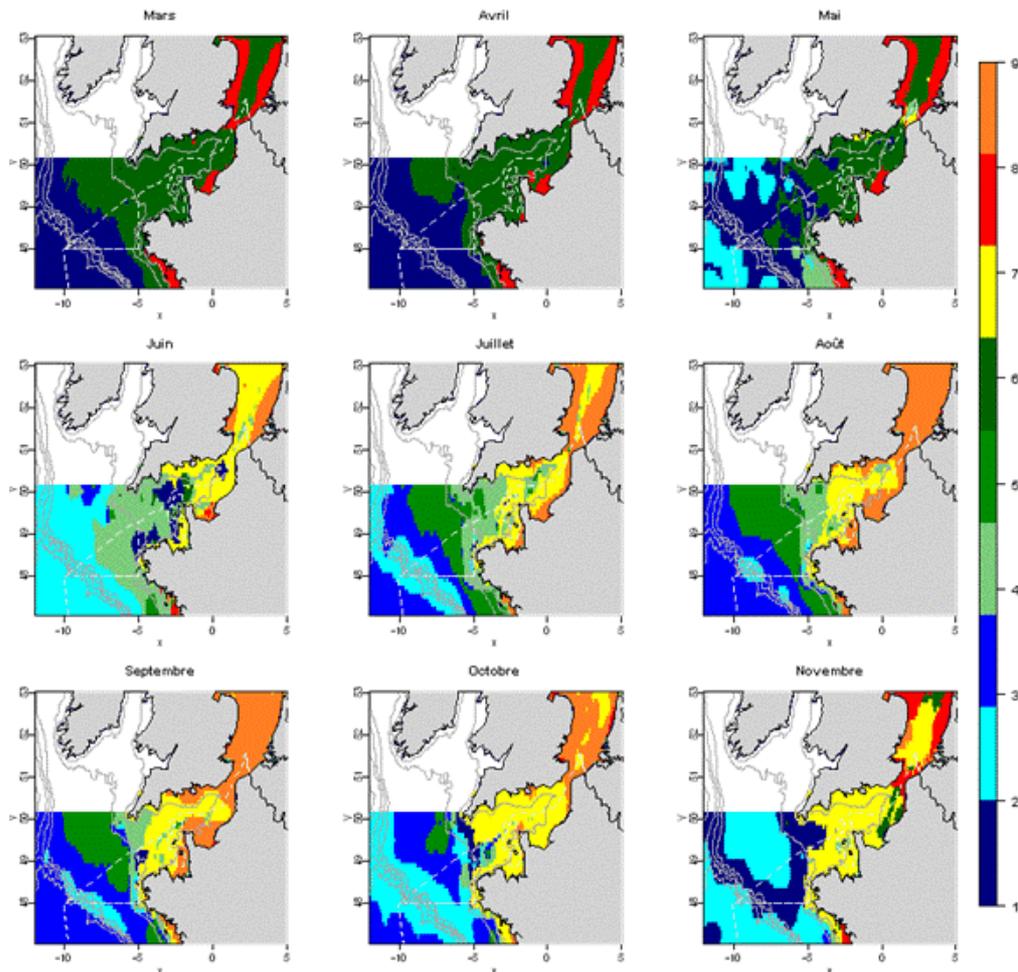
28 Pour ces deux méthodes, la variable chlorophylle-a est introduite en supplémentaire : elle ne
29 participe pas à la discrimination des groupes.

30 2.2. Distribution des paysages hydrologiques identifiés en mers celtiques

31 2.2.1. Evolution annuelle des paysages hydrologiques

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

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



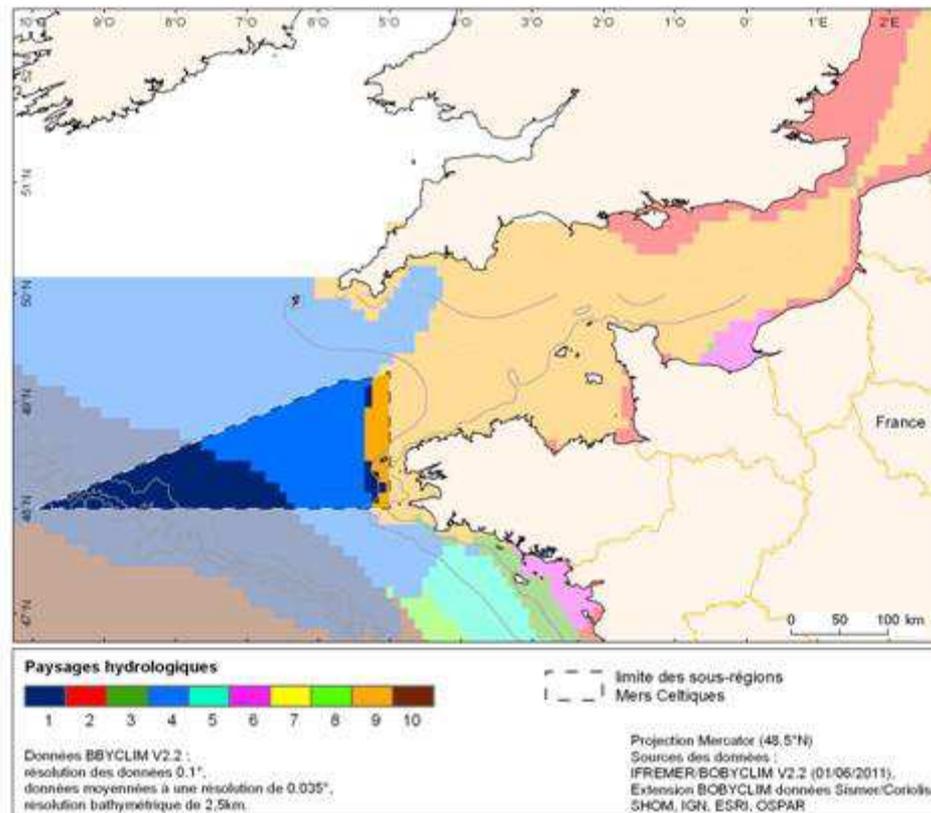
1
2 Figure 20 : Distribution spatio-temporelle des paysages hydrologiques identifiés.

3 **Caractéristiques des paysages hydrologiques :**

- 4
- 5 – Groupe 1 : Zone du large, très peu influencée par les panaches, et non stratifiée, présente
 - 6 uniquement l'hiver et en début de printemps. Ce groupe est également présent en
 - 7 novembre sur le talus, pour lequel la rupture de stratification est la plus rapide ;
 - 8 – Groupe 2 : Eaux du talus de juin à novembre. C'est un habitat avec une stratification qui
 - 9 reste limitée tout au long de la saison. La production primaire peut être relativement
 - 10 élevée l'été avec des concentrations en chlorophylle plus élevées que sur le plateau ;
 - 11 – Groupe 3 : Zone de milieu de plateau, avec une stratification forte, une thermocline
 - 12 marquée et relativement profonde, et une production phytoplanctonique très faible ;
 - 13 – Groupe 4 : Zone du plateau en fin de printemps et aux alentours du front d'Ouessant l'été,
 - 14 restant peu ou pas stratifiée, et des valeurs de chlorophylle élevées témoins du bloom
 - 15 printanier ou d'un mélange permanent pour la zone du front ;
 - 16 – Groupe 5 : Zone de l'intérieur du plateau au large du front d'Ouessant l'été, présentant la
 - 17 stratification la plus forte au cours de l'été, du fait d'un réchauffement important et d'eaux
 - 18 relativement dessalées en surface en comparaison au groupe 3 plus au large ;
 - 19 – Groupe 6 : Bande côtière en hiver, faiblement dessalée, avec des concentrations en MES
 - 20 conséquentes du fait de la remise en suspension hivernale ;
 - 21 – 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.

1 2.2.2. Paysages hydrologiques présentant une variabilité annuelle similaire

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



10
 11 Figure 21 : Distribution spatiale des paysages hydrologiques identifiés par l'AFM.

12 Conclusion

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

18

19

20

21

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

8

9

10

1 II- CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES ET BIOCENOSSES

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

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

- 11 – présentation par étages successifs, de la côte vers le large (méditerranéen – infralittoral –
- 12 circalittoral – bathyal et abyssal), des différentes biocénoses (Figure 18) ;
- 13 – dans chaque étage, description distinguant les fonds meubles, les fonds durs, les habitats
- 14 particuliers. Ces derniers font l'objet de mesures de protection en application de
- 15 conventions internationales ou des réglementations européennes et nationales.

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

23 Etant données les lacunes actuelles dans la connaissance des compartiments microbiens des
 24 écosystèmes marins (bactéries, virus), ces derniers ne sont pas traités dans cette évaluation
 25 initiale.

26 1. Communautés du phytoplancton

27 Le phytoplancton est constitué d'organismes autotrophes généralement unicellulaires et ses
 28 composants constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire aquatique terrestre et marine.
 29 Il est présent en milieu pélagique majoritairement mais se développe également en milieu
 30 benthique à la surface des sédiments. Les résultats détaillés dans cette étude, hors synthèse
 31 bibliographique, sont basés sur : (i) pour les données côtières : les résultats disponibles dans la
 32 base de données Quadrigé², provenant des réseaux de surveillance REPHY pour l'ensemble du
 33 littoral, et ARCHYD pour le bassin d'Arcachon, (ii) pour les données du large : les simulations
 34 faites à partir des modèles MARS-3D et ECO-MARS-3D en grande partie à cause de l'absence
 35 ou la rareté des données *in situ*.

36 Les données de surveillance proviennent d'observations au microscope optique, réalisées sur des
 37 échantillons d'eau généralement prélevés en sub-surface. Ces données concernent donc très
 38 majoritairement le micro-phytoplancton (> 20 µm), éventuellement quelques groupes de nano-
 39 phytoplancton, pour des espèces en chaîne ou quand les taxons sont identifiables en tant que
 40 famille, ordre ou classe. Le nano et surtout le pico-phytoplancton est donc totalement ou
 41 partiellement absent de ces données.

1 Pour les données de modèles, les résultats détaillés, notamment de validation sur différentes
 2 séries de mesures (cartes satellitaires de chlorophylle de surface ou mesures in-situ récoltées sur
 3 des stations côtières appartenant aux réseaux REPHY de l'Ifremer et SOMLIT de l'INSU) sont
 4 disponibles. Les résultats de prévision au jour le jour issus de ce même modèle sont présentés sur
 5 Previmer⁴.

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

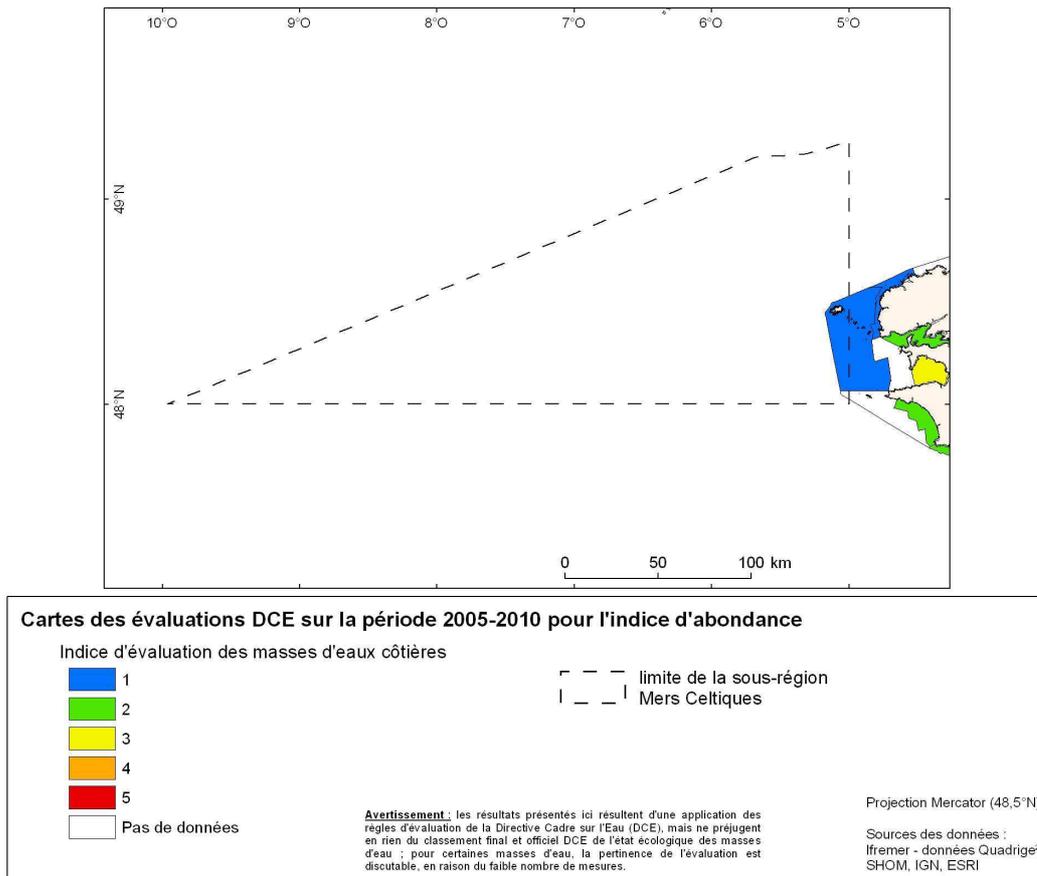
9 **1.1. Etat des lieux. Niveaux et tendances**

10 1.1.1. Zone côtière

11 1.1.1.1. Résultats d'une évaluation de la fréquence des blooms réalisée avec les critères 12 DCE

13 L'évaluation de la qualité des masses d'eau dans le cadre de la DCE, est effectuée pour le
 14 phytoplancton au travers de trois indices, parmi lesquels l'indice d'abondance, basé sur la
 15 fréquence des blooms. Un bloom est défini sur les côtes françaises de Manche - Atlantique
 16 comme une concentration supérieure à 100 000 ou 250 000 cellules par litre, pour un taxon
 17 donné dans un échantillon. La fréquence mesurée des blooms est ensuite comparée à la
 18 fréquence jugée naturelle pour la région, égale ici à deux mois de blooms sur les douze mois
 19 d'une année (un bloom au printemps et un autre en automne). Les résultats des évaluations
 20 réalisées pour cet indice d'abondance à partir des données Quadrigé² sur la période 2005-2010,
 21 ne sont disponibles que pour une petite partie de la sous-région marine mers celtiques : il s'agit
 22 de la masse d'eau « Iroise Large » comprenant l'île d'Ouessant (Figure 22). La qualité évaluée à
 23 très bonne (indice 1) de cette masse d'eau indique que la fréquence des blooms correspond aux
 24 conditions naturelles attendues au regard des caractéristiques physico-chimiques. En fait, un seul
 25 bloom a été observé sur la période : il s'agit d'un bloom de *Pseudo-nitzschia* (genre dont un
 26 certain nombre d'espèces sont connues pour être toxiques).

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



1
2 Figure 22 : Evaluation de l'indice d'abondance (fréquence des blooms) sur la période 2005-2010, avec les critères DCE.

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

7
8 **1.1.1.2. Données de biodiversité**

9 La biodiversité du phytoplancton est appréhendée ici selon deux critères étudiés à partir des
10 données Quadrigé² : le nombre de taxons identifiés et les taxons les plus fréquemment
11 rencontrés. Ces données ne sont disponibles que sur deux sites de l'île d'Ouessant. Le nombre de
12 taxons différents identifiés sur le littoral d'Ouessant sur les cinq dernières années est estimé entre
13 80 et 90, sachant que ce nombre recouvre des niveaux taxinomiques différents allant de la
14 famille à l'espèce. 57 % de ces taxons sont des diatomées, les dinoflagellés participant à environ
15 37 %. Les taxons les plus fréquemment rencontrés sur Ouessant depuis 2006 sont, dans un ordre
16 décroissant :

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

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

10 1.1.2. Zone du large

11 1.1.2.1. Les outils utilisés

12 Le moteur hydrodynamique utilisé est le modèle MARS-3D (3D hydrodynamical Model for
 13 Applications at Regional Scale). L'emprise couvre la sous-région marine mers celtiques avec une
 14 maille de 16 km de côté et 30 couches sur la verticale. La plus grande partie de la région des
 15 mers celtiques est comprise sur le plateau continental (profondeurs ≤ 200 m), mais une petite
 16 partie (extrême sud-ouest) est située au-dessus de la plaine abyssale (profondeurs entre 500 et
 17 1000 m).

18 La partie biogéochimique du modèle ECO-MARS3D est fondée sur le fait que, parmi les
 19 éléments majeurs de la matière vivante, le carbone n'est généralement pas limitant et que, donc,
 20 seuls l'azote, le silicium et le phosphore doivent être considérés, à la fois sous leur forme
 21 minérale, leur forme incluse dans la matière vivante et leur forme détritique. Le modèle
 22 biogéochimique est donc un modèle de type NPZD (Nutriment > Phytoplancton > Zooplancton
 23 > Détritique). Dans l'azote minéral dissous, on distinguera le nitrate (NO_3) de l'ammonium
 24 (NH_4), la forme nitrite (NO_2) étant négligée. Le phosphore minéral est représenté sous forme PO_4
 25 dissoute et sous forme adsorbée sur les particules argileuses en suspension dans la colonne d'eau.

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

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

39

40

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.

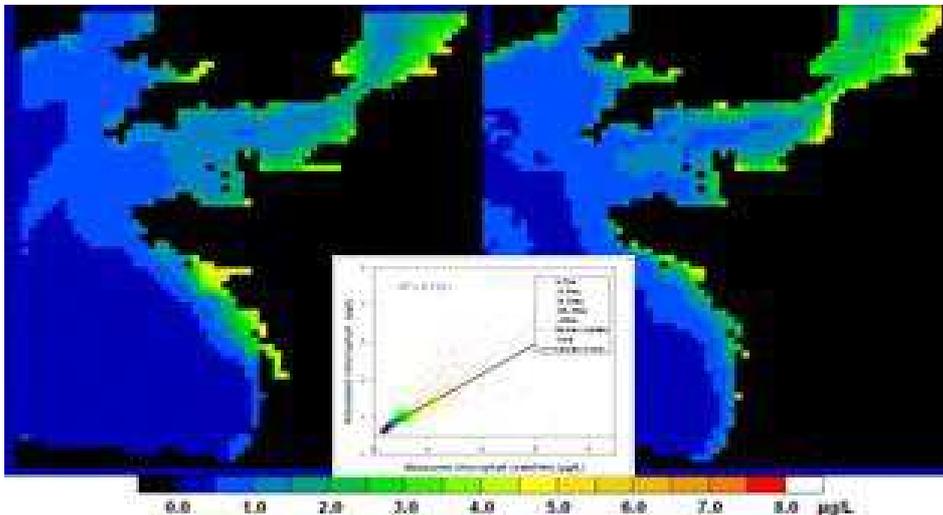


Figure 23 : Chlorophylle ($\mu\text{g.L}^{-1}$) - moyenne annuelle du modèle ECO-MARS3D (à gauche) et du satellite MODIS (à droite) en 2003.

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.

1 *Cas particulier du genre Pseudo-nitzschia*

2 Certaines espèces du genre *Pseudo-nitzschia* produisent de l'acide domoïque (AD⁵) quand leur
3 nutrition minérale est déficitaire en silicium. Le REPHY a régulièrement observé ces toxines
4 dans les coquilles St Jacques en Bretagne Ouest. Le modèle montre la production d'AD au large
5 de la sous-région marine mers celtiques (ce qui ne peut être validé actuellement en raison de
6 l'absence totale de mesures de toxines sur cette zone).

7 **1.2. Lacunes et manques identifiés**

8 La très grande variabilité et hétérogénéité de la répartition du phytoplancton constitue une
9 difficulté importante quant à la représentativité des données acquises lors des campagnes de
10 prélèvements in-situ (représentativité spatiale – verticale et horizontale – et temporelle).
11 L'étendue spatiale des zones étudiées empêche d'avoir une vision précise et exacte des
12 communautés phytoplanctoniques, même à un instant T. Les résultats des différentes études sont
13 parfois contradictoires. Plusieurs causes peuvent être suggérées : l'année de l'étude, les zones
14 échantillonnées, les moyens de prélèvement, le pas de temps de l'échantillonnage, les méthodes
15 d'analyses utilisées, l'évolution de la taxinomie, etc. De même, les différentes méthodes utilisées
16 pour quantifier le phytoplancton (chlorophylle, biomasse, dénombrement) conduisent à faire
17 varier l'importance relative des différents groupes entre les différentes études. La représentativité
18 du paramètre chlorophylle n'est pas toujours très juste pour déterminer l'abondance, surtout pour
19 les espèces de petite taille. Il n'existe que peu de données concernant les espèces toxiques ou
20 nuisibles (hormis *Pseudo-nitzschia sp.* et *Karenia mikimotoi*) et peu ou pas de données
21 concernant les espèces indicatrices de la qualité du milieu. Il y a peu d'informations et de prise en
22 compte des espèces phytoplanctoniques benthiques.

23

24 La sous-région marine mers celtiques est caractérisée par la présence de diatomées, avec des
25 efflorescences au printemps et en automne. Les dinoflagellés sont dominants au printemps-été au
26 niveau des zones frontales, période durant laquelle le nanophytoplancton peut être abondant. En
27 été, ce sont les prymnesiophycées qui sont dominantes. Ces observations sont confirmées par
28 l'analyse d'images satellite et la modélisation. Certaines espèces de phytoplancton susceptibles
29 de produire des toxines dangereuses pour le consommateur sont observées (*Pseudo-nitzschia*
30 *sp.*), ainsi que certaines autres pouvant être nuisibles pour l'environnement (*Lepidodinium*
31 *chlorophorum*, *Karenia mikimotoi* et *Phaeocystis sp.*).

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

41

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

1 **2. Communautés du zooplancton**

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

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

16 **2.1. Résultats**

17 **2.1.1. Résultats du recensement**

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

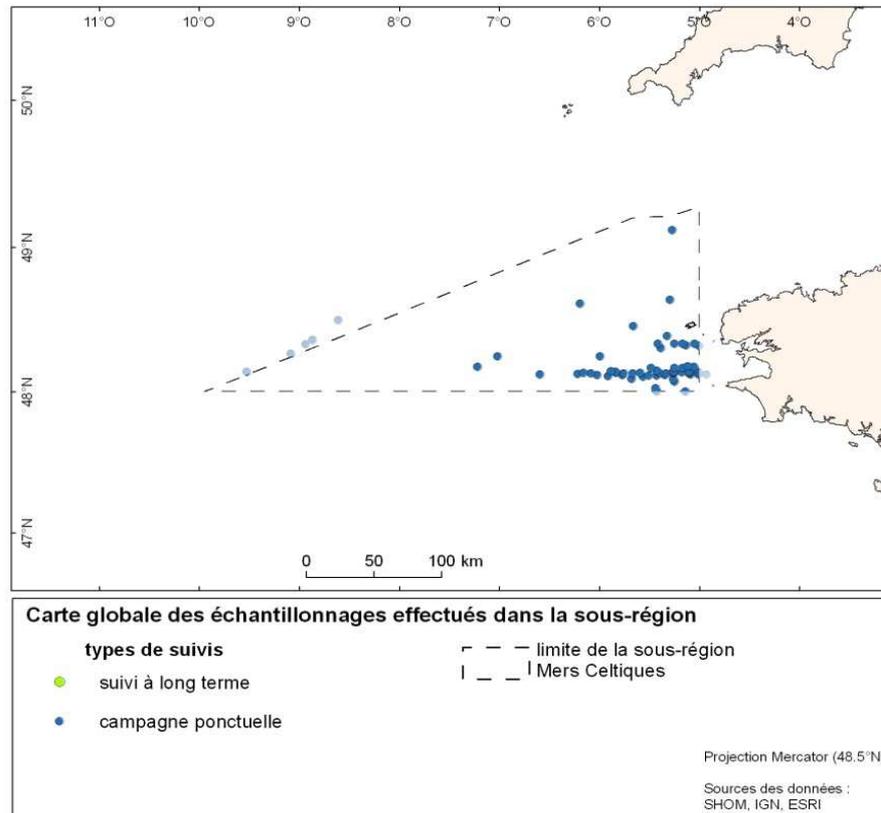


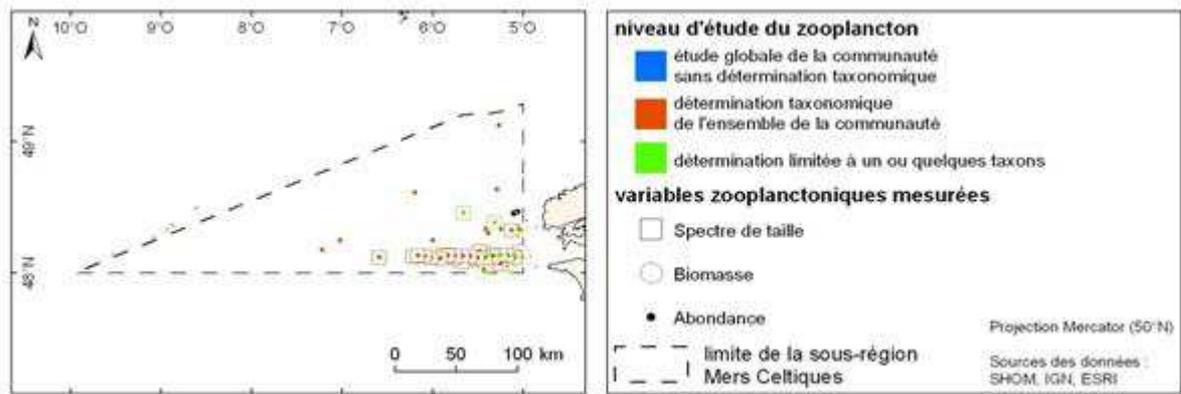
Figure 24 : Distribution spatiale de l'ensemble des prélèvements recensés depuis 1971 (sources : CNRS, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, La Rochelle), parc naturel marin d'Iroise).

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.

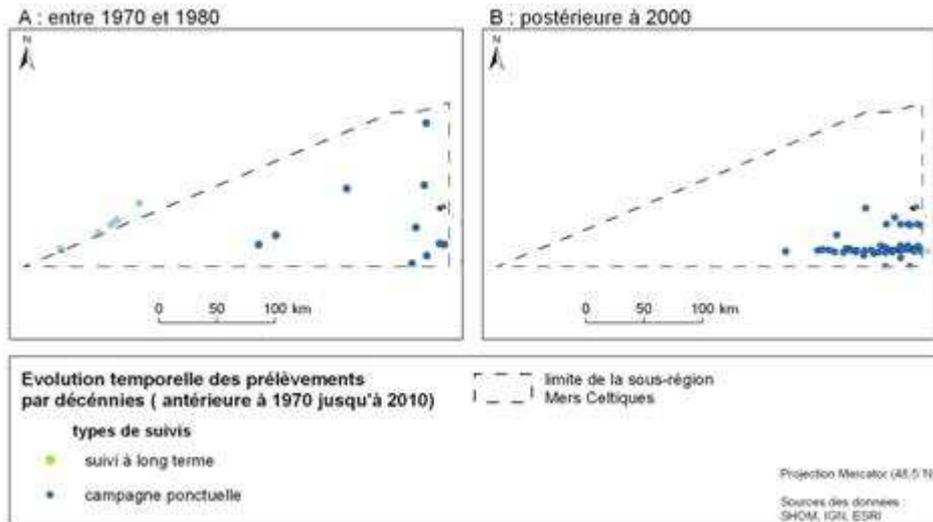
Les méthodes d'analyses du zooplancton varient également d'une étude à l'autre. La détermination taxonomique de l'ensemble de la communauté est la plus fréquente et concerne 75 % des échantillons (Figure 25). Ces acquisitions sont pour la plupart réalisées à l'aide de filets WP2. La détermination limitée 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.



1
2
3 Figure 25 : Types d'études réalisées (source des données zooplancton : CNRS, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, La Rochelle, parc naturel marin d'Iroise).

4 2.1.3. Evolutions spatiale et temporelle des prélèvements

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



10
11
12 Figure 26 : Répartition des prélèvements par décennies (source des données zooplancton : CNRS, ILE, Ifremer, Universités (Bordeaux, Paris 6, parc naturel marin d'Iroise).

13 2.1.4. Zones sensibles

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

16 **Conclusion**

17 Bien que le zooplancton soit intégré à de nombreuses études portant sur l'écosystème marin, il
18 n'existait pas actuellement de base de données regroupant l'ensemble des travaux effectués sur
19 ce groupe. L'analyse spatio-temporelle de l'ensemble de ces données reste un exercice à faire
20 comportant 3 verrous majeurs : la constitution de la base de données, l'hétérogénéité des

1 méthodes et la diversité des échelles spatiales et temporelles. Cette analyse est cependant
2 souhaitable pour mettre en évidence les traits « robustes » de la dynamique du compartiment
3 zooplanctonique dans cette sous-région marine.

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

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

8

9 Les travaux sur le zooplancton dans cette sous-région marine sont relativement dispersés et
10 souvent locaux ce qui rend la synthèse difficile à réaliser. 8 jeux de données ont été identifiés
11 avec une forte hétérogénéité spatiale. Les secteurs les mieux documentés sont ceux situés à
12 proximité des stations marines, des instituts océanographiques et ceux liés au suivi des impacts
13 des centrales thermiques littorales. Très peu d'informations sont disponibles sur la zone
14 hauturière de cette sous-région marine.

15

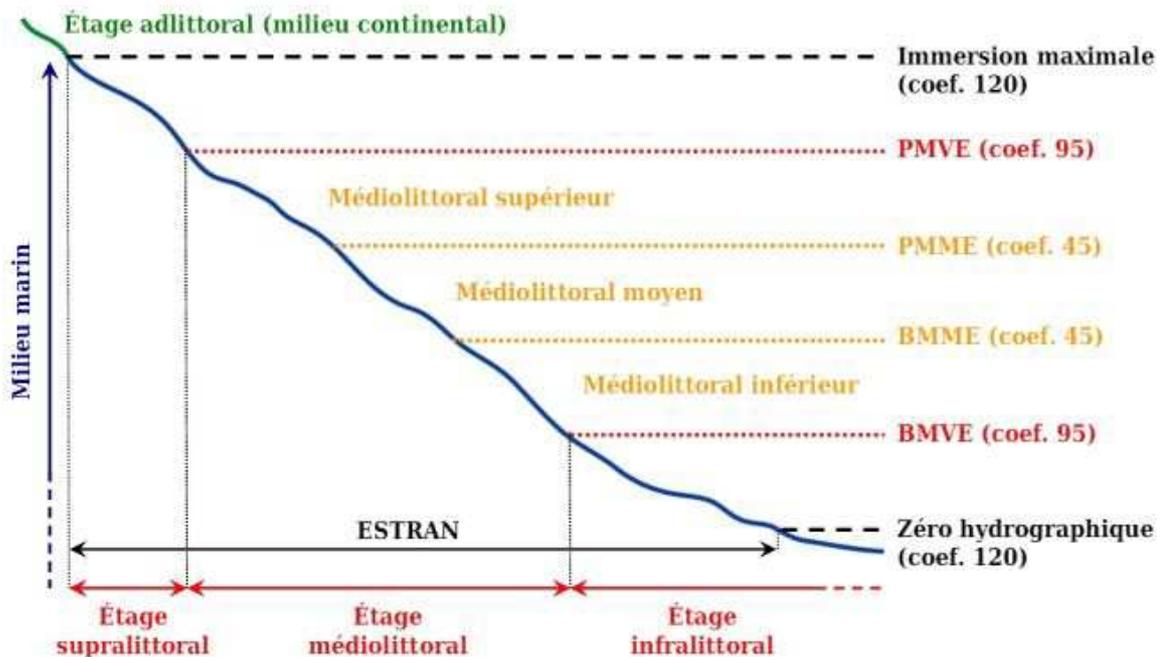
16

17

1 3. Biocénoses du médiolittoral

2 L'étage médiolittoral correspond à la zone de rétention et de résurgence de la zone de
3 balancement des marées, il se complète avec l'étage supralittoral (zone de sable sec) pour former
4 la zone intertidale dans son ensemble (Figure 18).

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



6
7 Figure 27 : Situation de l'étage médiolittoral sur les côtes marines.

8 3.1. Biocénoses des fonds meubles du médiolittoral

9 Les biocénoses des estrans meubles présentées ici n'apparaissent que sous une seule entrée dans
10 les cahiers d'habitats côtiers (1140 Estrans de sable) qui justifient la désignation de sites Natura
11 2000. L'emploi de la typologie EUNIS permet d'apporter des distinctions pratiques entre les
12 communautés ayant fait l'objet d'études sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique.

13 3.1.1. Connaissances et données disponibles

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

- 15 – la base de données RESOMAR ;
- 16 – les documents du Réseau Benthique REBENT ;
- 17 – les documents relatifs à la mise en œuvre de la DCE ;
- 18 – les documents d'objectifs (DocOBs) Natura 2000 ;
- 19 – d'autres données provenant soit d'informations transmises, soit d'un travail de recherche
- 20 bibliographique.

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

1 3.1.1.1. Données anciennes – XX^{ème} siècle (avant 2001)

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

7 3.1.1.2. Données récentes – XXI^{ème} siècle (après 2001)

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

12 3.1.2. Synthèse par biocénose

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

15 3.1.3. Discussion, identification des lacunes

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

20

21

22 L'état des connaissances générales des biocénoses des fonds meubles du médiolittoral reste
23 fragmentaire et nécessite des travaux complémentaires, à la fois au niveau spatial et sur des suivis
24 historiques que justifie la richesse de ces peuplements. Cette sous-région marine se caractérise
25 par la quasi absence de perturbations d'origine terrestre ce qui en fait une zone d'intérêt
26 patrimonial.

27

28 3.2. Biocénoses des fonds durs du médiolittoral

29 Cette partie décrit les biocénoses des fonds durs du médiolittoral : leurs caractéristiques et l'état
30 des connaissances concernant notamment leur répartition géographique et les pressions qui
31 s'exercent sur ces biocénoses. Seuls les blocs relativement stables et les roches, roche-mère
32 affleurante ou roche en place, sont pris en considération, à l'exclusion des sables, vases, graviers
33 et cailloutis (sédiments fins à grossiers, homogènes à hétérogènes). Cinq biocénoses de fonds
34 durs sont étudiées : roches et blocs médiolittoraux à dominance algale, roches et blocs
35 médiolittoraux à dominance animale, cuvettes ou mares permanentes, grottes en mer à marée,
36 champs de blocs. Les communautés calcaires du littoral ne sont pas présentes dans cette sous-
37 région marine.

1 3.2.1. Roches et blocs médiolittoraux à dominance algale

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

- 4 – Natura 2000 : 1170 (1170_2) ;
- 5 – EUNIS : A1.123 ; A1.211, 212, 213, 214, 215 ; A1.211, 212, 213, 214, 215 ; A1.311,
6 312, 313, 314, 315 ; A3.21, 221;
- 7 – ZNIEFF-mer: II 5.1, 5.2, 5.3, 5.4

8 Lorsque les roches et blocs sont présents du haut en bas de l'estran et que la nature de la roche et
9 l'hydrodynamisme le permettent, on peut observer la zonation verticale suivante des ceintures
10 (populations linéaires) de macroalgues dominantes (structurantes), de haut en bas : *Pelvetia*
11 *canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum* / *F. vesiculosus*, *F. serratus* /
12 Rhodophyceae, *Himantalia elongata* / *Bifurcaria bifurcata* / Rhodophyceae, *Laminaria*
13 *digitata* (cf. annexe I de la contribution thématique associée). La sous-région marine appartient à
14 une zone géographique où l'ensemble de cette structuration est visible.

15 3.2.1.1. Distribution géographique

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

21 3.2.1.2. Diversité des espèces et structure des peuplements

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

24 3.2.1.3. Tendances évolutives et menaces potentielles

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

27 3.2.2. Roches et blocs médiolittoraux à dominance animale

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

- 30 – Natura 2000 : 1170 (1170_3) ;
- 31 – EUNIS (2004) : A1.111 ; A1.112 ; A1.113 ;
- 32 – ZNIEFF-mer : II5.5, II5.5.1 ;
- 33 – REBENT : R03.

34 3.2.2.1. Description de l'habitat

35 Les roches et blocs médiolittoraux à dominance animale constituent un habitat de substrat dur
36 situé sur toute la zone médiolittorale, majoritairement dans des sites exposés ou très exposés. Cet
37 environnement favorise l'installation de communautés animales sur la roche, dans les fissures et
38 anfractuosités du milieu, aux dépens des communautés de macroalgues dressées, moins

1 adaptées aux conditions difficiles du fort hydrodynamisme. Néanmoins, des espèces végétales
 2 résistantes peuvent également être présentes dans les fissures ou des cavités qui créent des
 3 microhabitats plus protégés. La base de la biocénose est constituée par les cirripèdes
 4 (*Semibalanus balanoides*, *Chthalamus stellatus* ou *C. montagui*, etc.) accompagnés par des
 5 gastéropodes microbrouleurs (patelles, littorines et gibbules, etc.). Les différentes espèces se
 6 distribuent selon le gradient hypsométrique en plusieurs biocénoses dont la richesse spécifique
 7 augmente rapidement du haut au bas de l'estran. Localement, des espèces grégaires
 8 suspensivores peuvent former de véritables bancs couvrant la totalité du substrat rocheux : ce
 9 sont principalement les moules (*Mytilus edulis* et *M. galloprovincialis*), et plus récemment les
 10 huîtres creuses (*Crassostrea gigas*). Les moules, qui jouent un rôle non négligeable dans les
 11 réseaux trophiques car consommées par les crabes, les poissons et certains oiseaux, sont parfois
 12 remplacées par les pouces-pieds (*Pollicipes cornucopiae* = *pollicipes*) sur les parois verticales
 13 des milieux extrêmement battus. Cet habitat, qui présente des conditions de vie difficiles en
 14 terme de contraintes hydrodynamiques, est par contre bien oxygéné et donc rarement dégradé par
 15 la mauvaise qualité des eaux liée aux apports terrigènes, mais il est exposé aux pollutions par les
 16 hydrocarbures venant du large. Cet habitat, qui ne fait pas l'objet de mesures de protection
 17 spécifiques, présente des forts enjeux écologiques et économiques.

18 3.2.2.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine mers celtiques

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

28 3.2.3. Cuvettes ou mares permanentes

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

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

35 3.2.3.1. Description de l'habitat et état des connaissances dans la sous-région marine 36 mers celtiques

37 Les cuvettes sont de taille et de profondeur très diverses, ce qui rend les limites de leur étude
 38 particulièrement difficiles à définir. Par ailleurs, les conditions environnementales y sont très
 39 variables, en fonction de leur volume à l'émersion et de leur niveau sur l'estran, qui conditionne
 40 leur durée moyenne d'émersion. En fonction de ces caractéristiques, les paramètres
 41 environnementaux vont influencer sur la colonisation du substrat des cuvettes par les bactéries, les
 42 cyanobactéries, le microphytobenthos, puis les macroalgues et la faune associée. Il faut noter que

1 l'étude des cuvettes n'est pertinente qu'en mode battu sur roches métamorphiques, alors que, sur
 2 les platiers calcaires, le mode d'exposition à l'hydrodynamisme pourrait être moins limitant. On
 3 peut distinguer trois types théoriques pour les cuvettes présentes sur le littoral Manche-
 4 Atlantique : les cuvettes profondes de bas niveau, les cuvettes intermédiaires du milieu de l'estran
 5 et celles de faible taille des hauts niveaux. Les cuvettes constituent, en mode exposé, des zones
 6 refuges pour la végétation et la faune, la persistance d'eau de mer y autorise la remontée de
 7 diverses espèces à des niveaux plus élevés que celui de leur biotope (algues rouges sciaphiles,
 8 Corallinaceae, Bifurcaria, Laminariales). Elles sont souvent tapissées de Corallinacées
 9 encroûtantes (*Lithophyllum spp.* ou *Mesophyllum lichenoides*), y compris au-dessus du niveau de
 10 la mi-marée, tandis que les thalles dressés des Corallines investissent plutôt les fissures et les
 11 cassures, accompagnées en cela par d'autres Rhodophycées et divers mollusques (*Littorina*,
 12 *Gibbula*, *Osilinus*, *Nucella*). Dans les hauts niveaux prospèrent des algues vertes euryèces
 13 (*Enteromorpha spp.*), du microphytobenthos (Diatomées épilithes et épiphytes) et des
 14 cyanobactéries. Dans les niveaux intermédiaires, les Chlorophyceae et d'autres macroalgues
 15 (*Scytosiphon* par exemple) se retrouvent couramment sur les coquilles de patelles plus ou moins
 16 inféodées aux cuvettes. On y rencontre aussi des anémones de mer, des isopodes, des
 17 amphipodes et, en allant vers les bas niveaux, des poissons (Blennius par exemple). Les cuvettes
 18 les plus basses et les plus profondes présentent un étagement de laminariales (*L. digitata*, *L.*
 19 *hyperborea*, *Saccharina latissima*, *Saccorhiza polyschides*, *Alaria esculenta* en mode battu), de
 20 dictyotales sur le fond, puis de fucales (*Himanthalia*, Fucaceae, Sargassaceae) en haut et sur leur
 21 pourtour.

22 3.2.3.2. Tendances évolutives et menaces potentielles

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

25 3.2.4. Grottes en mer à marée

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

- 28 – Natura 2000 : 8330 (8330_1) ;
- 29 – EUNIS : A1.44.

30 3.2.4.1. Description de l'habitat

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

1 richement colonisés par une faune et une flore très originales en intertidal, car composées
2 d'espèces de niveaux inférieurs, dont les plus remarquables sont principalement :

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

9 A ces espèces caractéristiques peuvent venir se rajouter toute espèce de l'infra-littoral proche tels
10 mollusques, poissons, annélides, etc.

11 3.2.4.2. Etat des connaissances et suivi dans la sous-région marine mers celtiques

12 Malgré sa fragilité et son intérêt patrimonial majeur, la dynamique et le fonctionnement
13 écologique de cet habitat sont extrêmement peu étudiés, même s'ils sont utilisés pour leur valeur
14 pédagogique dans la formation des étudiants en biologie marine. Bien que la côte de l'île
15 d'Ouessant abrite quelques-unes des grottes les plus imposantes de Bretagne, il n'a pas été
16 possible d'identifier de publication y faisant référence. Le manque de données dans la sous-
17 région marine mers celtiques est donc total.

18 3.2.5. Champs de blocs

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

- 21 – Natura 2000 : 1170 (1170_9) ;
- 22 – EUNIS (2004) : A1.2142 ;
- 23 – REBENT : P14.

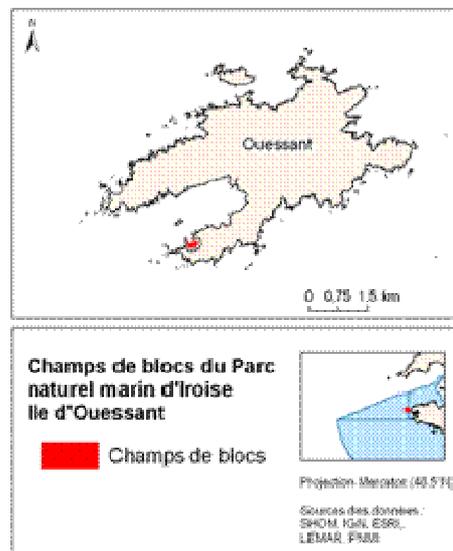
24 3.2.5.1. Caractéristiques de l'habitat

25 La biocénose « champs de blocs », habitat intertidal le plus diversifié, couvre les zones de blocs
26 des plus bas niveaux de l'estran découvrant aux basses mers, accessibles à pied lors de
27 coefficients de marée supérieurs ou égaux à 95, et se situent à la limite entre le bas du
28 médiolittoral et le haut de l'infra-littoral. Du haut en bas de l'estran, le champs de blocs
29 commence par la partie basse de la ceinture à *Fucus serratus* puis se poursuit par le niveau à
30 *Bifurcaria bifurcata* et *Himantalia elongata* et un ensemble d'algues rouges en mélange
31 souvent dominé par le genre *Mastocarpus*. Encore plus bas, cet habitat peut présenter les
32 premières laminaires (*Laminaria digitata*), espèces qui se développent principalement dans
33 l'infra-littoral médian et inférieur. Trois grandes catégories de champs de blocs sont distinguées :
34 les blocs sur sédiments, les blocs sur roche en place et les blocs sur blocs. La biodiversité
35 maximale est atteinte avec la catégorie blocs sur blocs - plusieurs couches de blocs les uns sur les
36 autres - en raison du nombre élevé de microhabitats présents qui offrent des conditions
37 environnementales très favorables à l'installation d'une faune très diversifiée, parfois inhabituelle
38 pour le niveau auquel se trouve cet habitat, en particulier liée à la grande diversité de faune fixée
39 sur les faces inférieures des blocs (spongiaires, ascidies, bryozoaires, actiniaires). Il offre ainsi un
40 abri et une protection contre les grands prédateurs comme oiseaux, grands poissons et crustacés

1 et les facteurs contraignants tels que les variations d'hygrométrie, température, salinité, etc. Les
 2 blocs les plus petits (quelques décimètres cubes) seront parfois retournés et déplacés par les
 3 fortes houles et courants, particulièrement en milieu exposé. Le retournement des blocs de taille
 4 moyenne susceptibles d'abriter une faune intéressante pour la consommation humaine (étrilles,
 5 crabes dormeurs, ormeaux, loches) induit la mortalité de la faune et la flore fixées sur le dessus et
 6 le dessous et permet le développement d'espèces opportunistes telles que les algues vertes.

7 3.2.5.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine mers celtiques

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



15 Figure 28 : Champs de blocs d'Ouessant.
 16

17

18 Cinq biocénoses de fonds durs sont présentes dans la sous-région marine : roches et blocs
 19 médiolittoraux à dominance algale, roches et blocs médiolittoraux à dominance animale, cuvettes
 20 ou mares permanentes, grottes en mer à marée, champs de blocs. La connaissance de ces
 21 biocénoses présente encore de nombreuses lacunes à l'échelle de la sous-région marine mers
 22 celtiques. Sur l'ensemble de cette sous-région marine, la seule zone d'étude pour les substrats
 23 durs médiolittoraux correspond à l'île d'Ouessant, soit une zone très limitée tant en extension
 24 géographique qu'en surface. Les études disponibles pour les différents habitats sont donc très
 25 limitées ou absentes, malgré l'intérêt de cette zone aux particularités environnementales : un
 26 hydrodynamisme fort et une influence anthropique limitée en dehors des pollutions accidentelles.

27

1 3.3. Habitats particuliers du médiolittoral

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

8 3.3.1. Bancs intertidaux de *Mytilus edulis* sur les sédiments mixtes et sableux

9 3.3.1.1. Caractéristiques de l'habitat

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

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

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

27 3.3.1.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine mers celtiques

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

31 3.3.2. Herbiers à *Zostera noltii*

32 3.3.2.1. Caractéristiques de l'habitat

33 Le long des côtes Manche-Atlantique, la zostère marine (*Zostera marina*) et la zostère naine
 34 (*Zostera noltii*), sont les seules angiospermes qui vivent en milieu marin, l'espèce *Ruppia*
 35 *maritima* ne se développant qu'en milieu saumâtre, dans les étangs arrière dunaires ou les
 36 lagunes. *Z.marina* se développe dans les sédiments de la zone infralittorale, depuis la frange
 37 émergente aux basses mers de grands coefficients jusqu'à 3 - 4 mètres de profondeur
 38 (exceptionnellement 10 mètres dans les eaux claires des milieux insulaires). Sur le gradient
 39 hypsométrique, il peut y avoir continuité mais il n'y a pas de véritable recouvrement avec les

1 herbiers de zostères naines excepté quand les *Z. marina* s'implantent dans les cuvettes ou sur des
2 vasières sur lesquelles se maintient une fine pellicule d'eau pendant la basse mer.

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

8 *Zostera noltii* est de manière générale moins sensible que *Zostera marina* aux facteurs
9 environnementaux, mais, tout comme *Z. marina*, elle supporte mal les changements rapides et
10 prolongés des conditions hydrologiques et sédimentaires et du taux de sels nutritifs dans l'eau.

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

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

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

22 3.3.2.2. Etat des connaissances et suivis dans la sous-région marine mers celtiques

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

24 3.3.3. Les récifs d'Hermelles (*Sabellaria alveolata*)

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

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

30

31

32 Un seul habitat particulier de l'étage médiolittoral est identifié dans cette sous-région marine : les
33 bancs intertidaux de moules. Les herbiers de *Zostera noltii* et *Zostera marina*, les récifs
34 d'hermelles et de *Sabellaria* n'ont pas été observés. Des investigations complémentaires, des
35 travaux spécifiques seront toutefois à engager pour compléter l'état de la connaissance sur la
36 biologie, la répartition et l'évolution des habitats particuliers soumis à réglementation européenne
37 (DCE, DHFF) ou pris en compte par des conventions (OSPAR).

38

39

1 **4. Biocénoses de l'infralittoral**

2 Le domaine infralittoral se trouve dans le prolongement de l'étage médiolittoral, soit de la limite
3 inférieure de basse mer jusqu'à la limite avec le circalittoral, définie par la disparition de la
4 lumière à 99 % par rapport à la lumière reçue en surface (Figure 18).

5 **4.1. Biocénoses des fonds meubles de l'infralittoral**

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

8 Les fonds meubles de milieu semi fermé se caractérisent par le fait qu'ils se trouvent à l'abri des
9 fortes influences hydrodynamiques par le biais de la présence de zones rocheuses qui réduisent
10 les courants de marées permettant une sédimentation des particules fines, surtout à proximité des
11 estuaires. Les fonds meubles de milieu ouvert sont sous l'influence des courants de marée et
12 houles du large, dans un milieu dispersif où les dépôts de particules fines sont limités.

13 Les deux types d'habitats cités ci-dessus sont sensibles à l'abrasion. En effet, la déstructuration
14 des sédiments dégrade les communautés benthiques en faisant disparaître certaines espèces de
15 grande taille, entraînant baisse de diversité, altération du fonctionnement écologique et des flux
16 de matière entre le fond et la colonne d'eau. Les biocénoses dont il sera fait référence ici
17 concernent les sédiments infralittoraux et apparaissent sous deux entrées dans les cahiers
18 d'habitats côtiers : 1110 Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine et 1160
19 Grandes criques et baies peu profondes ; l'emploi de la typologie EUNIS permet d'apporter des
20 distinctions pratiques entre les communautés ayant fait l'objet d'étude sur les côtes françaises de
21 la Manche et de l'Atlantique.

22 **4.1.1. Connaissances et données disponibles**

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

- 24 – la base de données RESOMAR ;
- 25 – les documents mis en ligne du Réseau Benthique REBENT, qui permettent également
- 26 d'accéder aux travaux réalisés pour la mise en œuvre de la DCE ;
- 27 – les documents d'objectifs (DocOBs) Natura 2000 ;
- 28 – d'autres données provenant soit d'informations transmises, soit d'un travail de recherche
- 29 bibliographique.

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

32 **4.1.1.1. Données anciennes – XX^{ème} siècle (avant 2001)**

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

1 4.1.1.2. Données récentes – XXI^{ème} siècle (après 2001)

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

5 4.1.2. Synthèse par biocénose, tendances

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

8 4.1.3. Discussion, identification des lacunes

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

14

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

22

23 4.2. Biocénoses des fonds durs de l'infralittoral

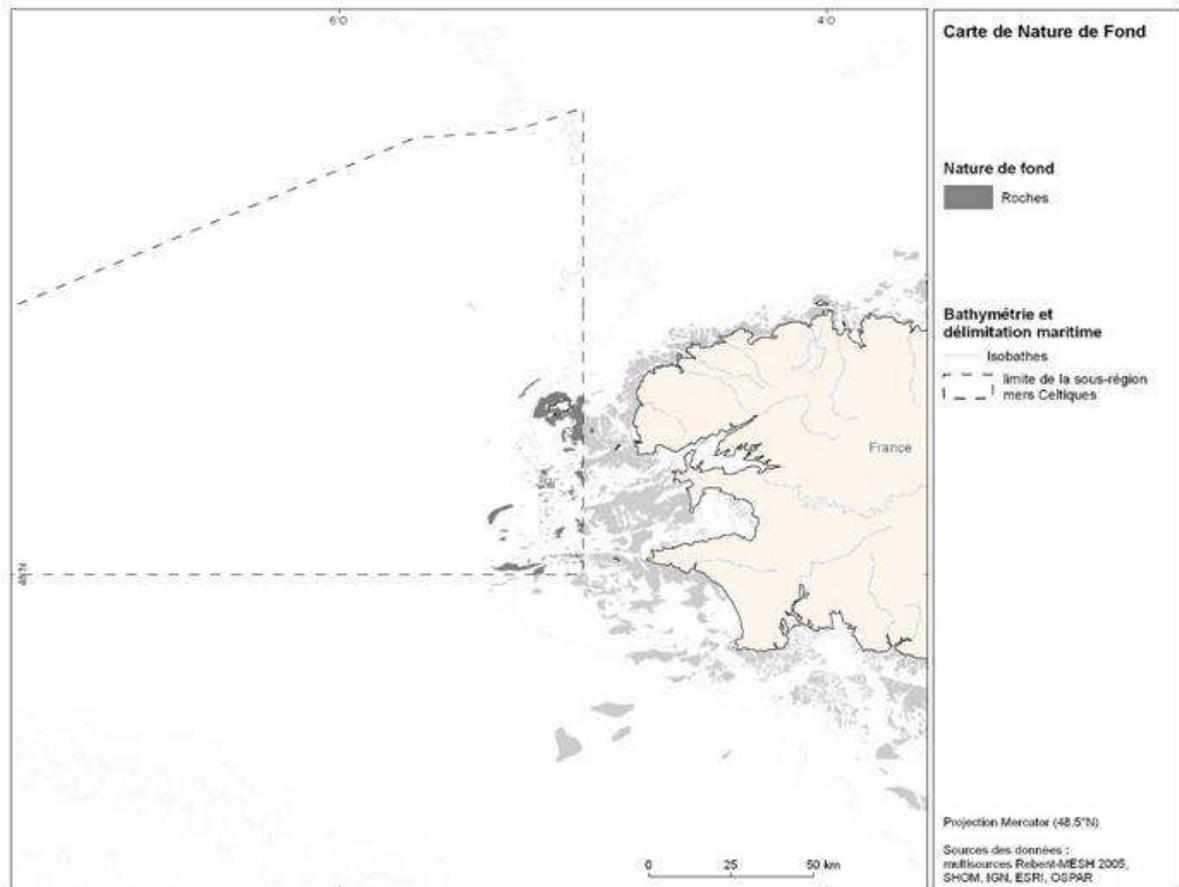
24 Les biocénoses des fonds subtidiaux rocheux sont réparties au sein de 2 étages (cf. annexe 1 de la
25 contribution thématique associée):

- 26 – l'étage infralittoral, caractérisé par les algues photophiles (laminaires, cystoseires, etc.) et
27 qui dépasse -30 m C.M. (Côte Marine). En mer d'Iroise, il peut être limité à quelques
28 mètres ou disparaître totalement dans les eaux les plus turbides. L'infralittoral supérieur
29 correspond à la ceinture à laminaires (ou autres grandes algues brunes) denses (≥ 3
30 pieds/m²), l'infralittoral inférieur correspond à la ceinture à laminaires (ou autres grandes
31 algues brunes) clairsemées (< 3 pieds/m²) ;
- 32 – l'étage circalittoral est marqué par la disparition des algues photophiles et un
33 développement des espèces animales (la limite circalittoral côtier – circalittoral du large
34 correspondant à la fin des algues dressées).

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

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

3 Le substrat rocheux subtidal, très minoritaire à l'échelle de cette sous-région se cantonne à la
4 partie côtière située, à l'extrême sud-est des mers celtiques et ne concerne que Ouessant (Figure
5 29).



6
7 Figure 29 : Carte des fonds rocheux de la sous-région marine mers celtiques.

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

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

13 4.2.1. Roches et blocs de la frange infralittorale supérieure

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

1 niveau de Roscoff. En mers celtiques, sa présence est enregistrée à Ouessant. Le suivi des
 2 populations de *Pollicipes pollicipes* présente un intérêt certain en termes de répartition
 3 géographique, dans le contexte d'un éventuel réchauffement des eaux en particulier. D'autre part,
 4 il faut noter le caractère particulier et vulnérable de l'espèce en raison du braconnage dont elle
 5 fait l'objet, en Bretagne notamment. En mode un peu moins exposé se développe l'ensemble à
 6 *Himanthalia elongata*, *Fucus serratus*, *Corallina elongata*, *Palmaria palmata*, *Mastocarpus*
 7 *stellatus* et *Osmundea pinnatifida*.

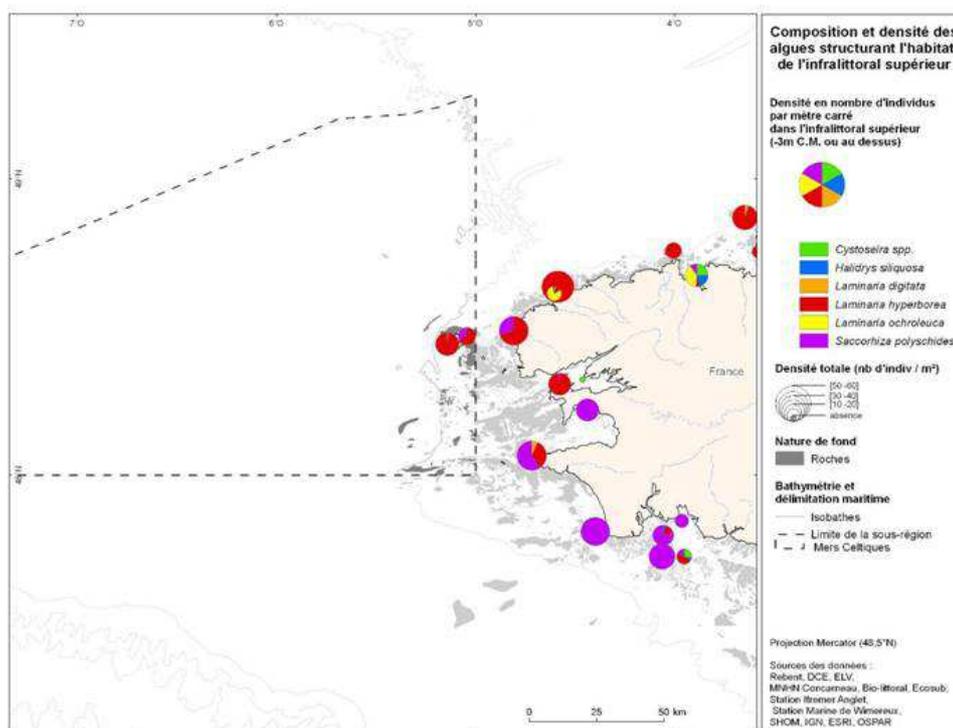
8 4.2.1.1. Les roches de l'infralittoral

9 **Biocénoses à laminaires**

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

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

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



25
26

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

1 **Biocénoses à couverture végétale autre que les laminaires**

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

5 **Biocénoses dominées par la faune**

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

11 4.2.2. Les espèces listées par les conventions internationales et directives européennes

12 Plusieurs espèces présentes dans les biocénoses benthiques des fonds rocheux de l'infralittoral
13 des mers celtiques figurent dans la réglementation européenne et les textes des conventions des
14 mers régionales (Natura 2000, Conventions OSPAR et de Berne), parmi lesquelles les crustacés
15 *Homarus gammarus* et *Palinurus elephas*, la rhodophycée *Gymnogongrus crenulatus*, les
16 mollusques, *Nucella lapillus* et *Ostrea edulis* et l'éponge *Tethya citrina*.

17 4.2.3. Conclusion et perspectives

18 A Ouessant, l'inventaire ZNIEFF-mer et le suivi REBENT ont fortement contribué à la
19 connaissance et à la caractérisation de ces biocénoses, notamment au travers de l'approche des
20 faciès. Aujourd'hui, le projet de « Mise en réseau des suivis des biocénoses des roches subtidales
21 de la façade Manche-Atlantique » devrait contribuer à améliorer les connaissances dans ce
22 domaine et permettre ainsi l'évaluation de l'état de conservation de ces biocénoses.

23

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

28

29 4.3. Habitats particuliers de l'infralittoral

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

1 4.3.1. Herbiers à *Zostera marina*

2 4.3.1.1. Etat des connaissances et suivis dans la sous-région marine mers celtiques

3 Sur l'île d'Ouessant, deux herbiers subtidaux ont été localisés dans les anses les plus abritées
 4 (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
 5 cartographie de ces herbiers. Il n'y a pas d'autre fond dans cette sous-région marine susceptible
 6 d'abriter des herbiers de zostères.

7 4.3.2. Bancs de maërl

8 4.3.2.1. Caractéristiques de l'habitat

9 Le terme de maërl désigne des accumulations d'algues calcaires corallinacées (en France,
 10 essentiellement les espèces *Lithothamnion corallioides* et *Phymatolithon calcareum*) vivant
 11 librement sur les fonds meubles. Le maërl constitue une véritable formation végétale
 12 tridimensionnelle qui fournit une très large gamme de microhabitats permettant à une flore et une
 13 faune extrêmement variées de trouver support, refuge et alimentation. La biocénose associée au
 14 maërl est ainsi d'une très grande diversité et constitue potentiellement un réservoir de
 15 biodiversité. En outre, les bancs de maërl jouent un rôle important dans le fonctionnement des
 16 systèmes côtiers où ils sont présents, en offrant aux juvéniles de nombreuses espèces d'intérêt
 17 commercial (bars, dorades, lieux, etc.) un lieu privilégié pour passer leurs premiers stades
 18 larvaires, se métamorphoser et/ou se protéger des prédateurs. D'autre part, les bancs de maërl
 19 constituent localement une importante source de particules sédimentaires carbonatées pour
 20 d'autres habitats marins, principalement pour les plages. Les espèces constitutives du maërl ont
 21 une croissance très lente (de l'ordre de 300 µm par an), et l'âge de certains bancs est estimé à
 22 plus de 8 000 ans. De part la biodiversité qu'il abrite et la faiblesse de sa croissance, le maërl
 23 constitue un habitat extrêmement vulnérable et sensible aux activités anthropiques, d'où sa
 24 protection par la convention OSPAR et par la DHFF. Sur les côtes françaises de la Manche et de
 25 l'océan Atlantique les bancs de maërl sont essentiellement présents autour des côtes de Bretagne,
 26 de l'île de Ré aux îles Chausey. La possible présence de bancs de maërl en Manche orientale et
 27 en mer du Nord reste à documenter.

28 4.3.2.2. Etat des connaissances en mers celtiques

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

33 4.3.3. Bancs de modioles

34 4.3.3.1. Caractéristiques de l'habitat

35 *Modiolus modiolus* est une espèce pan-boréale longévive très répandue, avec des populations
 36 présentes localement à de fortes densités. Les individus se fixent au substrat puis les uns aux
 37 autres, aboutissant à la création de bancs qui peuvent recouvrir le fond sur plusieurs hectares. Sur
 38 les côtes françaises, ils se situent dans le détroit du Pas-de-Calais au large du Cap-Gris-Nez et de
 39 manière plus incertaine dans le golfe de Gascogne. Les données récoltées n'étant pas suffisantes
 40 pour différencier les bancs des individus dispersés, leur présence le long des côtes françaises est

1 remise en cause. D'une manière générale, cet habitat est considéré comme en danger et/ou en
 2 déclin dans les régions OSPAR où il se rencontre. Les communautés benthiques associées aux
 3 bancs font parties des communautés les plus diversifiées du nord-ouest de l'Europe, comprenant
 4 de 90 à 270 espèces d'invertébrés benthiques. Les bancs de *Modiolus modiolus* modifient la
 5 structure sédimentaire (stabilisation), augmentent la complexité topographique et créent un
 6 substrat attractif pour le macrobenthos. Il est possible qu'ils jouent un rôle de nurserie ou de
 7 zone refuge pour certaines espèces.

8 4.3.3.2. Connaissance de l'habitat dans la sous-région marine mers celtiques

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

10 4.3.4. Bancs d'huîtres plates sur sédiments hétérogènes

11 4.3.4.1. Caractéristiques de l'habitat

12 Les huîtres sauvages se développent dans les eaux côtières généralement sur des fonds de 0 à 10
 13 m, rarement jusqu'à 30 m. Lorsque leur densité dépasse 5 individus par m², on parle d'un "banc
 14 d'huîtres", reconnu par la convention OSPAR comme un habitat. Les bancs d'huîtres plates se
 15 développent sur des fonds de 0 à 6 m, en zone abritée à salinité variable, souvent de type
 16 estuarienne, mais sur des sédiments peu ou pas vaseux, car les substrats durs (coquilles,
 17 cailloutis, etc.) doivent être propres et dépourvus de couche de vase pour permettre la fixation du
 18 naissain. Des quantités importantes de coquilles d'huîtres mortes peuvent être présentes et
 19 constituer un support pour un grand nombre d'espèces sessiles. Dans l'ensemble de son aire de
 20 distribution, l'espèce et son habitat associé sont en déclin avéré. Dans les années 70, deux
 21 maladies parasitaires, la « Bonamiose » et la « Marteiliose », ont en effet provoqué une très forte
 22 mortalité sur les huîtres bouleversant l'équilibre des bancs naturels ainsi que les méthodes de
 23 production. Depuis, peu de données sont disponibles sur les stocks résiduels, et surtout sur la
 24 dynamique des quelques populations reliques. En Bretagne, les bancs d'huîtres plates étaient
 25 communs dans de nombreux secteurs côtiers présentant des petits estuaires, et des grandes baies
 26 comme la rade de Brest, le golfe du Morbihan, la baie de Quiberon, et au nord de la baie de
 27 Morlaix jusqu'aux rives du Cotentin. Les huîtres plates par les bancs qu'elles constituent sont des
 28 espèces clés dans l'écologie des communautés marines. Elles offrent un substrat disponible pour
 29 l'installation d'autres espèces et une nurserie pour les poissons juvéniles. Cet habitat stabilise le
 30 sédiment et joue un rôle protecteur contre l'érosion du trait de côte. En France, l'huître plate est
 31 présente de la Haute-Normandie jusqu'en Poitou-Charentes. Actuellement, elle est surtout
 32 présente de la baie du Mont Saint-Michel au sud de la Bretagne (bancs naturels et élevages).

33 4.3.4.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine mers celtiques

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

36 4.3.5. Récifs de *Sabellaria spinulosa*

37 4.3.5.1. Caractéristiques de l'habitat

38 Le ver polychète *Sabellaria spinulosa* (Leuckart, 1849) vit dans un tube construit à partir de
 39 sable et de fragments coquilliers. Trouvé localement à de fortes densités (jusqu'à plusieurs

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

11 4.3.5.2. Etat des connaissances dans la sous-région marine mers celtiques

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

15 4.3.6. Les tombants, grottes et surplombs

16 Les grottes correspondent à l'habitat 8330 « grottes marines submergées ou semi-submergées »
 17 qui justifie la désignation de sites Natura 2000. Ces habitats vont favoriser l'installation
 18 d'espèces sciaphiles, parmi lesquelles les cnidaires *Alcyonium coralloides*, *Alcyonium digitatum*,
 19 *Leptopsammia pruvoti* et *Parazoanthus axinellae*. Ces espèces sont observées sur les tombants et
 20 surplombs autour de l'île d'Ouessant, mais ne sont pas particulièrement abondantes.

21

22 Six habitats particuliers d'espèces grégaires ont été recherchés dans cette sous-région marine, à
 23 savoir : les herbiers de zostères, les bancs de maërl, d'huîtres plates et de modioles, les récifs à
 24 *Sabellaria spinulosa* (vers polychètes formant localement des récifs) et enfin, les tombants,
 25 grottes et surplombs. Seuls deux herbiers de zostères ont été formellement localisés à Ouessant.
 26 Pris en compte dans le cadre réglementaire de la DHFF, de la DCE, de la convention OSPAR, la
 27 localisation géographique de cinq de ces habitats reste à préciser.

28

29

30

1 5. Biocénoses du circalittoral

2 La frontière supérieure de l'étage circalittoral est située aux alentours de 30 - 40 m. Cette limite
3 correspond à la partie inférieure de la zone photique (1 % de la lumière incidente) délimitant la
4 zone de disparition des macroalgues dressées photophiles et favorisant les algues sciaphiles. La
5 frontière inférieure du domaine circalittoral est indiquée par la rupture de la pente du plateau
6 continental qui marque le début de l'étage bathyal (Figure 18).

7 5.1. Biocénoses des fonds meubles du circalittoral

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

14 5.1.1. Etat des connaissances des biocénoses et espèces benthiques des fonds meubles

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

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

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

31 5.1.2. Conclusion

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

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

7 5.2. Biocénoses des fonds durs du circalittoral

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

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

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

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

31 5.2.1. Les biocénoses à *Eunicella verrucosa* et *Pentapora foliacea*

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

36 5.2.2. Les biocénoses d'hydrodynamisme intense

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

1 5.2.3. Les fonds durs à axinellidés et brachiopodes

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

8 5.2.4. Coraux sur roches et blocs du circalittoral du large

9 Cette biocénose est observée de manière exceptionnelle à partir de 30 m en Iroise, au niveau
 10 d'Ouessant. En mers celtiques, elle est plus généralement rencontrée à des profondeurs de 100 à
 11 300 m. Les espèces caractéristiques *Dendrophyllia cornigera* et *Antipathes subpinnata* sont
 12 particulièrement sensibles aux pressions exercées sur le fond, notamment par certains engins de
 13 pêche.

14 5.2.5. Les espèces listées par les conventions internationales et directives européennes

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

20 5.2.6. Conclusion et perspectives

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

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

33 A Ouessant, l'inventaire ZNIEFF-mer et le suivi REBENT ont fortement contribué à la
 34 connaissance et à la caractérisation de ces biocénoses, notamment au travers de l'approche des
 35 faciès. Aujourd'hui, le projet de « Mise en réseau des suivis des Biocénoses des roches subtidales
 36 de la façade Manche/Atlantique » devrait contribuer à améliorer les connaissances dans ce
 37 domaine et permettre ainsi l'évaluation de l'état de conservation de ces biocénoses.

38

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

8

9 **5.3. Habitats particuliers du circalittoral**

10 **5.3.1. Habitats particuliers et espèces remarquables des fonds meubles**

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

17 L'espèce caractéristique et à forte valeur commerciale est la langoustine *Nephrops norvegicus*
 18 vivant sur des fonds vaseux ou sablo-vaseux. Elle est l'espèce benthique la plus exploitée
 19 (3 415 t débarquées en 1992), les autres espèces étant des poissons démersaux (merlan, églefin,
 20 morue, etc.).

21 **5.3.2. Habitats particuliers et espèces remarquables des fonds durs**

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

26

27 Du fait de sa taille réduite, la sous-région marine mers celtiques abrite relativement peu
 28 d'habitats particuliers, la plupart d'entre eux étant malgré tout listés dans les différents textes
 29 européens et internationaux. De manière générale l'état de la connaissance reste à améliorer pour
 30 évaluer l'état et l'évolution de ces habitats particuliers des fonds durs et meubles du circalittoral.

31 **6. Biocénoses du bathyal et de l'abyssal**

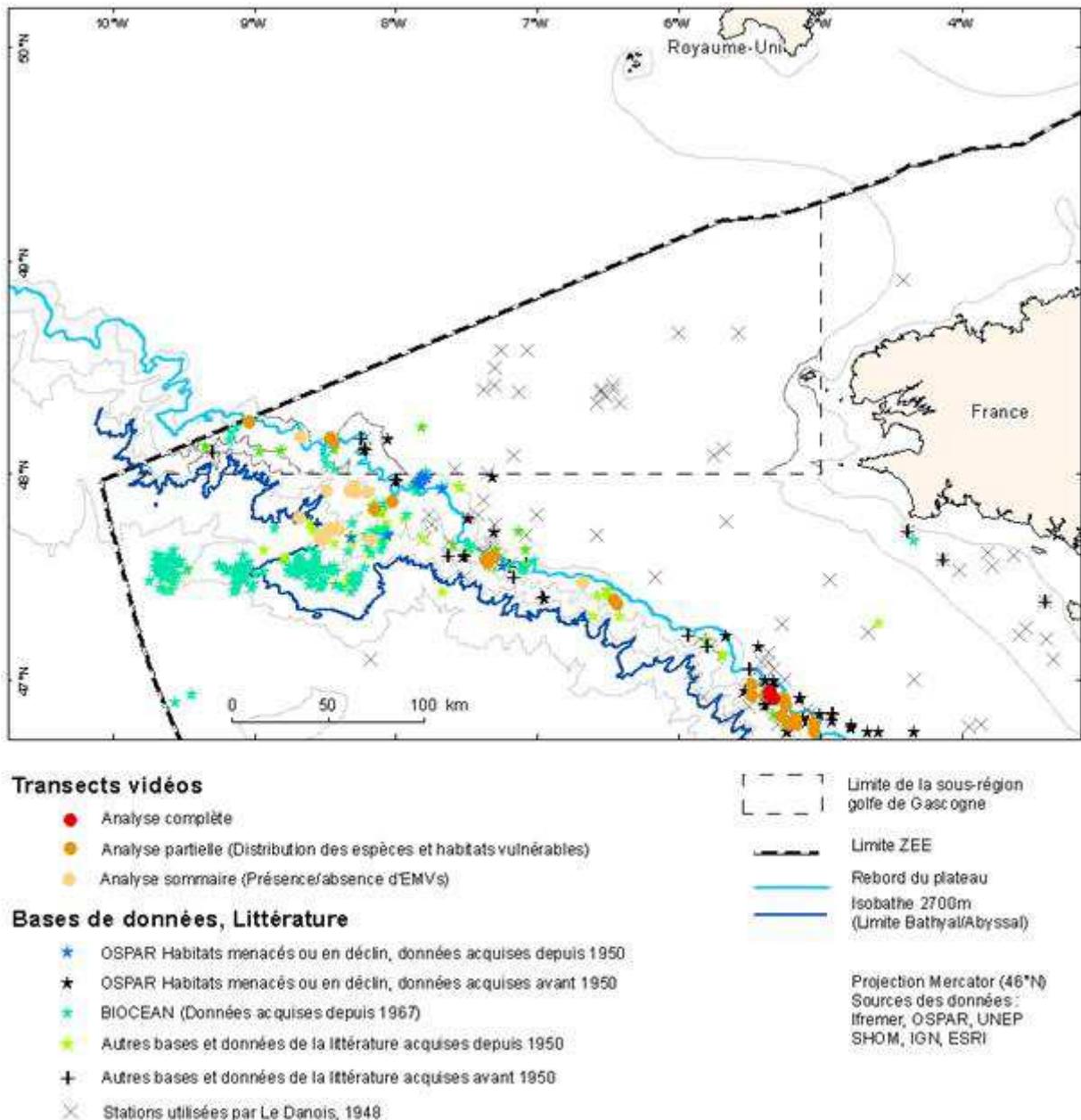
32 Le rebord du plateau, situé aux environs de 200 m, a été retenu comme limite supérieure du
 33 bathyal. En l'absence d'indication régionale, 2700 m a été retenu comme limite inférieure du
 34 bathyal, la zone la plus profonde correspondant à l'abyssal (Figure 18). La zone profonde de la
 35 sous-région marine mers celtiques est constituée d'une zone de canyons, elle appartient presque
 36 exclusivement au domaine bathyal. La zone abyssale n'ayant fait l'objet d'aucun
 37 échantillonnage, toutes les observations disponibles concernent exclusivement le domaine
 38 bathyal.

1 Les mers celtiques ont fait l'objet de prospections pour l'étude des espèces benthiques profondes
2 à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle. Les campagnes réalisées dans les années
3 1970 ont concerné pour l'essentiel une radiale au nord du golfe de Gascogne. Le projet
4 CoralFISH démarré en 2008, dont l'objectif est d'étudier les relations coraux/poissons/pêcheries,
5 a permis de réaliser de nouvelles campagnes mettant en œuvre des caméras pour recueillir de
6 l'imagerie, sur la pente continentale où se concentrent ces espèces et habitats vulnérables. Ces
7 données d'imagerie, ainsi que des données plus anciennes résultant de campagnes halieutiques
8 ou géologiques et des données résultant de campagnes étrangères, ont été analysées pour fournir
9 une première synthèse provisoire de la répartition des Ecosystèmes Marins Vulnérables (EMV)
10 dans les mers celtiques et le golfe de Gascogne.

11 **6.1. Biocénoses des fonds meubles du bathyal et de l'abyssal**

12 6.1.1. Les données existantes

13 Les données décrites dans le document proviennent de bases de données, de la bibliographie et
14 des observations extraites de vidéos sous-marines. Ces données sont représentées dans la Figure
15 31 en distinguant le cas échéant les données acquises avant 1950 de celles acquises depuis.



1

2

3

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

4

6.1.1.1. Bases de données et données de la littérature

5

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.

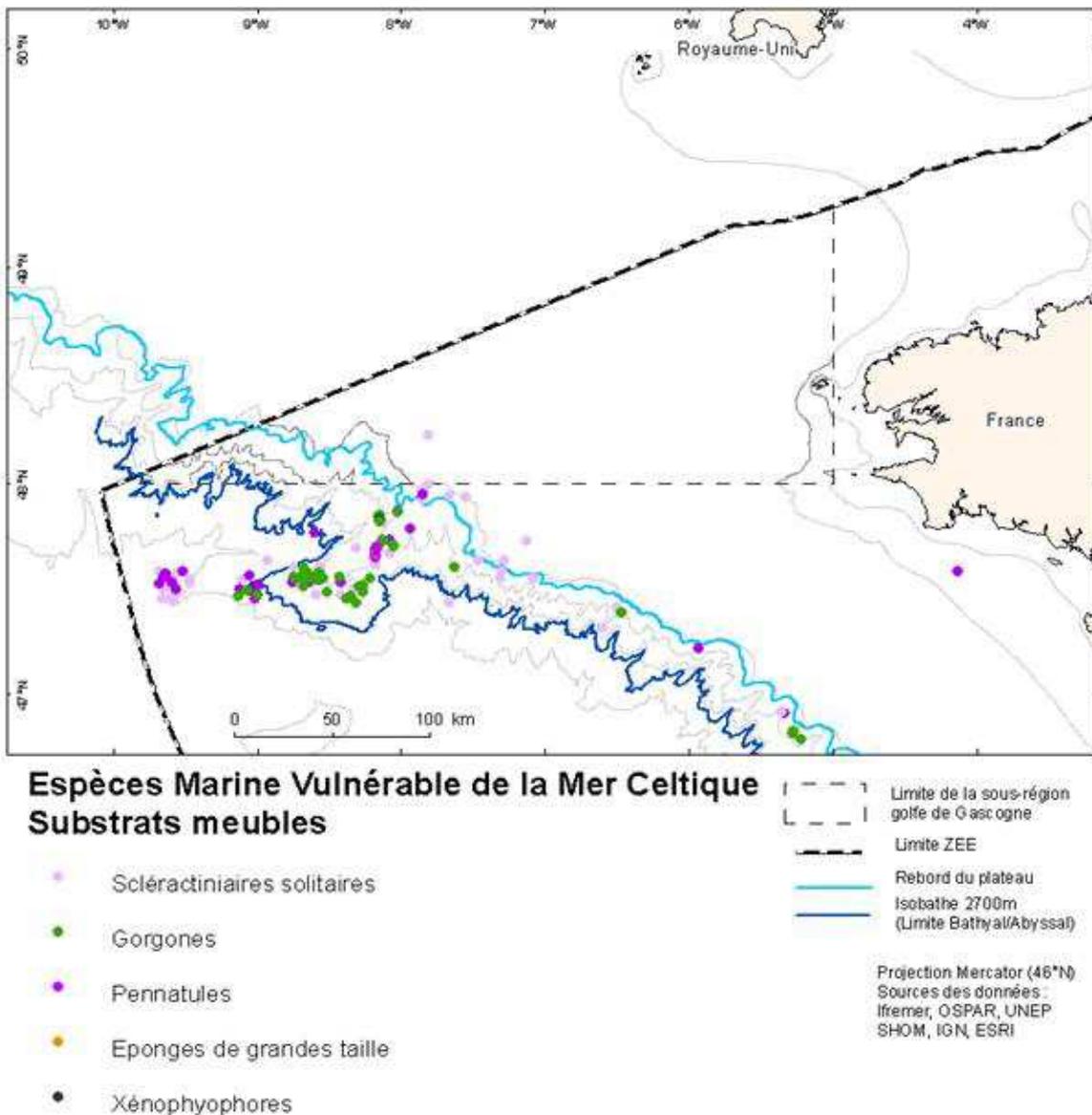
14

1 6.1.1.2. Données d'imagerie

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

7 6.1.2. Les coraux et éponges

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



13
14
15
16

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

1 6.1.3. Etat écologique et tendances

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

4 **Le changement** climatique serait susceptible d'amener des modifications du fait d'un
5 réchauffement, de modifications d'apports particuliers et d'une acidification des eaux qui
6 conduirait inexorablement à une remontée de la limite de saturation des carbonates et en premier
7 lieu de l'aragonite, limitant l'extension en profondeur des organismes qui en dépendent. Les
8 conséquences sur les organismes concernés sont encore très mal connues.

9

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

14

15 6.2. Biocénoses des fonds durs du bathyal et de l'abyssal

16 6.2.1. Les données existantes

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

19 6.2.1.1. Bases de données et données de la littérature

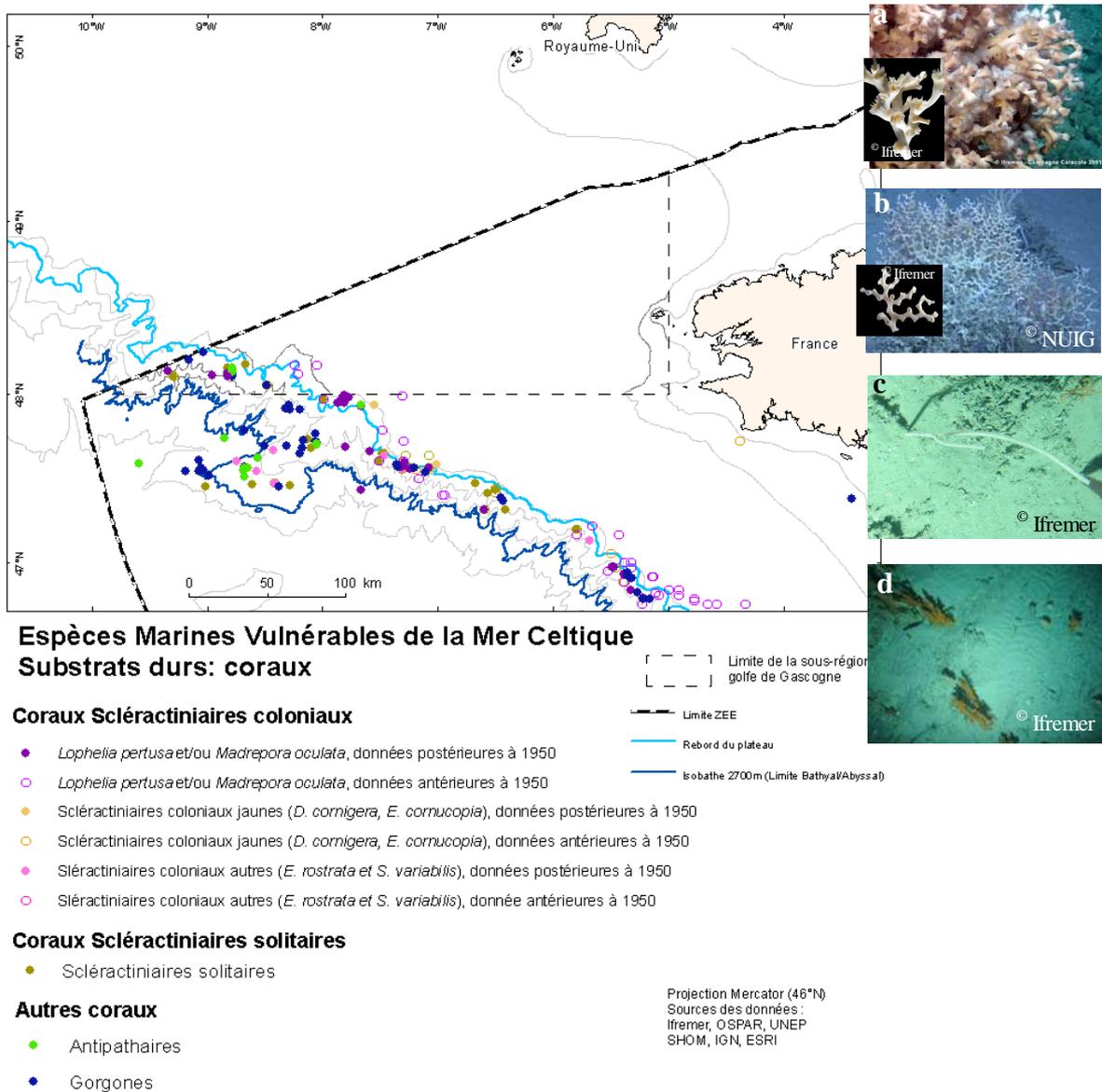
20 La base de données OSPAR concerne les habitats menacés ou en déclin. Pour les agrégats
21 d'éponges, aucune localisation n'a été recensée dans la sous-région. La base de données
22 BIOCEAN rassemble les données récoltées au cours des études conduites sur les différents
23 écosystèmes de l'environnement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

25 6.2.1.2. Données d'imagerie

26 Douze campagnes seulement (OBSERVHAL, 1998 et EVHOE, 2009) ont concerné les mers
27 celtiques. Une nouvelle campagne de grande ampleur (BOBECO) a été menée en septembre
28 2011 à bord du navire océanographique *Pourquoi pas ?* équipé du robot téléopéré Victor 6000.

29 6.2.2. Les coraux et les éponges

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



1
2
3
4
5

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).

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

1 6.2.3. Etat écologique et tendances

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

4 Dans les secteurs étudiés, des altérations dues aux activités humaines sont visibles au cœur du
5 récif (voir thématique « Habitats particuliers du bathyal et de l'abyssal »). La destruction des
6 récifs entraîne la régression, voire la disparition, des espèces associées. L'effet des changements
7 climatiques est également à prendre en considération. Un réchauffement aurait un impact négatif
8 auquel viendrait s'ajouter le risque d'acidification des océans. Cette acidification conduirait
9 inexorablement à une remontée de la limite de saturation des carbonates et en premier lieu de
10 l'aragonite, limitant l'extension en profondeur des organismes qui en dépendent. Les
11 scléactiniaires devraient être les plus sensibles, les moins concernés étant les antipathaires.
12 D'après les modèles, d'ici la fin du XXI^{ème} siècle, près de 70 % des océans devraient être
13 impropres au développement de ces organismes sensibles.

14 6.2.4. Lacunes et besoins d'acquisition de connaissances

15 Compte tenu de la découverte récente de récifs de coraux dans ce secteur, l'exploration doit être
16 poursuivie et doit concerner également la zone plus profonde notamment entre 1 000 et 2 500 m
17 de profondeur. En vue de l'identification des taxa sur images, des échantillons complémentaires
18 devront être prélevés permettant de finaliser le catalogue de référence des images d'espèces *in*
19 *situ*. Des procédures et des tests devront être conduits pour définir les modalités de surveillance
20 adaptées.

21

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

26

27 6.3. Habitats particuliers du bathyal et de l'abyssal

28 6.3.1. Les données existantes

29 Les données (Figure 31) décrites dans le document proviennent de la synthèse réalisée en 1948
30 suite à 30 années de prospection et de l'exploitation de l'imagerie disponible. Les bases de
31 données disponibles ne recensant pratiquement que des occurrences d'espèces ingénier (déjà
32 traité dans le paragraphe relatif aux espèces d'EMVs) et non de véritables habitats/communautés.

33 Douze campagnes françaises et étrangères réalisées entre 1981 et 2010 et totalisant près de 70
34 plongées ont été rassemblées sur le golfe de Gascogne et les mers celtiques : 2 campagnes
35 seulement (OBSERVHAL, 1998 et EVHOE, 2009) ont concerné les mers celtiques, les 4
36 plongées concernent le domaine bathyal. Pour la première campagne, un submersible habité a été
37 utilisé lors d'une seule plongée. Pour EVHOE (campagne CoralFISH), les prises de vue ont été
38 réalisées à l'aide d'un bâti suspendu (SCAMPI), aucune prise d'échantillon n'était possible dans

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

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

9 6.3.2. Habitats particuliers de substrat durs

10 Le dépouillement détaillé des vidéos a permis de mettre en évidence un récif de coraux à
11 *Madrepora oculata* – *Lophelia pertusa* vers 600-700 m ainsi que la très forte hétérogénéité des
12 canyons en termes d'habitats. Sur image, il n'est pas toujours possible de discriminer les deux
13 espèces constructrices de récifs mais *M. oculata* semble dominer légèrement. Ces récifs
14 présentent une faune associée diversifiée avec notamment dans ce secteur de très nombreux
15 antipathaires, notamment ceux du genre *Leiopathes*. Des éponges de grande taille sont présentes
16 dans le récif.

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

20 6.3.3. Etat écologique et tendances, lacunes et besoins d'acquisition de connaissances

21 Les connaissances sont trop éparées et en l'absence de passage répété sur une même zone, il n'est
22 pas possible de dégager de tendances générales. Des destructions, pouvant notamment résulter de
23 l'action d'engins, sont visibles au cœur du récif. Cependant, la destruction des récifs, réduits le
24 plus souvent à des débris, entraîne la régression, voire la disparition, des espèces d'épifaune
25 sessile associées et notamment les scléactiniaires solitaires, antipathaires, gorgones et éponges
26 de grande taille ainsi que d'autres espèces associées.

27 L'effet des changements climatiques est également à prendre en considération, les récifs
28 coralliens tendent à prospérer plus au nord en période interglaciaire. Outre l'impact négatif que
29 pourrait avoir un réchauffement, ou toute modification affectant plus particulièrement la veine
30 d'eau méditerranéenne ou l'apport en particules dont dépendent fortement les organismes cités, il
31 faut considérer également le risque d'acidification des océans. Cette acidification conduira
32 inexorablement à une remontée de la limite de saturation des carbonates et en premier lieu de
33 l'aragonite, limitant l'extension en profondeur des organismes qui en dépendent. Les
34 scléactiniaires devraient être les plus sensibles ; les moins concernés étant les antipathaires.
35 D'après les modèles, d'ici la fin du XXI^{ème} siècle, près de 70 % des océans devraient être
36 impropres au développement de ces organismes sensibles. Toujours d'après ces modèles, le golfe
37 de Gascogne devrait plutôt devenir une zone refuge.

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

40 Toutes ces mesures concernant particulièrement les coraux et les éponges sont justifiées par la
41 vulnérabilité particulière de ces espèces d'épifaune sessile aux actions mécaniques, notamment à

1 celles exercées par les engins de pêche, ainsi qu'aux actions de remise en suspension de
2 particules, par leur croissance faible et leur durée de vie longue et par le fait qu'un certain
3 nombre d'espèces structurent ou caractérisent certains habitats. Leur intégrité peut être utilisée
4 comme un indicateur de la qualité du milieu.

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

7

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

12

1 7. Peuplements démersaux

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

6 7.1. Peuplements démersaux du plateau continental

7 7.1.1. Plateau celtique et zone sous juridiction française

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

14 7.1.2. Populations et communautés démersales

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

29 Comme indiqué ci-dessus, les populations qui forment la communauté ichtyologique des mers
 30 celtiques ont de larges distributions géographiques (Tableau 3). Ainsi, le merlu a une zone de
 31 nourricerie principale sur la grande vase dans le golfe de Gascogne et une plus petite dans les
 32 mers celtiques tandis que la distribution des adultes s'étend du sud du golfe de Gascogne au nord
 33 de la mer du Nord, voire à la mer de Norvège. Pour chacune des deux espèces de baudroie, la
 34 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.

1
2

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 appartient 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 développés 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

3 7.1.2.1. Populations démersales sensibles

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

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

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

⁷ <http://www.UICNredlist.org/>

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

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

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

16 7.2. Peuplements démersaux profonds

17 7.2.1. Habitat démersal profond et zone prise en considération

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

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

30 7.2.2. Populations et communautés démersales

31 7.2.2.1. Rupture plateau-pente

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

⁸ Règlement EU 57/2011 du 18/01/2011.

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

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

13 7.2.2.2. Pente supérieure

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

19 7.2.2.3. Pente moyenne

20 Les Alepocephalidae, grands poissons caractérisés par une proportion d'eau élevée dans leurs
 21 tissus, sont dominants en biomasse et atteignent un pic de biomasse vers 1 000 - 1 200 m, où ils
 22 constituent environ la moitié de la biomasse de poissons. *Alepocephalus bairdii* (mulet noir) est
 23 l'espèce la plus abondante par moins de 1 200 à 1 300 m ; au-delà la contribution à la biomasse
 24 d'autres espèces (*A. Agassizii*, *A. productus*, *Conocara spp.*, *Rouleina spp.*) augmente. Les autres
 25 grandes espèces démersales sont l'hoplostète orange (*Hoplostethus atlanticus*), le grenadier de
 26 roche (*Coryphaenoides rupestris*), le sabre noir (*Aphanopus carbo*) et les requins et chimères.

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

30 7.2.3. Etat des populations et de la communauté

31 L'état des populations doit être appréhendé à l'échelle de leur aire de répartition géographique.
 32 Pour la plupart des espèces rencontrées dans cette zone, elle est plus large que la sous-région
 33 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.

1
2
3

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

4 7.2.3.1. Communauté de la pente moyenne

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

16 Il est à signaler que l'application des critères utilisés par l'UICN pour l'établissement de ses listes
17 rouge, aux espèces marines exploitées, a été discutée à plusieurs reprises par le Conseil
18 Scientifique Technique et Economique des Pêches (CSTEP), en 2006, et plus récemment en
19 2009.

20 7.2.3.2. Populations sensibles de la rupture et de la pente supérieure

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

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

1 *Dipturus batis* regroupe deux espèces dont la confusion a masqué le déclin de la plus grosse. La
2 population de squale bouclé (*Echinorhinus brucus*) est aussi très réduite, voire éteinte, aucune
3 capture n'ayant été signalée depuis plusieurs années. Les populations de pocheteau noir (*Dipturus*
4 *oxyrinchus*) et de requin hâ (*Galeorhinus galeus*) sont également fortement réduites.

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

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

10

11

12 L'habitat océanique de la sous-région marine mers celtiques est stratifié selon la profondeur en :
13 rupture plateau – pente (200 à 400 m) ; pente continentale supérieure (jusqu'à 750 m) ; pente
14 moyenne (jusqu'à 1 500 m). A ces différents niveaux sont associés des populations
15 ichtyologiques spécifiques, de diversité et d'abondance très hétérogène. Les principales espèces
16 exploitées sont concentrées dans les trois premiers niveaux. L'état de ces populations et leur
17 évolution restent toutefois fragmentaires. Les populations de plusieurs grands élasmobranches et
18 de la dorade rose sont en mauvais état. Il existe peu ou pas d'indicateur de tendance des
19 populations vivant au-delà de 1 500 m. Les communautés présentent des variations temporelles
20 liées à la dynamique des populations, dont la cause exacte est encore mal connue.

21

22

1 8. Populations ichtyologiques pélagiques

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

4 8.1. Populations ichtyologiques de petits pélagiques

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

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

18

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

21

22 8.2. Populations ichtyologiques de grands pélagiques

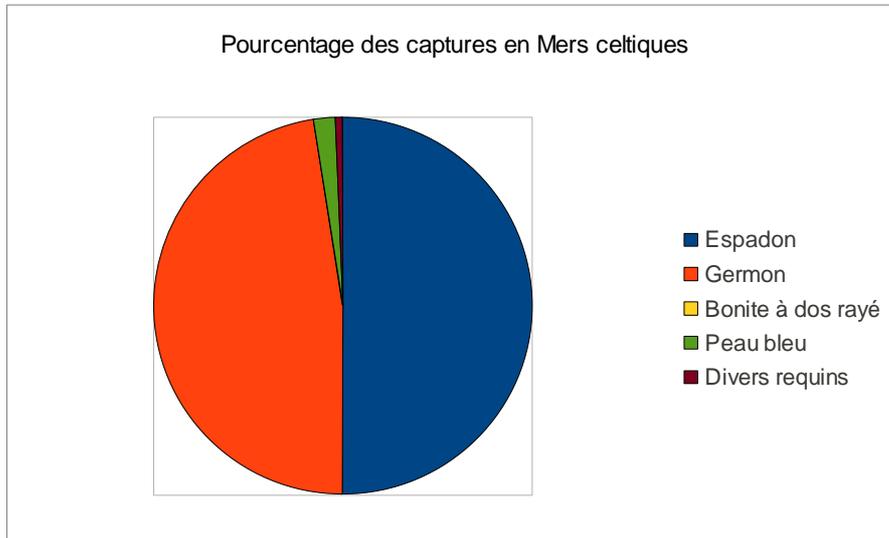
23 Les grands poissons pélagiques, prédateurs apicaux clé des écosystèmes marins hauturiers et
24 côtiers. Ils sont aussi de grands migrants qui visitent des zones géographiques très distantes les
25 uns des autres, mais ne résident dans aucune des sous-régions marine de manière exclusive. Ces
26 populations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

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

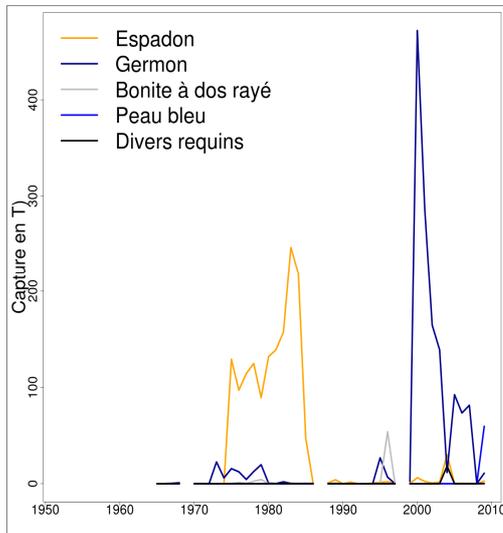
¹⁰ LA CICTA, mieux connue sous son acronyme anglais ICCAT, est une organisation de pêche intergouvernementale responsable de la conservation des thonidés et des espèces apparentées de l'océan Atlantique et de ses mers adjacentes. La CICTA groupe 48 parties contractantes, dont l'Union européenne (<http://www.iccat.int/>).

1 phares comme le thon rouge. Tous les stocks sont évalués par le biais de modèles utilisant les
 2 statistiques de captures et d'effort de pêche, de qualité et de quantité très disparates.

3 L'exploitation des grands pélagiques dans la sous-région marine mers celtiques constitue une
 4 faible partie des ressources exploitées. Sur l'ensemble de la période des données disponibles
 5 (1952-2009), les espèces de grands poissons pélagiques qui représentent le plus de captures sont
 6 l'espadon, le germon, la bonite à dos rayé et diverses espèces de requins pélagiques (Figure 35).



7
 8 Figure 34 : Proportion des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région marine mers celtiques au cours de la période 1952-
 9 2009 (données CICTA).



10
 11 Figure 35 : Evolution des captures des 5 principales espèces débarquées dans la sous-région marine mers celtiques de 1952 à 2009
 12 (données CICTA).

13
 14
 15

1 8.2.1. Les espèces de grands poissons pélagiques présentes dans la sous-région marine
2 mers celtiques

3 8.2.1.1. Le germon (*Thunnus alalunga*)

4 Le germon est une espèce épi et mésopélagique d'eaux tempérées, qui s'approche rarement des
5 côtes et préfère les eaux profondes et ouvertes, dans les plages de température comprises entre
6 16°C et 21°C dans l'Atlantique Nord-Est. Ses migrations comptent parmi les plus longues du
7 monde, et si aucune n'a été enregistrée entre les stocks Nord et Sud Atlantique (délimités à 5°N),
8 on a observé des déplacements transatlantiques ainsi qu'entre l'Atlantique Nord et la
9 Méditerranée. Le frai a lieu dans les eaux tropicales. Sa taille maximale (127 cm) en fait une des
10 plus petites espèces de thonidés. D'une longévité d'environ 15 ans, il est estimé mature à 5 ans /
11 90 cm. Les germons sont des carnivores qui se nourrissent de façon opportuniste dans des bancs
12 de sardines, anchois, maquereaux et calmars.

13 8.2.1.2. L'espadon (*Xiphias gladius*)

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

25 8.2.1.3. Le requin peau bleue (*Prionace glauca*)

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

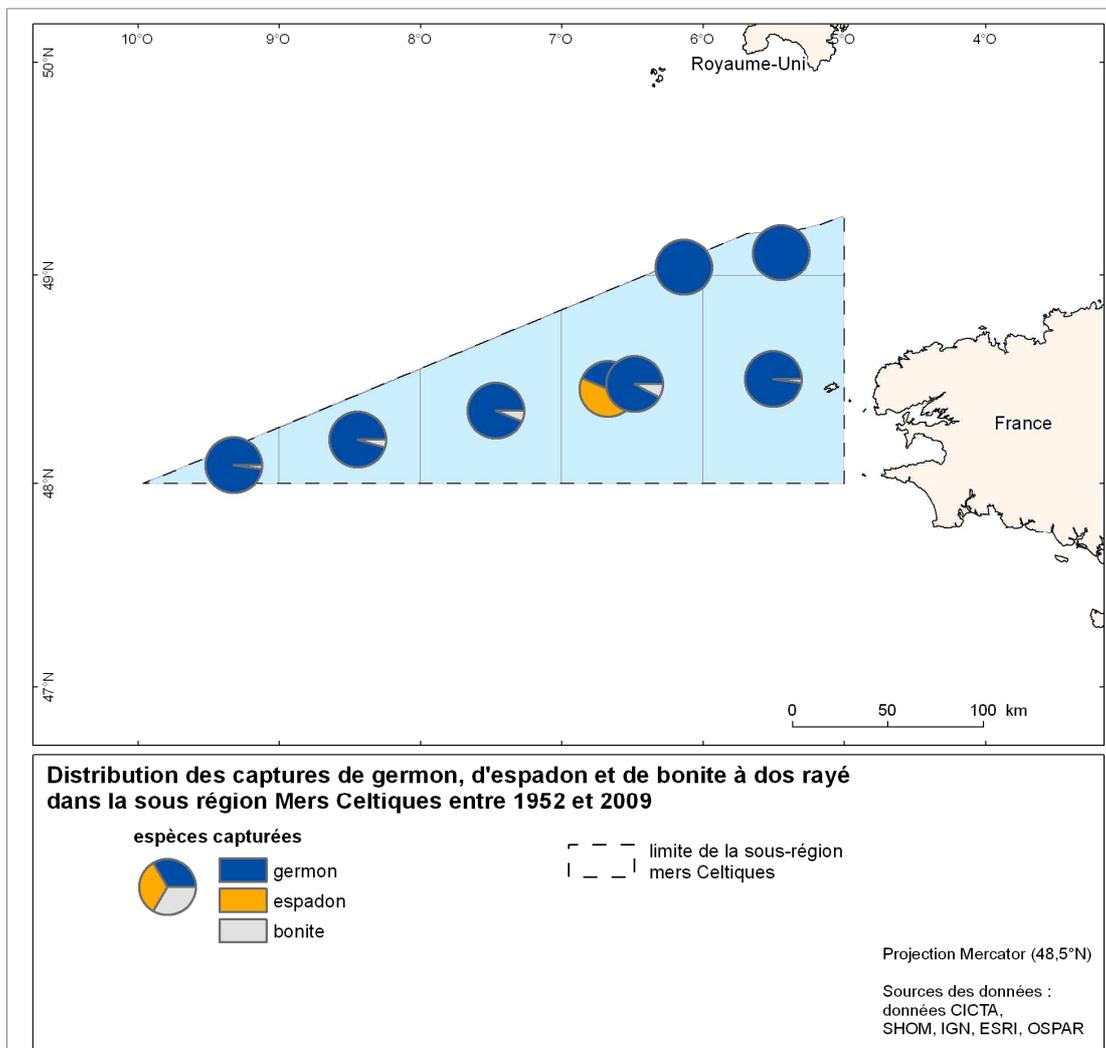
36 8.2.1.4. La bonite à dos rayé (*Sarda sarda*)

37 Les espèces de thonidés mineurs, parmi lesquelles la bonite à dos rayé, sont amplement
38 distribuées dans les eaux tropicales et subtropicales de l'Atlantique, jusqu'à la Méditerranée et la
39 mer Noire, voire aux eaux plus froides de l'océan Atlantique Nord et Sud. Les études sur leurs
40 schémas de migration sont très rarement disponibles, en raison des difficultés pratiques à les
41 manipuler et marquer. On les trouve fréquemment regroupées en bancs importants avec d'autres
42 thonidés ou espèces voisines de petite taille dans les eaux littorales et hauturières. Elles ont une

1 alimentation variée, privilégiant les petits pélagiques, les crustacés, les mollusques et les
 2 céphalopodes, et peuvent elles-mêmes être la proie des grands thonidés, des makaires et des
 3 requins. Leur saison de frai varie selon les espèces, et la ponte a généralement lieu à proximité
 4 des côtes dans les zones océaniques, où les eaux sont plus chaudes.

5 **8.2.2. Exploitation des espèces de grands poissons pélagiques présentes dans la sous-**
 6 **région marine mers celtiques**

7 Les captures de grands pélagiques dans la sous-région marine mers celtiques sont faibles,
 8 principalement composées d'espadons et de germons, de quelques requins peau bleue, d'autres
 9 requins pélagiques, celles de bonites à dos rayé étant marginales. L'évolution des captures de ces
 10 cinq principales espèces débarquées montre un pic de captures d'espadon dans les années 1980
 11 (environ 200 t) et un pic de captures de germon dans les années 2000 (environ 450 t). Il est à
 12 noter une exploitation du requin taupe (*Lamna lasus*) de 20 t/an en moyenne sur la période 1950-
 13 2009 (source CIEM). La répartition spatiale de ces captures reste identique dans toute la sous-
 14 région marine (Figure 36).



15
 16 Figure 36 : Distribution des captures de germon (bleu foncé), d'espadon (orange) et de bonite à dos rayé dans la sous-région
 17 marine mers celtiques entre 1952 et 2009 (données CICTA).

1 **8.3. Conclusion**

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

8 Aussi aucune zone sensible n'a été identifiée pour cette sous-région concernant les grands
9 poissons pélagiques.

10

11

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

18

19

1 9. Mammifères marins

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

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

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

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

22 9.1. Espèces présentes, distributions et habitats

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

32 Ces eaux abritent de manière permanente le marsouin commun, le grand dauphin, le dauphin
33 commun, le dauphin bleu-et-blanc, le globicéphale noir, le dauphin de Risso, le rorqual commun,
34 le petit rorqual, le cachalot, le cachalot pygmée, la baleine à bec de Cuvier, l'orque, ainsi que les
35 phoques gris et veaux-marins. Des espèces sont considérées comme occasionnelles : le rorqual
36 boréal, le rorqual bleu, le mégaptère ou baleine à bosse, le lagénorhynque à flancs blancs, le
37 globicéphale tropical, l'hypérodon boréal, le mésoplodon de Sowerby, le mésoplodon de
38 Blainville, le phoque à capuchon. Les espèces erratiques comprennent le lagénorhynque à bec
39 blanc, le peponocéphale, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le mésoplodon de Gervais, le
40 phoque annelé, le phoque du Groenland, le phoque barbu, le morse (Figure 37).

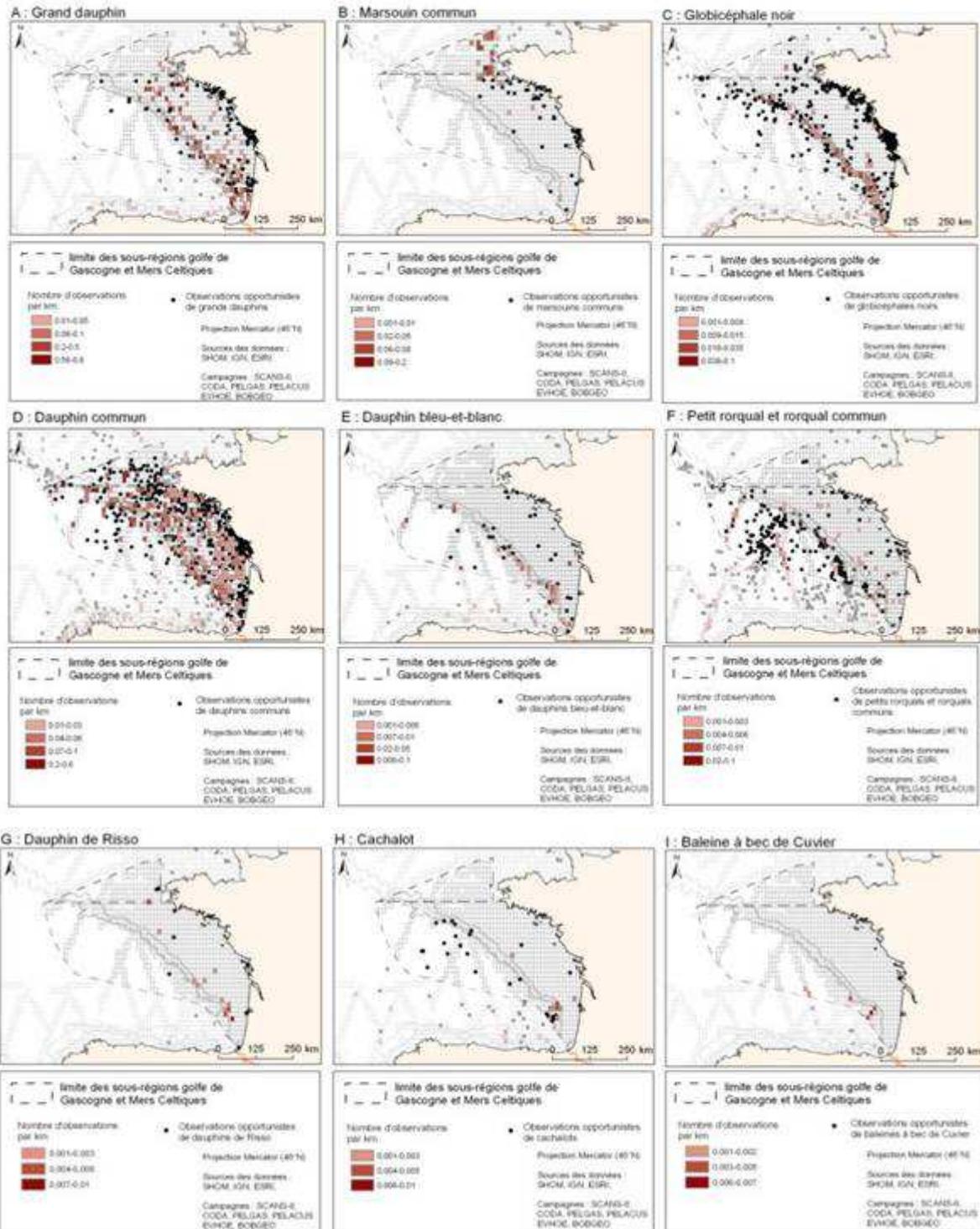


Figure 37 : Distribution des observations standardisées (2000-2012) et opportunistes (1980-2009) des espèces permanentes des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers celtiques.

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.

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

21 Les espèces de cétacés présentes dans les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers
 22 celtiques présentent des utilisations différentes de l'habitat. La combinaison des échouages et des
 23 observations en mer permet de révéler leur présence et de définir leur distribution. Si certaines
 24 espèces sont relativement côtières, comme le marsouin (rencontré en deçà de l'isobathe des 200
 25 m), d'autres sont essentiellement océaniques, et observées principalement sur des fonds de plus
 26 de 2000 m (cachalots, dauphins de Risso, globicéphales noirs, baleine à bec de Cuvier, cachalot
 27 pygmée, etc.). D'autres espèces, comme le dauphin commun, sont rencontrées sur la totalité de la
 28 zone. Les rorquals sont présents sur l'ensemble de la zone, les petits rorquals étant observés
 29 préférentiellement sur le plateau et les rorquals communs au-delà du talus. Les grands dauphins
 30 sont observés à la fois près des côtes et sur le talus. Cette différence de distribution relève de
 31 l'existence de groupes côtiers et de groupes pélagiques présentant probablement des écologies
 32 alimentaires différentes.

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

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

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

1

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

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

17 9.2. Abondance, trajectoire de population et démographie

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

27 Lors de SCANS-II en juillet 2005, 121 observations de marsouins ont été enregistrées dans la
28 zone P, 14 dans la zone W et aucune dans la zone Z, ce qui correspond à des abondances
29 respectives de 80 600 (CV = 0,50), 2 650 (CV = 0,80) et 1 500 (CV = 0,80). Pour le petit rorqual,
30 14 observations ont été effectuées, uniquement dans la zone P, ce qui représente une abondance
31 de 1 700 animaux environ (CV = 0,43). Pour le dauphin commun, 67 observations d'animaux
32 ont été rapportées dans la zone P, 127 dans la zone W et 4 dans la zone Z, soit une abondance de
33 11 140 (CV = 0,61), 17 916 (CV = 0,22) et 392 (CV = 0,86) respectivement. Concernant le
34 grand dauphin, 12 observations ont été effectuées dans la zone P, 13 dans la zone W et 3 dans la
35 zone Z, soit des abondances de 5370 (CV = 0,49), 3930 (CV = 0,38) et 370 (CV = 0,81) [17].
36 Aucune estimation d'abondance n'est disponible pour les autres espèces.

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

41 Pour toutes les espèces, les nombres d'échouages produisent aussi une série temporelle qui
42 renseigne sur les nombres d'individus qui meurent en mer, c'est-à-dire sur le produit des
43 abondances par les taux de mortalité. De plus, il a pu être déterminé que les petits cétacés

1 mourant dans une zone côtière jusqu'à l'isobathe des 100 m ont une probabilité de s'échouer de
 2 0,6, et cette probabilité diminue à 0,45 s'ils meurent dans une zone s'étendant jusqu'à l'isobathe
 3 des 500 m. De plus, par une approche de modélisation, il est désormais possible de retrouver
 4 l'origine des cétacés retrouvés échoués le long des côtes françaises. Ainsi, 57 % des dauphins
 5 communs échoués en hiver proviennent de la zone très côtière jusqu'à 100 m de profondeur, et
 6 87 % proviennent d'une zone allant jusqu'au talus continental (isobathe des 500 m).

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

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

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

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

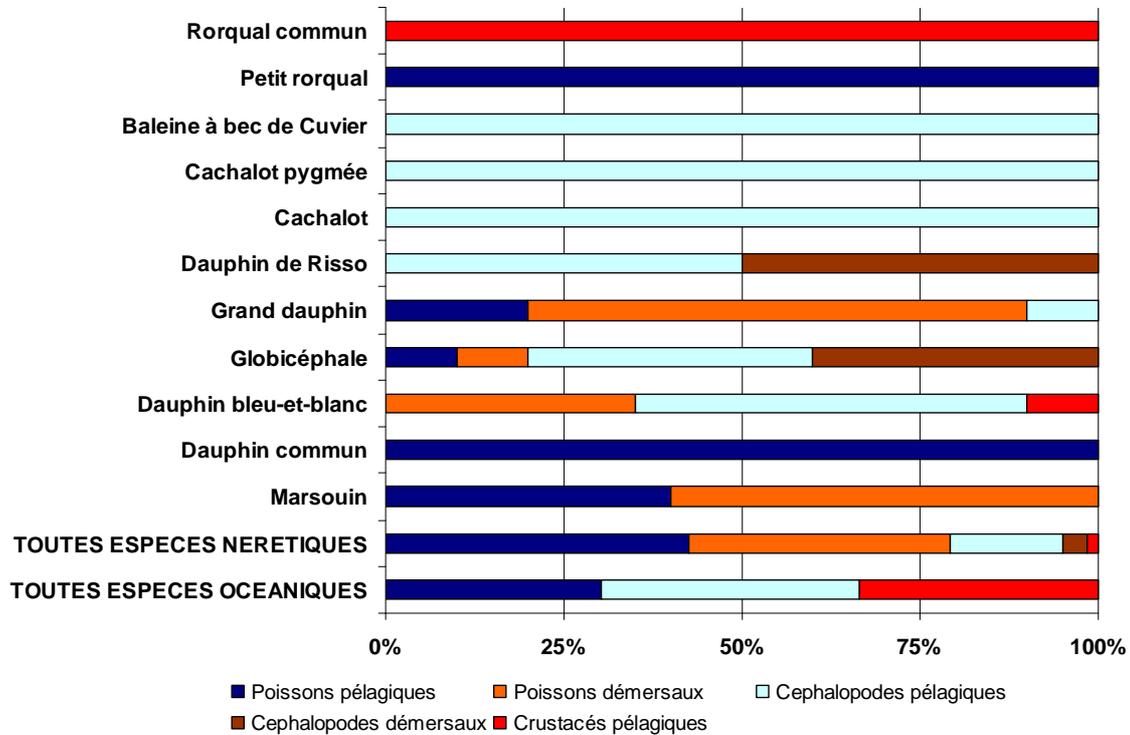
32 Ceci montre que la question des unités de gestion est donc essentielle pour que l'impact des
 33 captures accidentelles soit évaluée correctement et à l'échelle populationnelle appropriée.

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

37 9.3. Rôle dans les écosystèmes

38 Des analyses de régime alimentaire sont disponibles pour la majorité des espèces de mammifères
 39 marins permanentes dans la zone de référence et à la fois en secteur océanique et néritique
 40 (Figure 38). L'ensemble de ces données suggèrent une bonne **ségrégation** alimentaire entre les
 41 espèces sympatriques à la fois en secteur océanique et néritique. Les stratégies d'utilisation des
 42 ressources sont variables ; certaines espèces chassent des proies démersales à proximité du fond

1 tandis que d'autres exploitent plus les proies vivant dans la colonne d'eau. De même, les
 2 proportions entre céphalopodes et poissons varient en fonction des espèces. La consommation
 3 annuelle par les mammifères marins dans la zone océanique de référence peut être estimée aux
 4 alentours de 560 000 t, et de 134 000 t pour la zone néritique. L'impact trophique des
 5 mammifères marins n'est probablement pas uniformément réparti dans la zone de référence.



6
 7 Figure 38 : Alimentation des mammifères marins des sous-régions marines golfe de Gascogne – mers celtiques.

8
 9

10 Les 12 espèces de cétacés et les 2 espèces de phoques dont la présence est jugée permanente au
 11 sein de la sous-région marine mers celtiques sont suivies de différentes manières (observations
 12 visuelles, acoustiques, photo-identification, etc.). Parmi celles-ci, les données d'échouage sont les
 13 plus pertinentes. La distribution des mammifères marins dépasse largement les eaux des mers
 14 celtiques, rendant ardu le suivi des populations. Les lacunes concernent leur distribution ainsi que
 15 leurs habitats préférentiels. Il est difficile d'établir des tendances sur le long terme du fait de
 16 fortes variabilités interannuelles d'abondances liées aux événements d'échouage multiples.

17

1 10. Reptiles marins

2 Les tortues sont les uniques représentantes des reptiles marins en France métropolitaine.

3 La France a une responsabilité patrimoniale élevée à l'égard des tortues marines : 5 espèces sont
 4 observées en France métropolitaine. Ces espèces, qui font partie des espèces les plus menacées
 5 (statut liste rouge UICN « vulnérable » à « en danger critique d'extinction » selon les espèces¹¹)
 6 sont protégées par plusieurs conventions et accords internationaux. Au plan communautaire,
 7 *Chelonia mydas* et *Caretta caretta* figurent en annexe II (désignation d'aires de protection
 8 spéciale) de la DHFF. Dans la sous-région marine mers celtiques, aucune de ces deux espèces ne
 9 figurent sur la liste française de référence pour la désignation de sites Natura 2000, car elles sont
 10 trop rares dans cette zone biogéographique. L'ensemble des espèces observées en France
 11 métropolitaine (*C. mydas*, *C. caretta*, *Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys kempii* et
 12 *Eretmochelys imbricata*) sont classées en annexe IV (protection stricte de l'espèce et de son
 13 habitat). Ces 5 espèces sont listées aux annexes I (espèces migratrices en danger) et II (statut
 14 défavorable) de la convention de Bonn (CMS) ainsi qu'en annexe V de la convention OSPAR.
 15 Dans le domaine des pêches, la Politique Commune des Pêches s'attache à limiter l'impact
 16 environnemental de la pêche, sa mise en œuvre étant en particulier assurée par le règlement CE
 17 520/2007 qui prévoit les mesures techniques de conservation pour certains stocks de grands
 18 migrateurs en reprenant les directives de la FAO. En France, toutes les espèces de tortues
 19 marines sont intégralement protégées par l'Arrêté ministériel du 14 octobre 2005 qui constitue
 20 l'application des engagements communautaires et internationaux de la France pris à l'égard des
 21 tortues marines.

22 10.1. Description des données disponibles

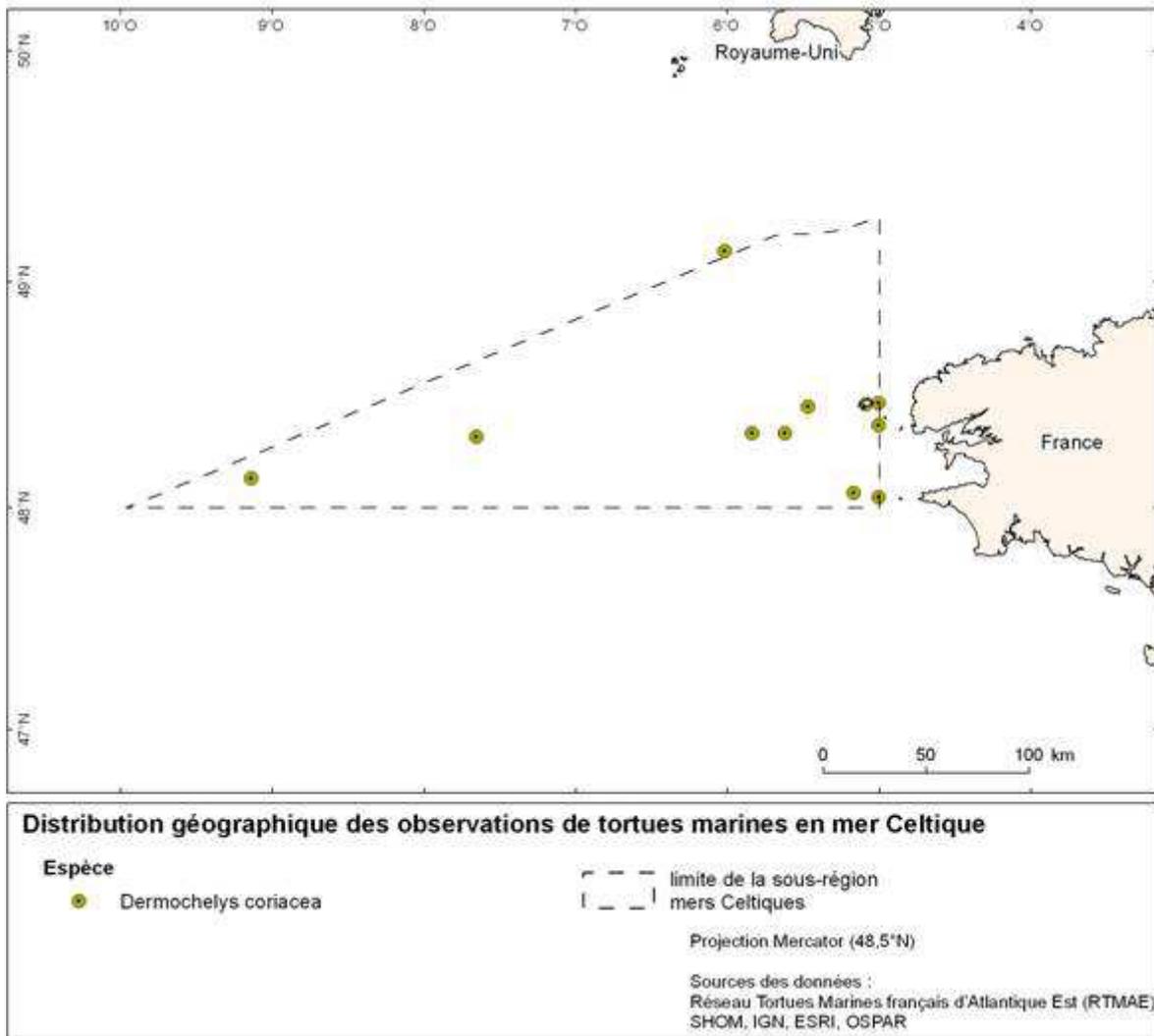
23 La totalité des données disponibles consiste en données collectées par les observateurs du Réseau
 24 Tortues Marines français d'Atlantique Est (RTMAE), affilié au Réseau National d'Echouage
 25 (RNE). Les données sont collectées de façon standardisée (fiche de collecte de données) lors des
 26 interventions sur les lieux d'échouage ou d'alerte (port d'attache des bateaux de pêche). Elles
 27 sont centralisées par l'Aquarium de La Rochelle / CESTM (Centre d'études et de soins pour les
 28 tortues marines) qui coordonne le RTMAE et accueille les tortues nécessitant des soins. La base
 29 de données inclut des données d'échouage collectées depuis 1915 et des données de captures
 30 accidentelles et d'observation en mer, dont la plus ancienne date de 1911. Des synthèses
 31 annuelles sont transmises au ministère chargé de l'environnement et sont publiées régulièrement.
 32 Aucune donnée de capture accidentelle n'a été relevée par les programmes d'observation
 33 embarquée sur les navires de pêche (voir thématique « captures accidentelles » de l'analyse des
 34 pressions et impacts).

35 10.2. Espèces observées et distribution des observations

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

¹¹ www.iucn.org

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



3
 4 Figure 39 : Distribution géographique des tortues marines en mers celtiques (source : RTMAE).

5 10.3. Mise en œuvre des textes européens et conventions des mers régionales

6 10.3.1. Directive Habitats Faune Flore (DHFF)

7 Les deux espèces : la Caouanne et la tortue verte, de l'annexe II de la DHFF ne figurant pas sur
 8 la liste de référence française pour la désignation de sites Natura 2000 en Atlantique, car trop
 9 rares dans cette zone, aucun site Natura 2000 n'a été désigné pour ces deux espèces au titre de la
 10 DHFF.

11 Trois espèces ont été évaluées dans le cadre de l'« évaluation de l'état de conservation des
 12 habitats et espèces d'intérêt communautaire » conduite par le ministère chargé de
 13 l'environnement en 2006. Cet exercice d'évaluation se heurte au fait que les tortues marines sont
 14 migratrices et que le suivi des populations est difficile à mettre en œuvre. Au titre de l'article 17
 15 de la DHFF cette évaluation est effectuée tous les 6 ans.

1 Pour la tortue luth *Dermochelys coriacea* (espèce 1223), le statut d'évaluation globale des états
 2 de conservation est « inconnu ». L'état de l'aire de répartition et de la population de Tortue Luth
 3 (espèce 1223) a été évalué comme « inconnus » dans le domaine atlantique pour cette espèce
 4 migratrice à répartition océanique. L'état de conservation de l'habitat, pour ce même domaine
 5 atlantique a été évalué « favorable » en raison de la présence de proies (méduses), et ce, malgré la
 6 pression de pollution par les macro-déchets qui impactent 50 % des animaux autopsiés (voir
 7 thématique « impact des déchets marins sur la biodiversité » de l'analyse des pressions et
 8 impacts).

9 Pour la tortue caouanne *Caretta caretta* (espèce 1224), le statut d'évaluation globale des états de
 10 conservation est « inconnu ». L'état de l'aire de répartition et celui de l'habitat ont été évalués
 11 « favorables » et l'impact des déchets en plastique sur les individus est relevé.

12 Pour la tortue franche (verte) *Chelonia mydas* (espèce 1227), les états de conservation ont été
 13 évalués « défavorable inadéquat », l'espèce ne se reproduisant pas en France métropolitaine et
 14 étant erratique dans la zone. L'état de l'aire de répartition est évalué « favorable », on se trouve en
 15 limite d'aire de répartition en raison de la température de l'environnement ; l'état des populations
 16 est évalué « défavorable inadéquat » et celui de l'habitat « inconnu ».

17 10.3.2. Convention OSPAR

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

20 Conclusions

21 Les données disponibles sont très peu nombreuses et semblent indiquer que la sous-région est
 22 peu fréquentée par les espèces de tortues marines. Cependant le mode de collecte de données par
 23 le réseau d'observation constitue un biais (alertes et déclarations volontaires en cas d'échouage,
 24 de capture ou d'observation en mer) et la pression d'observation par les observateurs embarqués
 25 sur navires de pêche est faible (voir thématique « captures accidentelles » de l'analyse des
 26 pressions et impacts). L'abondance de l'unique espèce observée, la tortue luth *Dermochelys*
 27 *coriacea*, apparaît faible et les données ne permettent pas d'évaluer des effectifs de population, ni
 28 de dégager une tendance, rendant son évaluation impossible par les experts de la révision du
 29 statut « liste rouge » 2009. Aucune zone de reproduction n'a été identifiée dans la sous-région
 30 marine.

31
 32
 33 Cette sous-région marine est peu fréquentée par les reptiles marins. Une unique espèce protégée
 34 (la tortue luth) par les textes communautaires et la convention d'OSPAR est signalée. La
 35 faiblesse des effectifs recensés ne permet pas de dégager de tendances, ni d'interférences, avec
 36 les activités maritimes. Aucune zone de reproduction n'a été identifiée dans la sous-région
 37 marine mers celtiques.

38
 39
 40

1 11. Oiseaux marins

2 Les espèces considérées ici sont les oiseaux de mer au sens strict, c'est-à-dire des espèces qui, se
3 reproduisant à terre, essentiellement sur le littoral ou sur des îles, mais parfois loin dans les terres
4 pour quelques espèces, dépendent exclusivement ou très majoritairement du milieu marin, soit
5 toute l'année, soit entre les saisons de reproduction.

6 D'autres groupes d'oiseaux, non considérés ici, peuvent fréquenter en nombre la frange littorale,
7 particulièrement l'estran : Ansériformes, Podicipédidés, nombreuses espèces de limicoles
8 (plusieurs familles au sein des Charadriiformes). Les caractéristiques de ces populations sont
9 rapportées à travers le suivi de la convention de Ramsar et de la directive « Oiseaux » lorsque les
10 espèces relèvent des dispositions de ces textes.

11 11.1. Populations se reproduisant sur les côtes de France

12 11.1.1. Suivi des populations reproductrices

13 Les oiseaux marins se reproduisant dans la partie française des mers celtiques le font sur l'île
14 d'Ouessant et ses îlots annexes.

15 Les oiseaux marins se reproduisant le long des côtes françaises ont fait l'objet de quatre
16 dénombrements décennaux depuis 1969-1970, un cinquième dénombrement national est en
17 cours sur la période 2009-2011. Pour certaines espèces réputées rares ou menacées, les
18 recensements sont annuels, et pour d'autres, seules certaines colonies sont suivies annuellement,
19 ou toute la population est recensée à intervalle régulier entre les dénombrements décennaux.

20 Les informations recueillies sont centralisées dans une base de données nationale gérée par le
21 Groupement d'intérêt scientifique « oiseaux marins » (Gisom), structurée géographiquement et
22 apte à renseigner aux échelles tant administratives que de gestion.

23 11.1.2. Méthode d'estimation des tendances et de l'état de conservation des espèces

24 Pour chaque espèce, la tendance est fournie par la comparaison des recensements successifs ou
25 appréhendée à partir des données disponibles. L'état de conservation de chacune des espèces a
26 été évalué à l'échelle nationale et non par sous-région marine, leur statut correspond à l'état de
27 menace pesant sur l'espèce en tant que nicheuse en France à court-moyen terme.

28 11.1.3. Etat des lieux des populations reproductrices d'oiseaux marins

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

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

36 Les autres espèces font l'objet de préoccupations mineures :

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

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

7 11.1.4. Utilisation du milieu marin par les oiseaux reproducteurs

8 Autant les oiseaux marins font l'objet de suivis beaucoup plus fins que nombre d'autres taxons
 9 sur leurs sites de reproduction, autant leur usage du milieu marin reste méconnu, l'information
 10 étant le plus souvent empirique.

11 La plupart des espèces se dispersent relativement peu durant la période de reproduction,
 12 probablement pas plus de quelques dizaines de kilomètres, mais le fulmar boréal est susceptible
 13 de pratiquer des déplacements alimentaires de plus grande amplitude.

14 11.2. Populations ne se reproduisant pas en France

15 11.2.1. Populations concernées

16 Les eaux françaises des mers celtiques sont susceptibles d'héberger, à toutes saisons et pour une
 17 durée variable (du simple transit au stationnement de longue durée) des espèces d'oiseaux marins
 18 d'origines diverses, en particulier :

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

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

29 11.2.2. Un état des connaissances insuffisant

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

33 Une prospection aérienne de l'ensemble de la sous-région, de la côte à la limite de la ZEE, ainsi
 34 que des observations sur des plates-formes d'opportunité doivent être conduites dès l'hiver 2011-
 35 2012.

1 **11.3. Points remarquables**

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

9

10

11 Les populations d'oiseaux marins font l'objet de suivis dotés de protocoles et bien coordonnés.
12 En revanche, la connaissance reste extrêmement lacunaire sur la répartition de ces oiseaux en
13 mer. Les informations recueillies sont centralisées dans une base de données nationale structurée
14 géographiquement et apte à renseigner aux échelles tant administratives que de gestion.

15

16

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, etc.). De ce fait il y a très peu d'espèces introduites en mers celtiques et les espèces présentes impactent peu la biodiversité locale.

Parmi les espèces introduites listées ci-dessous, celles ayant un caractère avéré en termes d'impact sont décrites plus avant dans le chapitre « VIII. Espèces non indigènes » du volet « pressions et impacts ».

12.1. Liste des espèces introduites

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 notoire ;

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) Kützing 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*

- 1 (Adams et Reeve, 1850) (palourde des Philippines) ; 1. *Teredo navalis* Linnaeus, 1758
2 (taret) ;
3 – Crustacés : 3. *Mytilicola intestinalis* Steuer, 1902 ; 3. *Austrominius modestus* (Darwin,
4 1854) (balane de Nouvelle-Zélande) ;
5 – Tuniciers : 1. *Styela clava* (Herdman, 1881) (ascidie japonaise).

6 **Conclusion**

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

10

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

14 Les impacts de plusieurs espèces établies sont connus. Les tendances et impacts des espèces en
15 question sont décrites plus avant dans le chapitre « Espèces non indigènes : vecteurs
16 d'introduction et impacts » de l'analyse des pressions et impacts.

17

1 Liste des illustrations

2

3 Figures

4	Figure 1 : Rose de vent annuelle, en mer, par 48,3°N et 6°W.....	8
5	Figure 2 : Localisation de la rose de vent au sein de la sous-région marine mers celtiques.....	9
6	Figure 3 : Courants saisonniers en surface dans le golfe de Gascogne et les mers celtiques.	11
7	Figure 4 : Marnage en mers celtiques (issu de modèle SHOM).	12
8	Figure 5 : Moyenne, percentile 90 et 99 des hauteurs significatives et des agitations significatives.	15
9	Figure 6 : Bathymétrie de la sous-région marine mers celtiques.....	18
10	Figure 7 : Principales directions du transit sédimentaire, et localisation des principales structures	
11	(bancs et dunes) des mers celtiques.....	20
12	Figure 8 : Carte de nature des fonds basée sur les cartes publiées de 1970 à 2010.	22
13	Figure 9 : Température saisonnière à 5 m de profondeur (source climatologie mensuelle Manche -	
14	golfe de Gascogne BOBYCLIM_V2.3).	25
15	Figure 10 : Température saisonnière à proximité du fond (source climatologie mensuelle Manche -	
16	golfe de Gascogne BOBYCLIM_V2.3).	26
17	Figure 11 : Climatologies de la turbidité moyenne pour les mois de janvier et août.	29
18	Figure 12 : pH dans les mers celtiques pour 2006, 2007 et 2008. A) Trajets des navires avec les	
19	points aux lieux de mesures CTD, B) pH de l'eau de mer de surface, C) pH en profondeur dans	
20	la section montrée en rouge sur les cartes (A).	32
21	Figure 13 : Répartition spatiale de l'ensemble des données d'oxygène intégrées sur la verticale pour	
22	la sous-région marine mers celtiques.	34
23	Figure 14 : Distribution spatiale de l'ensemble des stations des données de nitrate pour la sous-	
24	région marine mers celtiques.	37
25	Figure 15 : Cartes de distribution en surface (0 – 10 m) des données de nitrate, phosphate et silicate	
26	pour deux saisons (janvier, février, mars et avril, mai, juin) réalisées par la méthode des voisins	
27	naturels sous ARCMAP.	39
28	Figure 16 : Variation saisonnière de la concentration en chlorophylle-a (moyennes bimensuelles)..	42
29	Figure 17 : Percentile 90 de la distribution de la Chlorophylle-a lors de la période productive, de	
30	mars à octobre (2003-2009). Six points, pour lesquels les cycles annuels de la chlorophylle et	
31	des matières en suspension.	43
32	Figure 18 : Schéma représentant l'étagement marin.....	48
33	Figure 19 : Habitats physiques des fonds marins dans la typologie EUNIS.	52
34	Figure 20 : Distribution spatio-temporelle des paysages hydrologiques identifiés.....	57
35	Figure 21 : Distribution spatiale des paysages hydrologiques identifiés par l'AFM.	58

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

1 **Tableaux**

2

3 Tableau 1 : Noms des contributeurs et organismes d'appartenance pour chacune des thématiques
4 traitées. 5

5 Tableau 2 : Equivalences terminologiques entre les classifications EUNIS et les cahiers d'habitats
6 en France.49

7 Tableau 3 : Exemples de distribution géographique des principales populations exploitées sur le
8 plateau des mers celtiques.100

9 Tableau 4 : Distribution géographique des principales populations de la pente continentale moyenne
10 de la sous-région marine mers celtiques ciblées par les pêcheries.103

11

12

13