

CARAC

TERIS

TIQUES ET

GOLFE DE GASCOGNE

ÉTAT

ÉCOLO

GIQUE

CARACTÉRISTIQUES ET ÉTAT ÉCOLOGIQUE

GOLFE DE GASCOGNE

JUIN 2012

ÉTAT BIOLOGIQUE

Caractéristiques biologiques - Biocénoses Biocénoses des fonds durs de l'infralittoral

Sandrine Derrien-Courtel,
Aodren Le Gal (MNHN, Concarneau).
Avec la collaboration de
Marie-Noëlle de Casamajor (Ifremer, Anglet),
Jean Claude Ménard (association ELV),
Anne-Laure Barillé (Bio-Littoral, Nantes),
Julien Dubreuil (In Vivo),
Pierre-Guy Sauriau (CNRS, La Rochelle),
Jean Vacelet et Pierre Chevaldonne (CNRS, Marseille)
et Bertrand Perrin (UBS, Vannes).



Les biocénoses des fonds subtidaux rocheux¹ sont réparties au sein de deux étages (figure 1, Annexe 1) :

- l'étage infralittoral, caractérisé par les algues photophiles (laminaires, cystoseires...). Il peut dépasser 30 m C.M². en mer d'Iroise, être limité à quelques mètres, ou disparaître totalement dans les eaux les plus turbides. L'infralittoral supérieur correspond à la ceinture à laminaires (ou autres grandes algues brunes) denses ($\geq 3 \text{ pieds}\cdot\text{m}^{-2}$) ; l'infralittoral inférieur correspond à la ceinture à laminaires (ou autres grandes algues brunes) clairsemées ($< 3 \text{ pieds}\cdot\text{m}^{-2}$);
- l'étage circalittoral est marqué par la disparition des algues photophiles et un développement des espèces animales (la limite circalittoral côtier - circalittoral du large correspondant à la fin des algues dressées).

La façade Manche-Atlantique, réunissant les trois sous-régions marines Manche-mer du Nord, mers celtiques et golfe de Gascogne, présente une grande variété de conditions environnementales [1] en raison de son étendue, de sa géomorphologie et de la topographie de ses fonds.

La sous-région marine golfe de Gascogne se caractérise principalement par un régime de marée de type macrotidal ($> 4 \text{ m}$) avec des courants de marée plus faibles qu'en Manche, à l'exception de quelques zones particulières telles

1 Cette fiche est en lien avec la contribution thématique « Distribution des biotopes principaux des fonds marins ».
2 C.M. : côte marine.

que les chenaux du golfe du Morbihan, d'Houat, le passage de la Teignouse, les Béniguets, Étrel, les pertuis Breton, d'Antioche et de Maumusson, la baie de Marennes-Oléron ou les passes de l'estuaire de la Gironde et du bassin d'Arcachon (figure 2). La partie sud du golfe de Gascogne (d'Arcachon à Hendaye) présente un marnage mésotidal (< 4 m) avec de faibles courants de marée [2].

Le brassage modéré des eaux du large permet la mise en place d'une thermocline estivale, constituant des eaux stratifiées ([3] ; figure 3), phénomène pas ou peu observé pour les eaux plus littorales soumises aux courants de marée.

Trois grands fleuves – Loire, Gironde et Adour – apportent aux eaux côtières des panaches de dessalure dont les extensions sont gouvernées par les vents dominants.

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

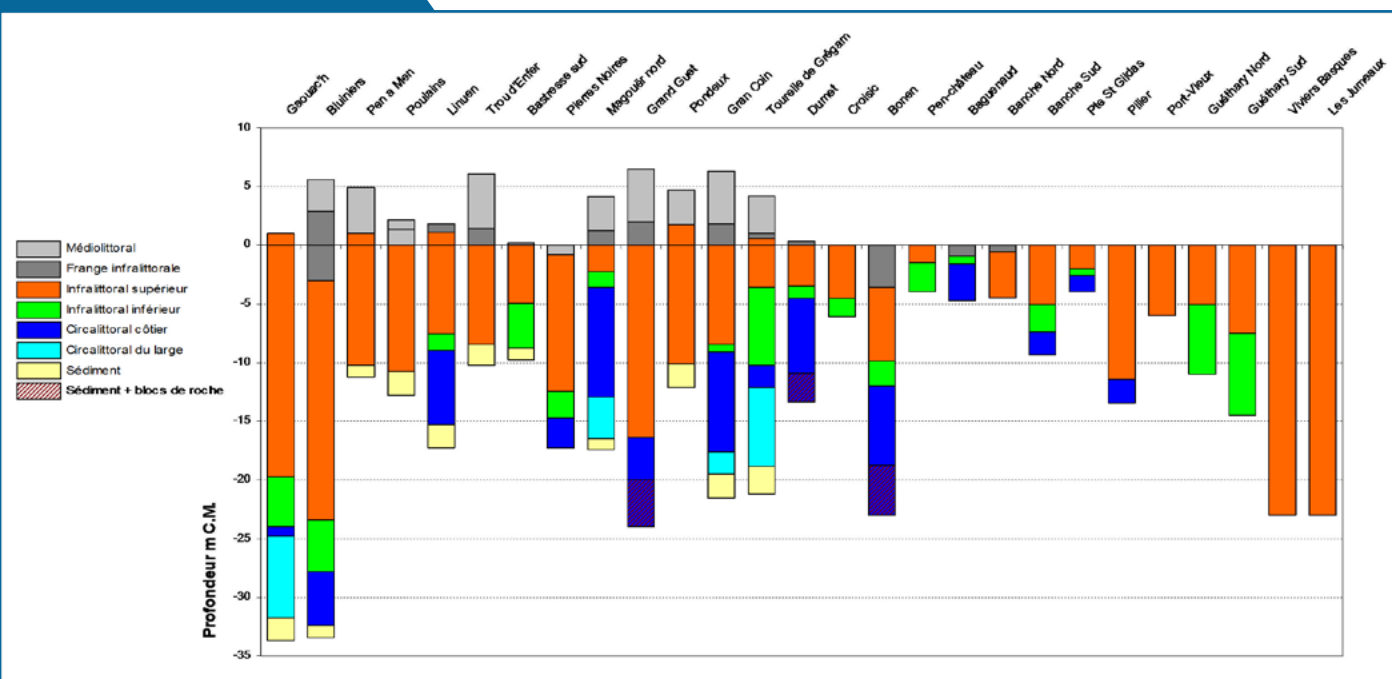


Figure 1 : Limite d'extension des ceintures algales au sein de la sous-région marine golfe de Gascogne (Source : REBENT, MNHN station de Concarneau, 2011).

L'acquisition de connaissance sur le domaine subtidal rocheux est complexe et coûteuse. Les échantillonnages réalisés par des plongeurs couvrent des surfaces relativement limitées, tandis que l'utilisation de R.O.V. (Remotely Operated Vehicle) et autres outils vidéo permettent de prospecter des profondeurs plus importantes, au détriment de la précision (identification des espèces, inventaire des différents micro-habitats, etc.).

En dehors des inventaires ZNIEFF-mer [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10], les données permettant de caractériser les biocénoses subtidales sont assez récentes et offrent peu de recul, même si des informations sur les biocénoses [1] ou des espèces comme les laminaires peuvent être extraites d'études anciennes [11] [12]. Les données sont ainsi principalement issues des programmes de suivi et de surveillance REBENT (REseau BENThique) et DCE (Directive Cadre sur l'Eau) et des observations rapportées par les experts et autres opérateurs de terrain (Bio-Littoral Nantes et Ifremer-Anglet). Cette synthèse est donc réalisée à partir de données ponctuelles collectées sur des sites répartis de manière plus ou moins homogène. Il faut également noter que certaines données, par manque de temps et de moyens, sont en attente de mise en base de données, et n'ont donc pu être exploitées dans le cadre de cette synthèse : c'est le cas, par exemple, de l'inventaire macrofaune et flore de Y. Gruet depuis 40 ans (Barillé, comm. pers) ou de l'inventaire macrofaune et macroflore des pertuis charentais en cours de réactualisation (base MARINPERTUIS, Sauriau, comm. pers.).

Les données issues des inventaires « habitats » en cours de réalisation par l'Agence des aires marines protégées (Aamp) sur tous les sites Natura 2000 en mer et les missions d'études de Parcs Naturels Marins n'étant pas disponibles au moment de la rédaction de cette synthèse, elles n'ont pu être exploitées dans le cadre de ce travail.

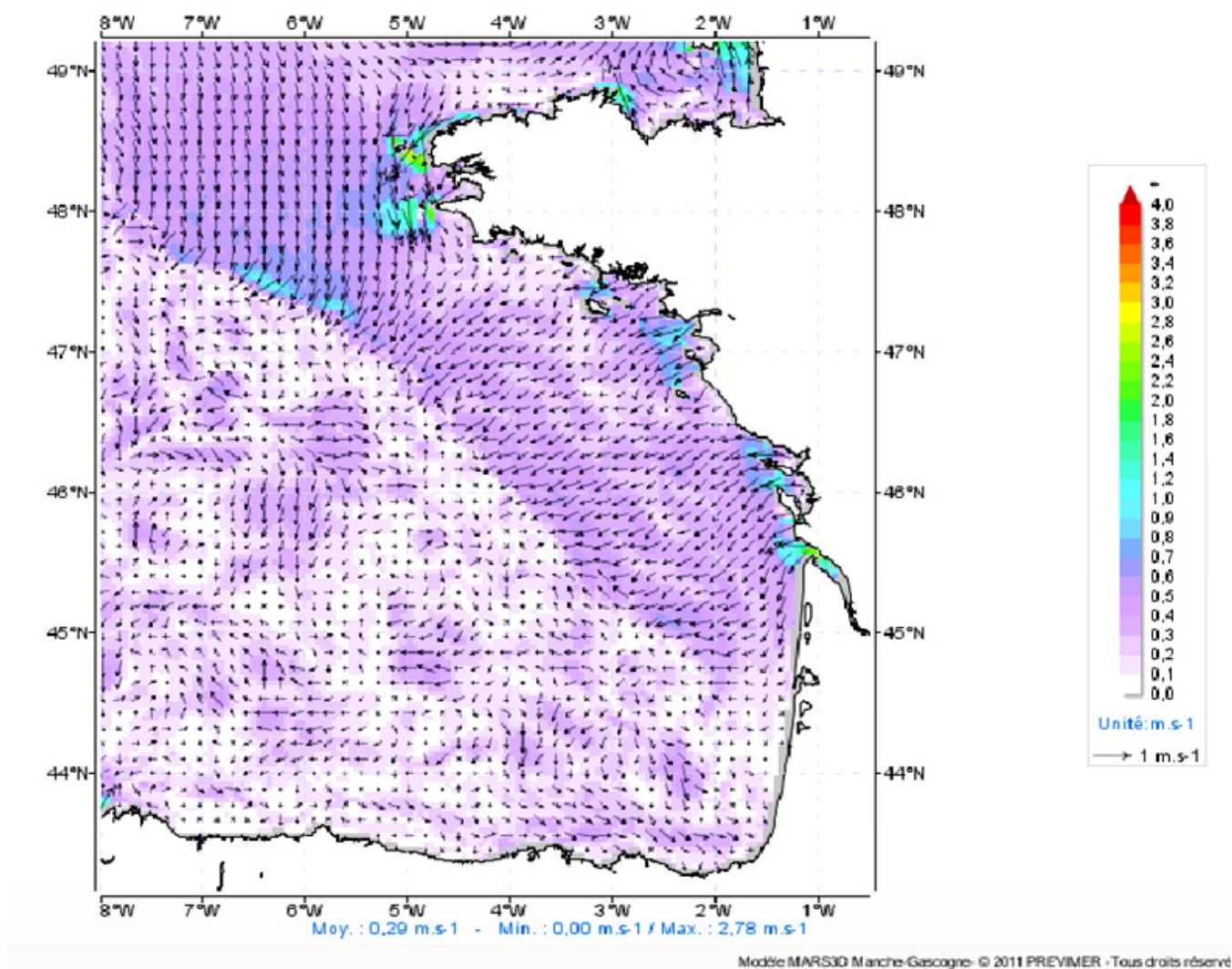


Figure 2 : Courantologie résiduelle de la façade Manche-Atlantique (Source : Prévimer, 2011).

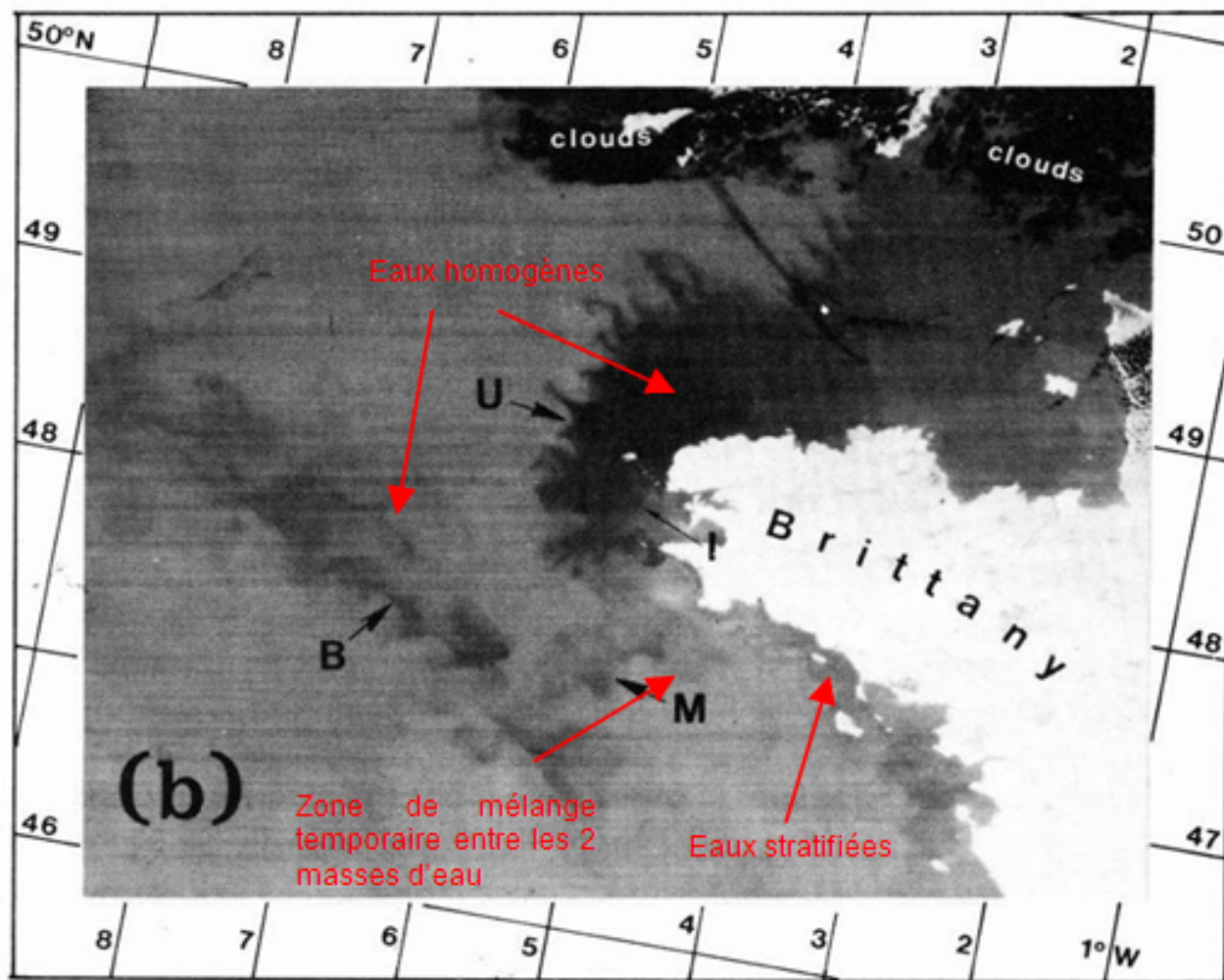
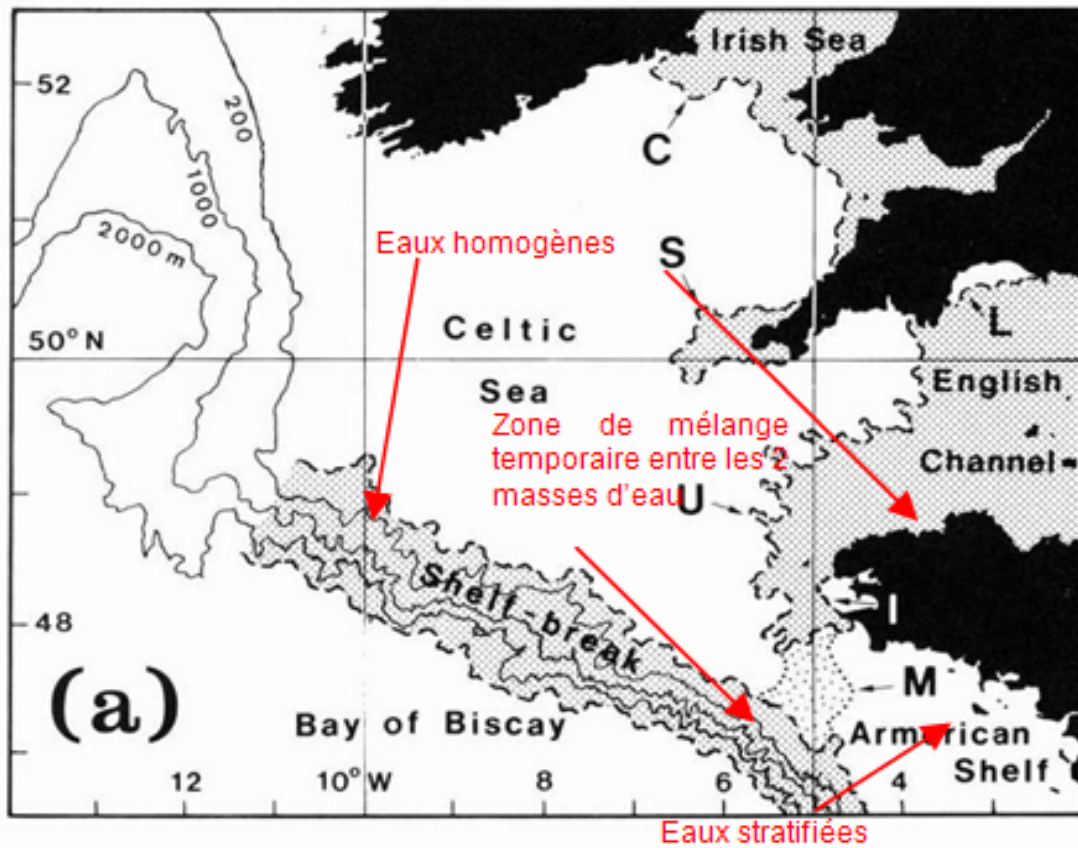


Figure 3 : Répartition (a : carte ; b : image satellite) des différentes masses d'eau de la région celtique du plateau continental européen (U : Front d'Ouessant, I : Front interne de l'Iroise, M : zone de brassage temporaire, B : Talus continental) (d'après (3)) (Source : Le Fevre, 1986).

1. BIOCÉNOSES DES FONDS DURS DE L'INFRALITTORAL

1.1. ROCHES ET BLOCS DE LA FRANGE INFRALITTORALE SUPÉRIEURE

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

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

Sur les estrans soumis à un fort hydrodynamisme (A1.1 de la typologie EUNIS), différents assemblages peuvent être représentés. Sur les estrans particulièrement exposés, l'association des moules *Mytilus edulis* et balanes avec quelques algues rouges (*Ceramium* spp., *Corallina elongata*, *Mastocarpus stellatus*...) et la phéophycée *Fucus vesiculosus* var. *evesiculosus* est très développée au sein de la ceinture à *Fucus*. En revanche, les algues calcaires dressées (*Corallina elongata*, *Jania rubens*) se substituent à ces espèces sur les côtes basques, en raison de l'hydrodynamisme extrême. Le pouce-pied, *Pollicipes pollicipes*, crustacé cirripède, peut s'installer dans les fissures et crevasses et parfois même former des massifs de plusieurs mètres carré, notamment sur les roches les plus exposées (Belle-Ile, Groix, Penmarc'h, Biarritz, etc.). Cette espèce méridionale d'intérêt commercial trouve sa limite nord de répartition dans le nord Finistère, au niveau de Roscoff ([4] ; Gentil, comm. pers.). Le suivi des populations de *Pollicipes pollicipes* présente un intérêt certain en termes de répartition géographique, dans le contexte d'un éventuel réchauffement des eaux en particulier. D'autre part, il faut noter le caractère particulier et vulnérable de l'espèce en raison du braconnage dont elle fait l'objet, en Bretagne notamment.

1.2. ROCHES DE L'INFRALITTORAL

1.2.1. Biocénoses à laminaires

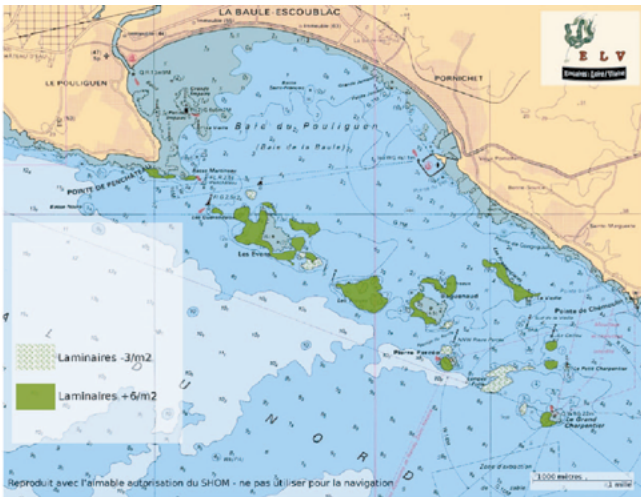
La laminaire *Laminaria digitata* colonise les roches de la frange supérieure de l'infralittoral à hydrodynamisme plus modéré. Elle est présente depuis les côtes de Bretagne sud jusqu'à l'estuaire de la Loire, qui marque sa limite sud d'après les données les plus récentes [13], alors qu'elle atteignait l'île d'Oléron selon la littérature ancienne [11] [14]. Étant sensible à la turbidité et aux températures élevées, *Laminaria digitata* semble être également en régression sur les côtes de Bretagne sud, baignées par les eaux stratifiées (Derrien-Courtel, comm. pers.), tout comme sur Oléron où l'espèce n'est plus notée depuis le milieu des années 1980. Elle mérite donc une attention toute particulière.

Plus en profondeur (au-delà de 5 m C.M.), les biocénoses à laminaires sont représentées par *Laminaria hyperborea*, *Saccorhiza polyschides* et plus ponctuellement *Laminaria ochroleuca*, associées à de nombreuses algues rouges en lames (*Delesseria sanguinea*, *Kallymenia reniformis*, *Cryptopleura ramosa*...). *Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides* sont les espèces les plus communes, avec quand même une dominance particulièrement marquée de *Saccorhiza polyschides* (Annexe 3). *Laminaria hyperborea* se développera préférentiellement dans les eaux claires et plus profondes (température moindre), tandis que *Saccorhiza polyschides* devient prépondérante sur les sites plus turbides et au-dessus de la thermocline. Dans le Pays basque, la température constitue un facteur limitant pour la survie des laminaires. Elles ne sont alors observées que très occasionnellement, tandis que les espèces méridionales *Saccorhiza polyschides* et *Laminaria ochroleuca* sont de nouveau recensées sur les côtes basques espagnoles les plus occidentales où on retrouve des conditions thermiques plus proches de la Bretagne.

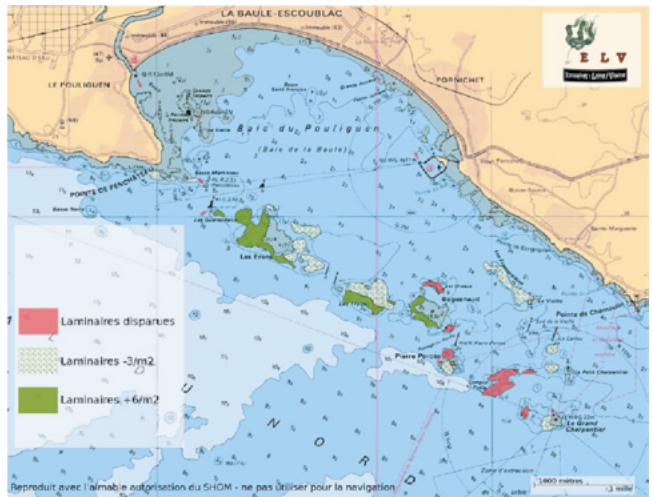
D'après les données disponibles, *Saccorhiza polyschides* domine largement *Laminaria hyperborea* sur l'île de Ré. Sur le plateau de Rochebonne la même tendance se dessine dans les plus hauts niveaux, puis s'inverse plus en profondeur (Derrien-Courtel, comm. pers.³) alors que *L. hyperborea* semblait nettement dominer l'infralittoral par le passé [15].

³ Un rapport est en cours de rédaction par Bio-Littoral, suite à la campagne d'acquisition de connaissances menée sur le plateau de Rochebonne en 2010 et financée par l'Agence des aires marines protégées. Dans cette attente, S. Derrien-Courtel qui a participé à ces campagnes (et aux déterminations taxonomiques) aux côtés de Bio-Littoral, met à profit ses observations de terrain dans cette synthèse.

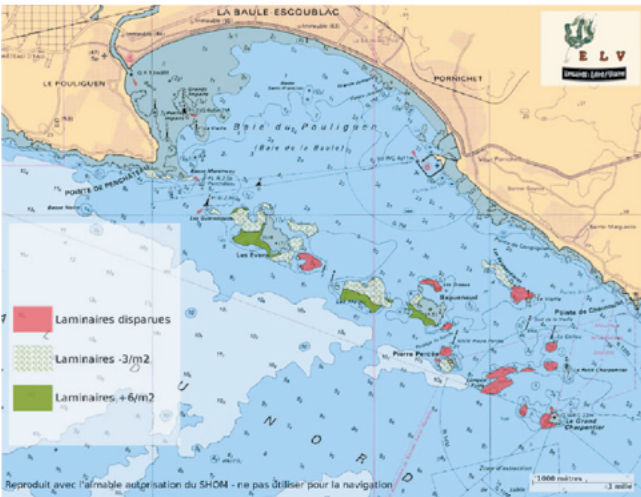
Dans les zones très abritées et soumises à une forte turbidité et/ou à une influence sédimentaire, ces espèces peuvent être remplacées par *Saccharina latissima*. La turbidité de l'eau est ainsi l'un des facteurs majeurs qui conditionne l'état de santé des champs de laminaires. Depuis 2009, le secteur du Mor Braz – estuaire de la Loire fait l'objet d'un suivi annuel, suite aux observations des apnéistes de l'association Estuaire Loire-Vilaine (ELV) concernant l'importante régression des laminaires sur cette zone [13] [16]. À titre d'exemple, la figure 4 illustre ce phénomène dans la baie de la Baule entre 1995 et 2010. Cette cartographie des laminaires a été réalisée à l'issue de nombreuses plongées réalisées en apnée par les plongeurs de l'association ELV [17]. Parallèlement, une autre approche, celle de la modélisation prédictive à une échelle plus importante, témoigne de l'effort qui est actuellement employé pour la cartographie des laminaires en Bretagne (figure 5 ; [18]).



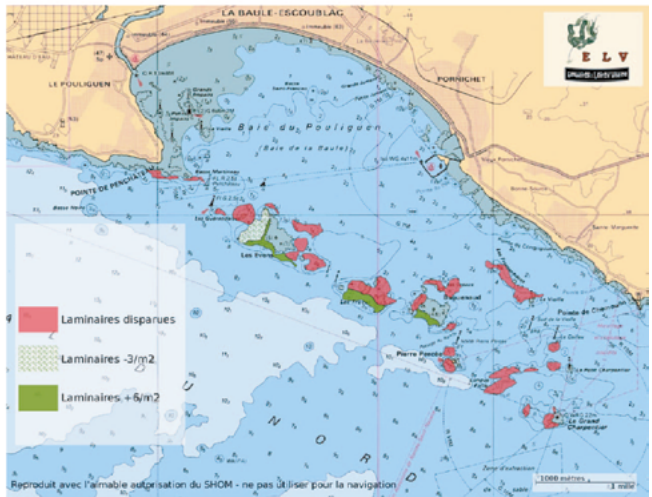
1995



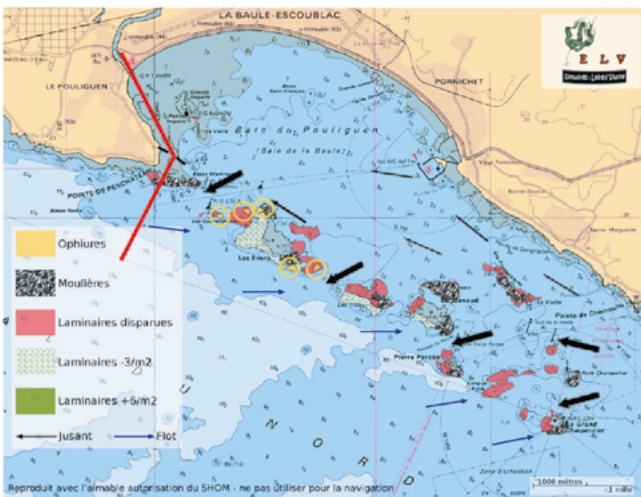
2000



2004



2008



2010

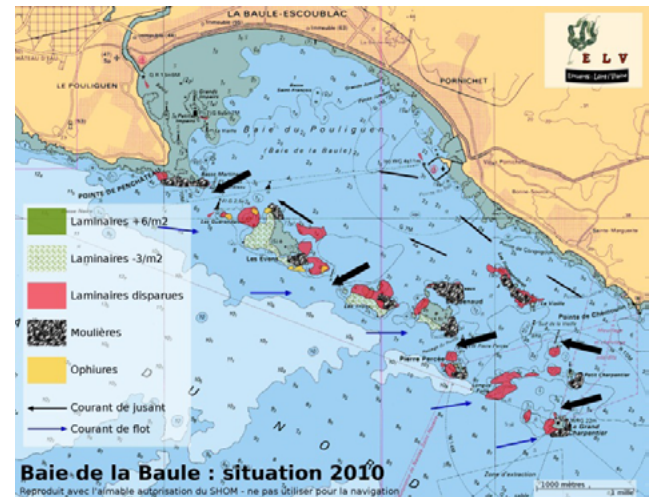


Figure 4 : Évolution des champs de laminaires dans la Baie de la Baule (17)
(Source : Association Estuaire Loire-Vilaine, 2010).

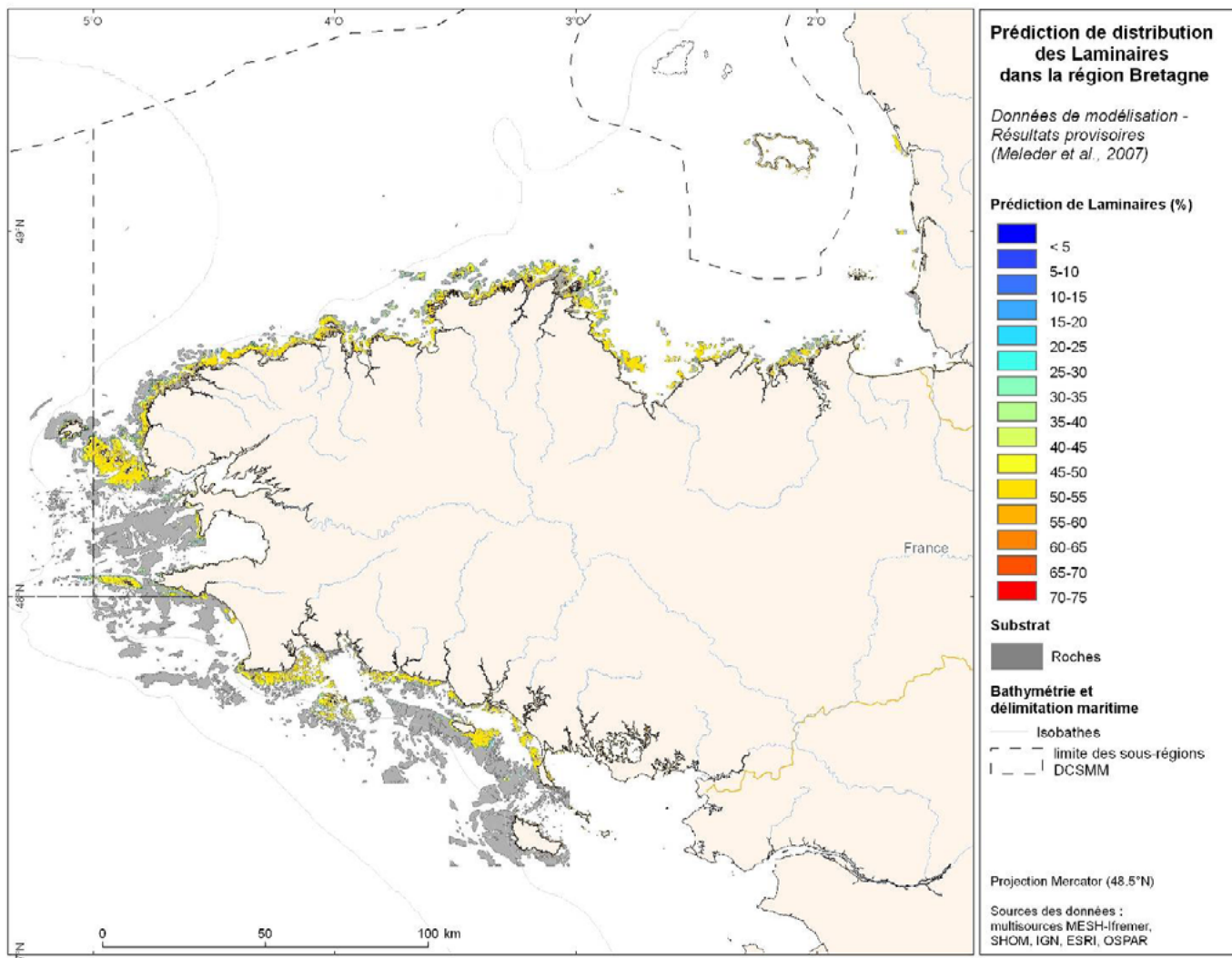


Figure 5 : Distribution prédictive des laminaires dans la région Bretagne (18) (Source : Ifremer, 2010).

1.2.2. Biocénoses à couverture végétale autre que les laminaires

Lorsque les conditions nécessaires au développement des biocénoses à laminaires ne sont pas réunies, celles-ci sont remplacées par d'autres phéophycées telles que *Halidrys siliquosa* ou *Cystoseira* spp. qui tolèrent mieux l'influence sédimentaire. Cette dernière est d'ailleurs très représentée dans l'infra littoral du Pays basque (Annexe 3).

1.2.3. Biocénoses dominées par la faune

Sur les fonds où l'hydrodynamisme est faible ou modéré, la faune peut devenir prédominante, notamment dans les milieux turbides. Ce type de biocénose est notamment recensé en Loire Atlantique où des moulières recouvrent le substrat rocheux, ne laissant que peu de place pour l'installation des algues [13]. Ces biocénoses peuvent également concerner des milieux à salinité variable, comme c'est le cas au niveau des estuaires rocheux ainsi que sur les « courants landais aménagés » (de Casamajor, comm. pers.).

2. HABITATS ET ESPÈCES PARTICULIERS

2.1. TOMBANTS, GROTTES ET SURPLOMBES

Les grottes correspondent à l'habitat « 8330 grottes marines submergées ou semi-submergées » qui justifie la désignation de sites Natura 2000. Ces micro-habitats correspondent à des topographies bien particulières du substrat rocheux. Aussi, leurs biocénoses sont indépendantes des ceintures et donc de l'étagement dans lequel on se trouve ; on retrouvera par conséquent ces mêmes descriptions dans la synthèse traitant des « fonds durs circalittoraux » de la sous-région marine.

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

Les grottes sous-marines de la façade Manche-Atlantique sont assez peu connues, mais selon P. Chevaldonne (comm. pers.), un approfondissement des connaissances sur ces écosystèmes particuliers permettrait certainement de mettre en évidence des espèces de grand intérêt écologique comme les Mysidacés cavernicoles⁴ du genre *Hemimysis* ou l'éponge carnivore *Asbestopluma hypogea* (inscrite à l'annexe II de la convention de Berne) récemment observée sur l'île de Groix en Bretagne.

2.2. ROCHES CALCAIRES

Les roches calcaires abritent les mêmes biocénoses que celles qu'on peut trouver sur les roches granitiques situées à proximité. Par contre, en raison de la multitude de micro-habitats qu'offrent les perforations qui caractérisent ces roches, on observe d'une part une densité plus importante des espèces en raison de l'augmentation de la surface disponible, et d'autre part un développement favorisé des espèces sciaphiles, grâce aux micro-grottes particulièrement nombreuses sur ce substrat, et c'est ce qui rend ces habitats si particuliers (plateau du Four, côtes charentaises, etc.).

2.3. ESPÈCES INTRODUITES

Plus d'une centaine d'espèces ont été introduites sur la façade Manche-Atlantique au cours des dernières décennies, dont plus d'une vingtaine de macroalgues [19] [20]. C'est notamment le cas de la laminaire *Undaria pinnatifida* (Wakamé) introduite et cultivée sur filières en Bretagne au début des années 1980 à Ouessant, Sein et Groix puis dans les années 1990 à Oléron [21]. Elle se développe entre 0 et 15 m et apprécie particulièrement les supports artificiels. Sa présence varie fortement d'une année sur l'autre. Elle a notamment été signalée dans le golfe du Morbihan, à Hoëdic et à Étrel (figure 6) mais semble s'installer définitivement sur Oléron et le nord de l'île de Ré. Il est intéressant de noter qu'elle a été classée au 3^e rang des algues introduites les plus menaçantes [22]. Elle se développe plus facilement en l'absence de canopée et est moins compétitive que la laminaire à bulbe, *Saccorhiza polyschides*. Parmi les espèces introduites susceptibles de présenter un caractère invasif, on retrouve la sargasse japonaise, *Sargassum muticum* [23], une phéophycée, la rhodophycée *Heterosiphonia japonica* [24] ou l'éponge *Celtodoryx ciocalyptoides* [25]. C'est cette dernière qui connaît aujourd'hui le plus fort développement, même si elle reste pour le moment et à notre connaissance localisée (golfe du Morbihan et Étrel). Cette éponge recouvre tout type de substrat (rocheux, biologiques) et nécessite donc une surveillance toute particulière.

⁴ Organismes carnivores de la classe des Crustacés, semblables à de minuscules crevettes.

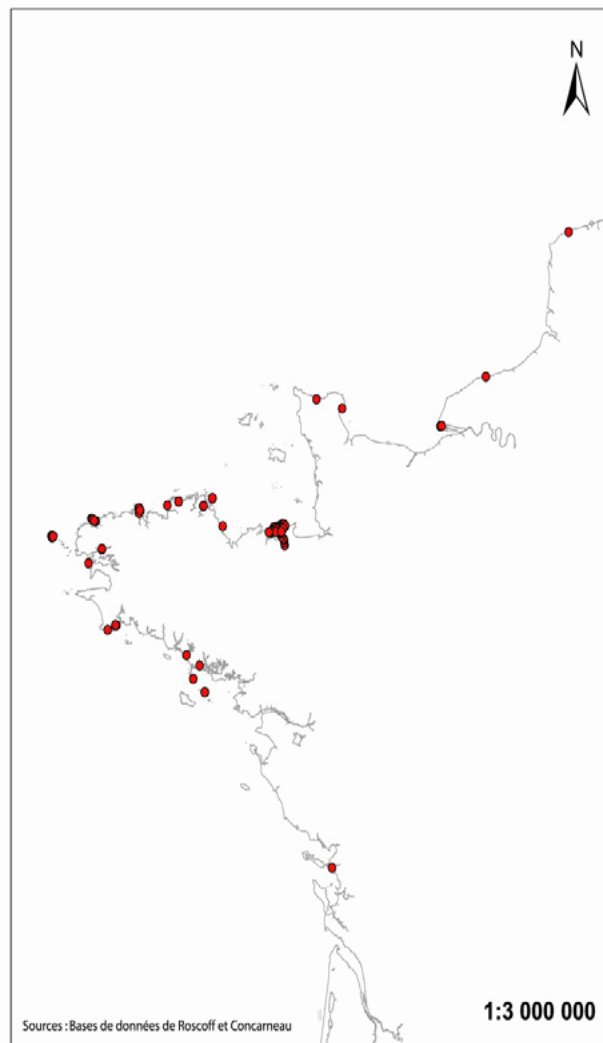


Figure 6 : Sites d'observation d'*Undaria pinnatifida*
(Sources : MNHN Concarneau, CNRS Roscoff, 2011).

2.4. ESPÈCES LISTÉES PAR LES CONVENTIONS INTERNATIONALES ET DIRECTIVES EUROPÉENNES

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

On peut regretter la faible représentation des espèces des roches subtidales, mais les travaux actuellement menés au niveau des listes d'espèces déterminantes (en 2010 pour la Bretagne [26] et prochainement en Loire-Atlantique, Poitou-Charentes et dans le Pays basque), mais aussi au niveau du Parc Naturel Marin d'Iroise nous autorisent à espérer une meilleure prise en compte de cette faune au niveau national dans les années à venir.

3. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les zones portuaires et autres secteurs côtiers fortement soumis aux apports importants des fleuves et courants résiduels sont autant de zones à forts enjeux pour la biodiversité littorale. Le développement d'espèces introduites, l'eutrophisation du linéaire côtier et l'importance des panaches estuariens, pour ne citer que quelques exemples, ont des effets majeurs sur le développement des biocénoses infralittorales. Dans certains secteurs, la biocénose à laminaires a fortement régressé, voire même totalement disparu au cours des dernières décennies. Dans le secteur des estuaires de la Vilaine et de la Loire, la régression, voire même la disparition totale et sur de grandes surfaces de certains champs de laminaires a été observée et même cartographiée (figure 4) ; le même constat a été fait sur les côtes morbihannaises (Derrien-Courtrel et Ménard, comm. pers.).

L'Agence des aires marines protégées a lancé en 2009, sur 2 ans, un marché de portée nationale visant à réaliser l'inventaire biologique et l'analyse écologique de 70 sites patrimoniaux, 65 sites Natura 2000 désignés au titre de la « Directive Habitat Faune Flore » européenne, 1 périmètre marin de parc national (Calanques) ainsi que 4 périmètres d'étude de parcs naturels marins (Côte Vermeille, Pertuis Charentais-Gironde, golfe Normand-Breton et Côte d'Opale et 3 estuaires picards).

Plus de trente bureaux d'étude ont répondu à ce marché, en association avec la plupart des stations marines, universités, associations naturalistes et grands opérateurs locaux. Ce marché devrait permettre la réalisation, d'ici fin 2011, de la cartographie de près de 30 % des eaux territoriales métropolitaines. Ce marché permettra également de répondre, de manière coordonnée avec les DREAL et le MEDDE, aux engagements communautaires en la matière.

En Bretagne, les inventaires du type ZNIEFF-Mer ont fortement contribué à la connaissance et à la caractérisation de ces biocénoses, notamment au travers de l'approche des faciès [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]. Ils ont également contribué aux réflexions sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats (DHFF) et sur la définition du bon état écologique (DCSMM). Parallèlement, les suivis REBENT et DCE ont permis pour la première fois l'acquisition de données quantitatives et homogènes à l'échelle de l'ensemble des trois sous-régions marines de la façade Manche-Atlantique [27]. Pour autant, les moyens humains et financiers des structures intervenant comme opérateurs dans la prospection des fonds subtidiaux rocheux n'est pas toujours en adéquation avec l'ampleur de la tâche, et donc avec les résultats attendus.

D'autre part, un autre gros problème réside dans le manque de compétences en identification des organismes marins fixés. Si à l'avenir, un effort d'échantillonnage est consenti pour l'étude de ces biocénoses, on peut craindre une sollicitation croissante des systématiciens aujourd'hui de moins en moins nombreux.

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, si la Bretagne est relativement bien pourvue en données sur les biocénoses des roches subtidales, il n'en est pas de même pour celles situées plus au sud. Aussi, des efforts devront être consentis pour soutenir l'acquisition de données, permettant notamment aux autres régions littorales de la façade atlantique, quand elles sont pourvues de substrats rocheux bien évidemment (Annexe 2), d'élaborer leurs propres listes d'espèces déterminantes (espèces à fort intérêt patrimonial permettant l'identification de ZNIEFF ; en Bretagne, 6 critères définissent ce caractère déterminant [26]). On peut, à titre d'exemples citer les régions Pays de la Loire Poitou-Charentes et Aquitaine où des listes d'espèces déterminantes seront prochainement élaborées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

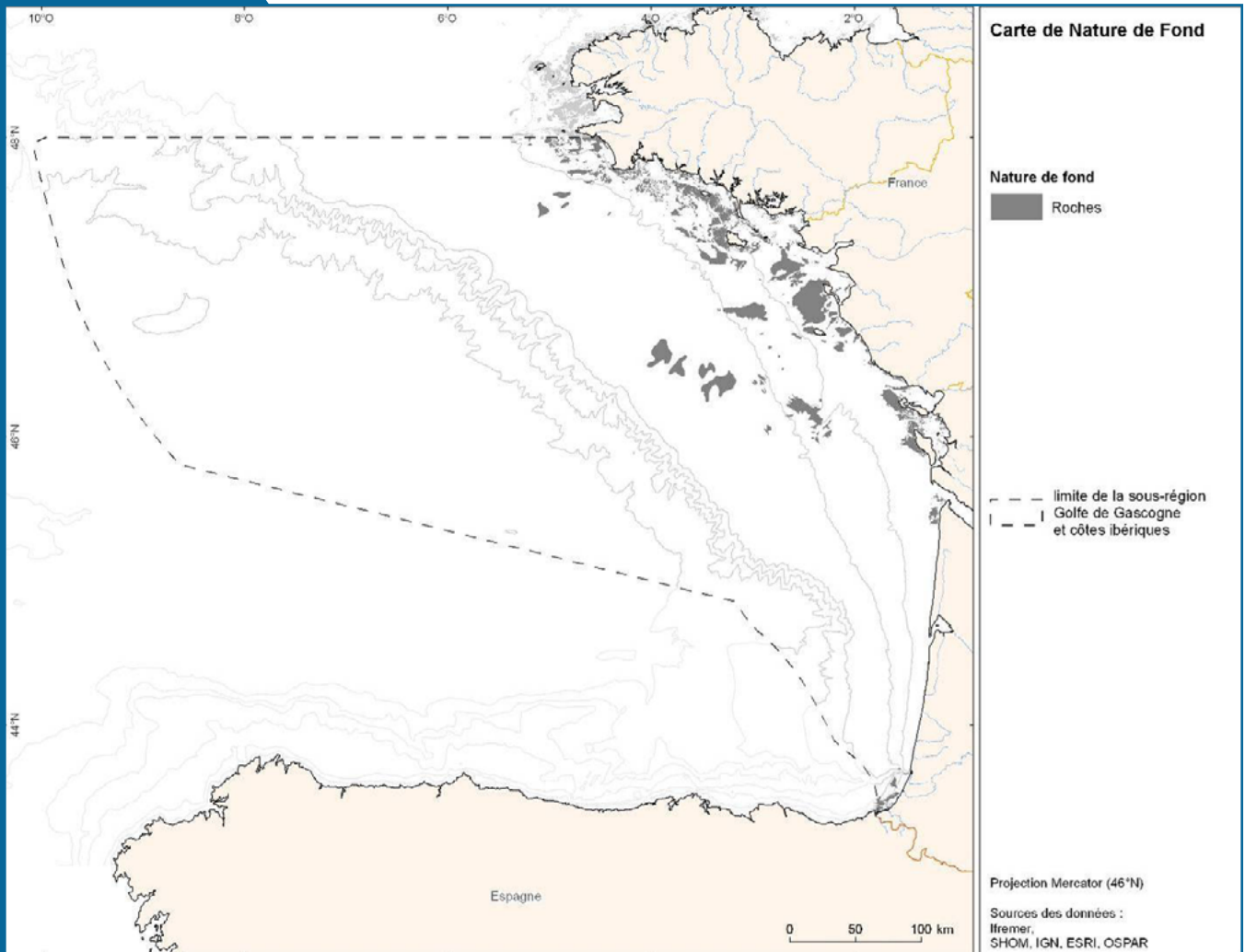
- [1] Dauvin J.C. (ed), 1997. Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes atlantiques, Manche et Mer du Nord. Muséum National d'Histoire Naturelle, Série Patrimoine écologique 28, Paris 376p.
- [2] Augris C., Caill-Milly N., de Casamajor M.N., 2009. Atlas thématique de l'environnement marin du Pays basque et du sud des Landes. Ed. Quae, 127p.
- [3] Le Fevre J., 1986. Aspects of the biology of frontal systems. *Advances in Marine Biology* 23 : 163-1996.
- [4] Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., L'Hardy-Halos M.T., Derrien-Courtel S., 2001. La vie sous-marine en Bretagne – Découverte des fonds rocheux. Les Cahiers Naturalistes de Bretagne n°3, Conseil Régional de Bretagne, 176p.
- [5] Derrien-Courtel S., Le Gal A., Catherine E., Derrien R. et Decaris F-X., 2012. Inventaire ZNIEFF-Mer faunistique et floristique des fonds subtidaux rocheux des Roches de Penmarc'h, Années 2010 à 2011, MNHN-Station de Biologie Marine de Concarneau, 271p.

- [6] Derrien-Courtel S., Mercier-Pecard M., Derrien R., Decaris F.-X., Le Gal A. et Mercier N., 2008. Inventaire ZNIEFF-MER faunistique et floristique des fonds subtidiaux rocheux de Belle-Ile en Mer. Données 2002-2005. MNHN-Station de Biologie Marine de Concarneau, 259p.
- [7] Derrien-Courtel S., Mercier-Pecard M., Derrien R. et Decaris F.-X., 2009. Inventaire ZNIEFF-MER faunistique et floristique des fonds subtidiaux rocheux des îles d'Houat-Hoëdic, MNHN-Station de Biologie Marine de Concarneau, 214p.
- [8] Girard-Descatoire A., Castric-Fey A. et L'Hardy-Halos M.-T., 1996b. Inventaire de la faune et de la flore sur les fonds rocheux de l'archipel de Glenan. ADMS, 172p.
- [9] Girard-Descatoire A., L'Hardy-Halos M.-T. et A. Castric-Fey, 1996c. Inventaire de la faune et de la flore sur les fonds rocheux du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Étel. ADMS. 167p.
- [10] L'Hardy-Halos M.-T. et Castric-Fey A., 2001b. Inventaire de la faune et de la flore sur les fonds rocheux de l'Île de Groix. ADMS. 176p.
- [11] Crisp D.J., Fischer-Piette E., 1959. Répartition des principales espèces intercotidales de la côte atlantique française en 1954-1955. Annales de l'Institut Océanographique, Paris 36 : 275-388.
- [12] Dizerbo A., Herpe E., 2007. Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, Îles Anglo-Normandes incluses. Anaximandre, ed., Landerneau, 315p.
- [13] Barillé A.L., Derrien-Courtel S., 2010. État de santé des masses d'eau côtières dans le secteur Loire-Vilaine avec le Bio-indicateur des Laminaires - année 2009. Contrat ELV-Bio-Littoral, ed. 93p
- [14] Lahondère C., 1981. Compte rendu de l'excursion algologique du 28 septembre 1980 au sud de la Pointe des Boulassiers (Île d'Oléron). Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série 12 : 156-157.
- [15] Castric-Fey A., 1973. Hydriques et Bryozoaires du plateau continental Sud-armoricain. I. Plateau de Rochebonne et de l'Île d'Yeu. Cahier de Biologie Marine 14 : 205-216.
- [16] Derrien-Courtel S., Le Gal A., Barillé A.L., 2011. État de santé des masses d'eau côtières dans le secteur Loire-Vilaine avec le Bio-indicateur des Laminaires - année 2010. Contrat ELV-Bio-MNHN. 37.
- [17] Ménard J.C., 2011. Les apports naturels et anthropiques de la Loire, la turbidité, les conséquences sur la qualité des eaux, les fonds marins. Evolution des sites de laminaires dans la baie de la Baule-Le Pouliguen années 1995, 2000, 2004, 2008 et 2010. La roche Bernard, 24 mai 2011 (communication orale).
- [18] Méléder V., 2007. Protocole de distribution des habitats benthiques côtiers par modélisation prédictive. Application aux forêts denses de laminaires subtidales du littoral breton Dynamiques de l'Environnement Côtier - Service Applications Géomatiques (AG), Trans.), ed. Ifremer, 58p.
- [19] Gouletquer P., Bachelet G., Sauriau P.-G., Noël P., 2002. Open Atlantic coast of Europe - a century of introduced species into French waters. In : Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds) Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht / Boston / London : 276-290.
- [20] Pagny J., (coord.), Acou A., Ar Gall E., Blanchard M., Cabioc'h J., Canard A., Derrien-Courtel S., Feuteun E., Gentil F., Gouletquer P., Grall J., Gruet Y., Hamon D., Hily C., d'Hondt J.-L., Le Duff M., Le Mao P., Le Roux A., Nézan E., Perrin B., Simon N., Stiger-Pouvreau V., Viard F., Ysnel F., 2010. Les espèces marines invasives en Bretagne. GIP Bretagne Environnement, ed., Rennes, 41p.
- [21] Lafon P., 2004. L'or brun de l'île d'Oléron. L'exploitation du varech du Moyen-Age à nos jours. Editions Alan Sutton, Saint-Cyr-sur-Loire, 128p.
- [22] Nyberg C. et Wallentinus I., 2005. Can species traits be used to predict marine macroalgal introductions ? Biological Invasions 7 (2) : 265-279.
- [23] Belsher T., 1991. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur le littoral français. Synthèse des études 1983-1989. Ifremer ed., Plouzané, 99p.
- [24] Husa V., Sjøtun K., Lein E., 2004. The newly introduced species *Heterosiphonia japonica* Yendo Dasycyanea, Rhodophyta : geographical distribution and abundance at the Norwegian southwest coast. Sarsia : North Atlantic Marine Science 89 : 211-217.
- [25] Henkel D., Janussen D., 2011. Redescription and new records of *Celtodoryx ciocalyptoides* (Demospongiae : Poecilosclerida)-a sponge invader in the north east Atlantic Ocean of Asian origin Aquaculture ? Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 91 (Special Issue 02) : 347-355.
- [26] Derrien-Courtel S. (coord.), Ar Gall E., Chevalier C., Derrien-Courtel S., Gentil F., Grall J., Guillaumont B., Hamon D., Hily C., Houbin C., Le Duff M., Le Gal A. et Le Mao P., 2010. Faune et Flore benthiques du littoral breton. Proposition d'espèces déterminantes pour la réalisation des fiches ZNIEFF-Mer et de listes complémentaires. Document CSRPN Bretagne, ed. 61p.
- [27] Derrien-Courtel S., Le Gal A., de Casamajor M.-N., Gevaert F., 2011. Mise en réseau des suivis des biocénoses des roches subtidales de la façade Manche/Atlantique & Élaboration d'une stratégie d'Évaluation de leur Etat de Conservation - Document de travail version 1.3, ed. juin 2011, 26p.

Annexe 1 : Typologies des ceintures algales (d'après Castric et al., 2001 (4)).

CEINTURE ALGALE	MILIEU PEU TURBIDE		MILIEU TRÈS TURBIDE
	SITE EXPOSÉ	SITE ABRITÉ	
FRANGE INFRALITTORALE (FACULTATIVE) =NIVEAU 1	Présence de <i>Laminaria digitata</i>	Présence de <i>Laminaria digitata</i> ou <i>Padina pavonica</i>	Présence de <i>Padina pavonica</i>
INFRALITTORAL SUPÉRIEUR =NIVEAU 2	«Forêt de laminaires denses» : Laminaires (<i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> et <i>Saccorhiza polyschides</i>) densité $\geq 3 \cdot m^{-2}$	Champs de <i>Cystoseira</i> spp. et <i>Halidrys siliquos</i> $\geq 3 \text{ ind} \cdot m^{-2}$	<i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> , parfois associées avec <i>Laminaria hyperborea</i> , et/ou <i>Saccorhiza polyschides</i> ($\geq 3 \text{ ind} \cdot m^{-2}$). Sous strate composée d'algues rouges sciaphiles
INFRALITTORAL INFÉRIEUR =NIVEAU 3	«Forêt de laminaires clairsemées» : Laminaires (<i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Laminaria ochroleuca</i> et <i>Saccorhiza polyschides</i>) densité $< 3 \cdot m^{-2}$	Champs de <i>Solieria chordalis</i> $< 3 \text{ ind} \cdot m^{-2}$	Rares <i>Sargassum muticum</i> et/ou <i>Halidrys siliquosa</i> éparses ($< 3 \text{ ind} \cdot m^{-2}$). Abondance d'algues rouges sciaphiles <i>Solieria chordalis</i> et de la faune fixée
CIRCALITTORAL CÔTIER =NIVEAU 4	Absence de laminaires et présence d'algues sciaphiles (<i>Dictyopteris polypodioides</i> , <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> ...), prédominance de la faune fixée	Absence de <i>Solieria chordalis</i> et présence d'algues sciaphiles (<i>Dictyopteris polypodioides</i> , <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> ...), prédominance de la faune fixée	Dominance de la faune fixée, algues foliacées rares
CIRCALITTORAL DU LARGE =NIVEAU 5	Algues dressées absentes. Apparition de faune sciaphile	Algues dressées absentes. Apparition de faune sciaphile	Dominance de la faune fixée, algues dressées absentes

Annexe 2 : Carte des fonds rocheux de la sous-région golfe de Gascogne.



Annexe 3 : Composition et densité des algues structurant l'habitat de l'infralittoral supérieur au sein de la sous-région golfe de Gascogne.

