

**CARAC**

**TÉRIS**

**TIQUES ET**

**MERS CELTIQUES**

**ÉTAT**

**ÉCOLO**

**GIQUE**

# CARACTÉRISTIQUES ET ÉTAT ÉCOLOGIQUE

## MERS CELTIQUES

JUIN 2012

## ÉTAT BIOLOGIQUE

### Caractéristiques biologiques - biocénoses

### Biocénoses des fonds durs du médiolittoral

Erwan Ar Gall,  
Christian Hily,  
Jacques Grall,  
Michel Le Duff,  
Christophe Redon,  
Fanny Kerninon (IUEM, Brest).



## 1. INTRODUCTION

Dans un premier temps, il paraît utile de rappeler que les limites bathymétriques (hypsométriques) de cet étage varient en fonction des auteurs et des experts, que ce soit en haut de l'estran – limite supra et/ou adlittoral / médiolittoral – ou en bas de l'estran – limite médiolittoral / infralittoral. Globalement, le médiolittoral se superpose plus ou moins exactement à l'estran ou zone de balancement des marées, qui se situe entre le niveau des hautes mers de vives-eaux exceptionnelles (n.e.PMVE coefficient 120 ou « marées d'équinoxe ») et le niveau des basses mers correspondant (niveau exceptionnel des basses mers de vive eau ou zéro des cartes marines / hydrographique). Toutefois, selon plusieurs approches (EUNIS, Cahiers d'Habitats, REBENT [1]), le médiolittoral s'achève en haut de l'estran au niveau moyen des pleines mers de vive eau (n.m.PMVE) et exclut les populations linéaires (ceintures) de lichens marins, y compris *Verrucaria maura*, qui se retrouvent dans la frange littorale du supralittoral. En bas, le médiolittoral ne prend pas en compte la ceinture à *Himanthalia elongata* - *Bifurcaria bifurcata* - Rhodophyceae, qui se retrouve dans la frange infralittorale supérieure – pourtant incluse dans le « lower eulittoral » d'EUNIS/MESH –, ni le haut du niveau à *Laminaria digitata*, qui se retrouve dans la frange infralittorale inférieure de REBENT. Compte tenu des études menées notamment dans le cadre de REBENT et de la DCE [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14], les résultats consignés dans ce rapport porteront sur l'ensemble de l'estran, qui correspond assez précisément au terme « intertidal », c'est-à-dire de la limite n.e.PMVE (*Pelvetia canaliculata* / *Verrucaria maura*) au haut de la ceinture à *L. digitata*, accessible aux grandes marées (coefficients > 95).

Dans cette étude, seuls les blocs relativement stables et les roches – roche-mère affleurante ou roche en place – seront pris en considération, à l'exclusion des sables, vases, graviers et cailloutis<sup>1</sup> (sédiments fins à grossiers, homogènes à hétérogènes).

## 2. ÉTUDE PAR BIOCÉNOSE

### 2.1. ROCHES ET BLOCS MÉDIOLITTORAUX À DOMINANCE ALGALE

Lorsque les roches et blocs sont présents de haut en bas de l'estran, et que la nature de la roche et l'hydrodynamisme le permettent, on peut observer la zonation verticale suivante des ceintures (populations linéaires) de macroalgues dominantes (structurantes), de haut en bas : *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum* / *F. vesiculosus*, *F. serratus* / Rhodophyceae, *Himanthalia elongata* / *Bifurcaria bifurcata* / Rhodophyceae, *Laminaria digitata* [15] [16] [17] (voir aussi Annexe I).

#### 2.1.1. Répartition géographique de l'habitat

Seule l'île d'Ouessant est concernée, au sud-ouest de la sous-région. On observe moins de 10 % de couvert algal sur le secteur exposé de l'île d'Ouessant, se traduisant par un morcellement des formations végétales et par de faibles densités [18]. On constate une régression globale de la couverture en Fucales avec une diminution de 30 ha en équivalent 100 %, mesurée sur la partie commune aux images de 2006 et 2009 sur l'archipel d'Ouessant - Molène (Région Bretagne, 2009). Par ailleurs, l'île d'Ouessant n'est pas un site REBENT/DCE.

#### 2.1.2. Diversité des espèces et structure des peuplements

Peu de données sont disponibles, à part quelques travaux anciens à très anciens [19] [20] [21] [22].

#### 2.1.3. Évolution et menaces potentielles

Il n'y a que très peu de données relatives à cet habitat dans la sous-région marine. Pour l'instant, il n'y existe pas non plus de site DCE ni REBENT.

<sup>1</sup> Se référer à la contribution thématique « Biocénoses des fonds meubles du médiolittoral ».

## 2.2. ROCHES ET BLOCS MÉDIOLITTORAUX À DOMINANCE ANIMALE

### 2.2.1. Description de l'habitat

Les roches et blocs médiolittoraux à dominance animale constituent un habitat de substrat dur se situant sur toute la zone médiolittorale, majoritairement dans des sites exposés et très exposés. Cet environnement favorise l'installation de communautés animales sur la roche dans les fissures et anfractuosités du milieu aux dépens des communautés de macroalgues dressées, moins adaptées aux conditions difficiles du fort hydrodynamisme. Néanmoins, des espèces végétales résistantes peuvent également être présentes, comme les fucales dans leur forme prostrée, et des algues rouges encroûtantes, souvent dans les fissures et des cavités qui créent des microhabitats plus protégés.

La base de la biocénose est constituée par les cirripèdes (*Semibalanus balanoides*, *Chthalamus stellatus* ou *C. montagui*...) accompagnés par des gastéropodes microbrouleurs (patelles, littorines, gibbules...). Les différentes espèces se distribuent selon le gradient hypsométrique en plusieurs biocénoses correspondant aux ceintures du haut médio-, milieu médio- et bas médiolittoral avec une richesse spécifique augmentant rapidement du haut au bas de l'estran [23].

Localement, des espèces grégaires suspensivores peuvent former de véritables bancs couvrant la totalité du substrat rocheux. Ce sont principalement les moules (*Mytilus edulis* et *M. galloprovincialis*), et plus récemment les huîtres du Pacifique (*Crassostrea gigas*), cette dernière étant une espèce exotique considérée comme invasive [24]. En fonction de l'intensité des actions hydrodynamiques, de l'orientation et de la pente rocheuse, la moulière peut être continue ou fragmentée. Elle est parfois remplacée par les pouces-pieds (*Pollicipes cornucopiae* = *pollicipes*) sur les parois verticales des milieux extrêmement battus. Dans ces bancs, si la diversité spécifique est faible, il peut en revanche se présenter de fortes biomasses et abondances. La moulière joue un rôle non négligeable dans les réseaux trophiques car les moules sont consommées par les crabes, les poissons et certains oiseaux : eiders, goélands, macreuses et mouettes...

Cet habitat, qui présente des conditions de vie difficiles en termes de contraintes hydrodynamiques, est par contre bien oxygéné et donc rarement dégradé par la mauvaise qualité des eaux liée aux apports terrigènes, mais il est soumis directement aux pollutions par les hydrocarbures venant du large. Les moulières sont souvent exploitées par les pêcheurs à pied amateurs, tandis que les pouces-pieds font l'objet d'une exploitation professionnelle très réglementée mais subissent un braconnage important.

Cet habitat est noté depuis quelques années dans les secteurs semi-abrités et abrités, une situation *a priori* atypique. Ce processus d'extension est directement lié à la régression des ceintures de Fucales, c'est-à-dire la régression avérée des surfaces occupées par l'habitat « roches et blocs du médiolittoral à dominance végétale » dans les secteurs de l'ouest et du nord Bretagne. Cet habitat ne fait pas l'objet de mesures de protection particulières, mais mériterait des mesures spécifiques du fait des forts enjeux écologiques et économiques qu'il présente et des menaces qui pèsent sur sa biodiversité et son fonctionnement.

### 2.2.2. État des connaissances dans la sous-région marine mers celtiques

Dans la sous-région mers celtiques, les seuls secteurs d'estran se situent sur l'île d'Ouessant. L'habitat est largement présent sur cette île, mais il n'existe pas de cartographie récente sur ce secteur sous cette typologie. Cependant, les estrans du médiolittoral de l'île d'Ouessant étant constitués principalement de roche en place et de falaises en milieu battu et très exposé aux fortes houles, les roches et blocs médiolittoraux à dominance animale forment l'habitat majoritaire dans la zone, où il n'est menacé que par les pollutions par hydrocarbures, avec la proximité du rail d'Ouessant, zone de trafic maritime intense.

Les estrans ont été cartographiés dans le cadre des études développées dans le cadre de la réserve Man and Biosphère d'Iroise avec une typologie différente de celle du REBENT, croisant hydrodynamisme, niveau hypsométrique et substrat, ce qui permet de reconstituer globalement la répartition de cet habitat [25]. On notera que cette île présente des parois particulièrement riches dans les zones du médiolittoral inférieur avec le développement de faciès à *Balanus perforatus*, algues calcaires, et pouces-pieds.

## 2.3. CUVETTES OU MARES PERMANENTES

### 2.3.1. État des connaissances

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

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

Cet habitat peut parfois apparaître comme une enclave écologique de l'infralittoral. Toutefois, cela ne peut fonctionner que pour les cuvettes de grande taille du bas du médiolittoral, dans lesquelles l'exondation est de courte durée ou nulle, en fonction des coefficients de marée. Ceci se traduit par des variations réduites du volume de la cuvette et donc de la hauteur d'eau, de la salinité, du pH, de la température, de la qualité de la lumière et de son intensité. En somme, les organismes se retrouvent dans un milieu presque aussi « tamponné » que la masse d'eau environnante. De plus, l'hydrodynamisme est plus faible que dans les niveaux supérieurs, ce qui n'est pas sans conséquence sur les pointes rocheuses battues. Les variations de l'ensemble des paramètres deviennent de plus en plus importantes en remontant sur l'estran, aboutissant à un gradient de micro-habitats particuliers, différant de la roche médiolittorale environnante hors eau à marée basse, par le maintien d'une couche d'eau à salinité variable pouvant s'assécher complètement dans les hauts niveaux en constituant alors un milieu hyperhalin.

Les peuplements algaux observés et les biocénoses associées seront donc en relation avec ces éléments. On a ainsi pu distinguer trois grands types théoriques pour les cuvettes présentes sur le littoral Manche-Atlantique : les cuvettes profondes de bas niveau, les cuvettes intermédiaires du milieu de l'estran et celles de faible taille des hauts niveaux [26]. Il est à noter que l'ombrage de surplombs et la présence de sable ou de galets peuvent modifier la composition algologique des peuplements.

Les cuvettes constituent en mode exposé des zones refuges pour la végétation et la faune, et la persistance d'eau de mer y autorise la remontée de diverses espèces à des niveaux plus élevés que celui de leur biotope (algues rouges sciaphiles, Corallinaceae, *Bifurcaria*, Laminariales). Elles sont souvent tapissées de Corallinaceae encroûtantes (*Lithophyllum* spp. ou *Mesophyllum lichenoides*), y compris au-dessus du niveau de la mi-marée, tandis que les thalles dressés des Corallines investissent plutôt les fissures et les cassures, accompagnées en cela par d'autres Rhodophyceae et divers Mollusques (*Littorina*, *Gibbula*, *Osilinus*, *Nucella*). Dans les hauts niveaux prospèrent des algues vertes euryèces<sup>2</sup> (*Enteromorpha* spp.), du microphytobenthos (Diatomées épilithes et épiphytes) et des cyanobactéries. Dans les niveaux intermédiaires, les Chlorophyceae et d'autres macroalgues (*Scytosiphon* par exemple) se retrouvent couramment sur les coquilles de patelles plus ou moins inféodées aux cuvettes. On y rencontre aussi des anémones de mer, des isopodes, des amphipodes et, en allant vers les bas niveaux, des poissons (*Blennius* par exemple). Les cuvettes les plus basses et les plus profondes présentent un étagement (zonation verticale) de Laminariales (*L. digitata*, *L. hyperborea*, *Saccharina latissima*, *Saccorhiza polyschides*, *Alaria esculenta* en mode battu) et de Dictyotales sur le fond, puis des Fucales (*Himanthalia*, Fucaeeae, Sargassaceae) en haut et sur leur pourtour [26] [27] [28].

### 2.3.2. Tendances évolutives et menaces potentielles

Il n'y a pas de données sur les biocénoses des mares dans la sous-région marine mers celtiques.

## 2.4. COMMUNAUTÉS DES CALCAIRES DU LITTORAL

Sans objet dans cette sous-région marine.

<sup>2</sup> Organismes qui supportent des variations importantes des paramètres de l'environnement (euryhalines, eurythermes...).

## 2.5. GROTTES EN MER À MARÉE

### 2.5.1. Description de l'habitat

Les grottes marines médiolittorales sont présentes dans les anfractuosités de grande taille des falaises rocheuses de toute nature (calcaire, granit, grès, etc.). L'ouverture des grottes émerge à basse mer plus ou moins haut sur l'éstran. Le fond de la grotte est quant à lui constitué de grandes cuvettes ou de roche émergée. La quasi-absence de lumière conjuguée à l'atténuation des conditions hydrodynamiques et à la relative stabilité de la température permettent la remontée de tout un cortège d'espèces sciaphiles des étages inférieurs. En général, on peut observer un gradient d'atténuation de la variabilité des facteurs écologiques cités ci-dessus de l'ouverture vers le fond. La zonation caractéristique des milieux rocheux s'en trouve alors fortement atténuée. Il faut noter qu'on regroupe souvent sous cet habitat générique les surplombs rocheux (dessous de blocs de grande taille) à l'abri de la lumière directe. Ce type d'habitat est particulièrement présent à la sortie de la Manche.

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

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

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

### 2.5.2. État des connaissances et suivi

Malgré sa fragilité et son intérêt patrimonial majeur, la dynamique et le fonctionnement écologique de cet habitat sont extrêmement peu étudiés. Les enseignants en écologie marine savent les utiliser pour leur valeur pédagogique dans la formation des étudiants. Néanmoins, nous n'avons pu trouver de travaux décrivant précisément l'écologie des grottes marines intertidales.

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

## 2.6. CHAMPS DE BLOCS

### 2.6.1. Caractéristiques de l'habitat

La récente redéfinition de la typologie des habitats côtiers par le REBENT [29] a permis de situer l'habitat champs de blocs dans l'item des « habitats particuliers ». Il faut souligner que le terme « champs de blocs » se trouve précisé et couvre désormais les zones de blocs des plus bas niveaux de l'éstran découvrant aux basses mers. Ils ne font pas partie véritablement du médiolittoral mais de ce que l'on définit désormais comme la frange émergée (ou émergente ou encore partie supérieure) de l'infralittoral. C'est l'habitat intertidal le plus diversifié.

Du haut en bas de l'éstran, le champ de blocs commence par la partie basse de la ceinture à *Fucus serratus*, puis se poursuit un peu plus bas par le niveau à *Bifurcaria bifurcata* et *Himanthalia elongata* et un ensemble d'algues rouges en mélange souvent dominé par le genre *Mastocarpus*. Encore plus bas, cet habitat peut présenter les premières laminaires (*Laminaria digitata*), espèces qui se développent principalement dans l'infralittoral médian et inférieur.

De manière plus générale, les champs de blocs, constitués par la fragmentation des roches en place, sont situés au pied de falaises rocheuses ou entre les pointes rocheuses et les platiers. Ils ne sont accessibles à pied que lors de coefficients de marée supérieurs ou égaux à 95. Comparativement au médiolittoral, les champs de blocs abritent

naturellement une biodiversité élevée du fait de leur situation en bas d'estran, mais leur richesse faunistique et floristique dépend aussi beaucoup du type architectural de l'habitat. Trois grandes catégories de champs de blocs sont distinguées : les blocs sur sédiments, les blocs sur roche en place et les blocs sur blocs [30].

La biodiversité maximale est atteinte avec la catégorie blocs sur blocs (plusieurs couches de blocs les uns sur les autres) en raison du nombre élevé de microhabitats présents (cavités, surplombs...) qui offrent des conditions environnementales très favorables à l'installation d'une faune très diversifiée, parfois inhabituelle pour le niveau auquel se trouve cet habitat, en particulier liée à la grande diversité de faune fixée sur les faces inférieures des blocs (spongiaires, ascidies, bryozoaires, actiniaires). Cet habitat offre ainsi un abri et une protection contre les grands prédateurs comme les oiseaux, les grands poissons et les crustacés, et contre les facteurs contraignants tels que les variations d'hygrométrie, température, salinité, etc. En constituant un microhabitat supplémentaire, le substrat sous-jacent participe à la diversité remarquable de cet habitat. En revanche, la présence de sable grossier ou de graviers-cailloutis à proximité ou entre les blocs est susceptible d'induire un fort décapage des peuplements de surface.

Il s'agit d'un milieu sensible et naturellement dynamique. Les blocs les plus petits (quelques décimètres cubes) seront parfois retournés et déplacés par les fortes houles et courants, particulièrement en milieu exposé. Mais seuls des événements tempétueux exceptionnels et plus encore l'activité de pêche à pied récréative pourront entraîner le retournement des blocs de taille moyenne susceptibles d'abriter une faune intéressante pour la consommation (étrilles, crabes dormeurs, ormeaux, loches). Ce retournement induit la mortalité de la faune et de la flore fixées sur le dessus et le dessous des blocs, associée au développement d'espèces opportunistes telles que les algues vertes (entéromorphes, ulves...).

## 2.6.2. État des connaissances dans la sous-région mers celtiques

Dans la sous-région mers celtiques, les champs de blocs du parc naturel marin d'Iroise ont été cartographiés à partir de diverses sources [31] [32]. Leur surface totale n'est pas calculée avec précision, mais est inférieure à 1 ha (figure 1).

L'île d'Ouessant étant majoritairement bordée de hautes falaises, et située dans un secteur extrêmement battu par les houles océaniques, les blocs d'estran sont principalement des chaos de roches. Le seul champ de blocs accessible dans l'anse abritée de l'ouest (Lampaul) est largement impacté par les pêcheurs à pied au sud de l'île. Il n'y a pas d'informations supplémentaires sur ce secteur.

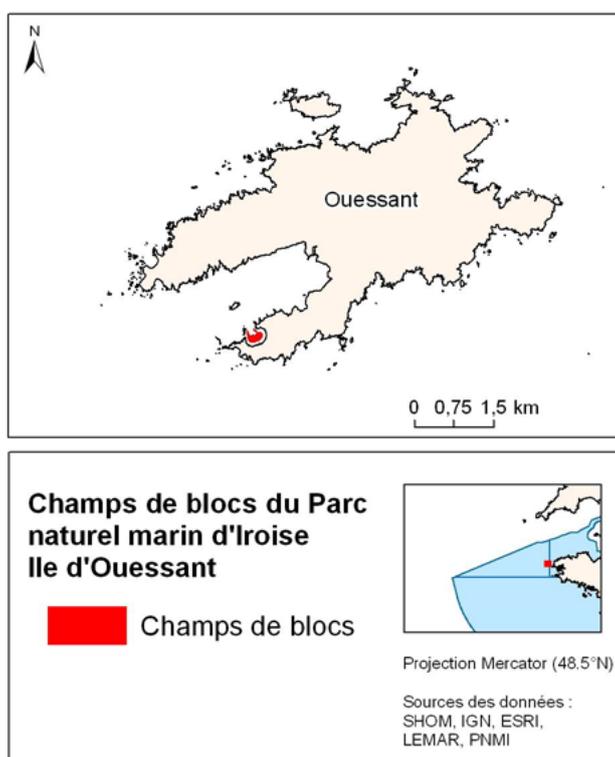


Figure 1 : Champs de blocs d'Ouessant  
(Sources : LEMAR, PNMI, 2011).

### 3. CONCLUSION

Sur l'ensemble de la sous-région marine mers celtiques, la seule zone d'étude pour les substrats durs médiolittoraux correspond à l'île d'Ouessant, donc une zone très restreinte, tant en extension géographique qu'en surface.

Les études disponibles pour les différents habitats sont donc très limitées ou absentes, mais l'intérêt de cette zone – la seule de la sous-région marine concernant le médiolittoral, avec des particularités environnementales dont un hydrodynamisme fort et une influence anthropique limitée en dehors des pollutions accidentelles – devrait justifier la création d'un site de suivi des habitats considérés, palliant l'absence de site DCE et REBENT.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### INTRODUCTION

- [1] Guillaumont B., Bajjouk T., Rollet C., Hily C. et Gentil F., 2008. Typologie d'habitats marins benthiques : analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (Habitats côtiers de la région Bretagne). Note de synthèse, Projets REBENT-Bretagne et Natura-Bretagne. RST/IFREMER/DYNECO/ AG/08-06/REBENT. 16pp. + Annexes.
- [2] Ar Gall E. et Le Duff M., 2005. IUEM – UBO, Résultats de la surveillance du Benthos - Suivi stationnel des roches intertidales (Flore) – Sites de Bréhat, Portsall, l'île de l'Aber et Trégunc - RST/IFREMER/DYNECO/VIGIES/06-34/REBENT - Edition 2005 (REBENT Bretagne 2004-2005).
- [3] Ar Gall E. et Le Duff M., 2007a. Contribution au REBENT Bretagne 2005-2006 - rapport final au 31/01/2007 St Briac, Roscoff, Delleg, Quiberon.
- [4] Ar Gall E. et Le Duff M., 2007b. Contribution au REBENT Bretagne 2006-2007 - rapport final au 31/12/2007 Malban (Sept-Iles), Molène, Caro/Karo, Saint-Goustan (Le Croisic).
- [5] Ar Gall E. et Le Duff M., 2007c. UBO, Ifremer, Contrôle de surveillance DCE 2007 Suivi de la flore benthique Masses d'eau côtières, Radiale macroalgues intertidales de Malban, Molène, Caro/Karo, Saint-Goustan 15/12/2007.
- [6] Ar Gall E. et Le Duff M., 2007d. LEBHAM - IUEM – UBO, Protocole d'observation in situ et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans rocheux dans le cadre DCE – Décembre 2007.
- [7] Ar Gall E. et Le Duff M., 2008a. Contribution au REBENT BRETAGNE 2008 - rapport final au 31/12/2008. Bréhat, Portsall, Trégunc, Berchis (Golfe du Morbihan).
- [8] Ar Gall E., Le Duff M., 2008b. UBO, Ifremer, Contrôle de surveillance DCE 2008 Suivi de la flore benthique Masses d'eau côtières : FRFC07 - FRGC13-28-39, Radiale macroalgues intertidales de l'île de Bréhat, Portsall, Trégunc, Berchis. 10/12/2008.
- [9] Ar Gall E. et Le Duff M., 2009a. Contribution au REBENT BRETAGNE 2009 - rapport final au 10/12/2009. Saint-Briac, Ile Callot (Carantec), Le Delleg, Quiberon.
- [10] Ar Gall E., Le Duff M., 2009b. UBO, Ifremer, Contrôle de surveillance DCE 2009 Suivi de la flore benthique Masses d'eau côtières : FRFC03 - FRGC11-16-36, Radiale macroalgues intertidales Saint-Briac, Ile Callot, Le Delleg, Quiberon. 10/12/2009.
- [11] Ar Gall E. et Le Duff M., 2009c. IUEM – UBO, Résultats de la surveillance du Benthos - Région Bretagne - Suivi stationnel des roches intertidales (Flore) 2006-2009 - RST/IFREMER/DYNECO/AG/10-20/REBENT, 45p - Edition 2009.
- [12] Ar Gall E. et Le Duff M., 2010a. Contribution au REBENT BRETAGNE 2010 - rapport final au 15/12/2010 Malban, L'île Molène, Caro/Karo, Saint-Goustan.
- [13] Ar Gall E., Le Duff M., 2010b. UBO, Ifremer, Contribution à la DCE 2010 - rapport final au 15/12/2010 Lettre-contrat n°10/5 210 577 - Malban, L'île Molène, Caro/Karo, Saint-Goustan.
- [14] Ar Gall E. et Le Duff M., 2010c. UBO, Intercalibration de l'indicateur « macroalgues intertidales » dans le cadre de l'application de la Directive Cadre sur l'eau. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00026/13728/>

### ROCHES ET BLOCS MÉDIOLITTORAUX À DOMINANCE ALGALE

- [15] Lüning K., 1990. Seaweeds. Their environment, biogeography, and ecophysiology. Wiley-Interscience, New York. 527 pp.
- [16] Cabioc'h J., Floc'h J-Y., Le Toquin A., Boudouresque C-F., Meinesz A. et Verlaque M., 2006. Guide des algues des mers d'Europe. 2ème édition. Delachaux et Niestlé, Paris. 272 pp.
- [17] Guillaumont B., Bajjouk T., Rollet C., Hily C. et Gentil F., 2008. Typologie d'habitats marins benthiques : analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (Habitats côtiers de la région Bretagne). Note de synthèse, Projets REBENT-Bretagne et Natura-Bretagne. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-06/REBENT. 16pp. + Annexes.
- [18] Dion P., 2009. Fiche de synthèse d'habitat « Fucales intertidales » - Avril 2009.
- [19] Thiebault et Blanchard, 1875. Une excursion botanique aux îles de Molène, d'Ouessant et de Sein. Bull. Soc. bot. France 22 : 26-32.
- [20] Dizerbo A.H., 1952. Quelques aspects de la végétation marine d'Ouessant. Bull. Soc. Sci. nat. Ouest France 6 : 3-5.
- [21] Chemin E., 1957. Sur la flore algale de Ouessant (1935). Bull. Labor. Mar. Dinard 43 : 129-130.
- [22] Dizerbo A.H. et Floc'h J-Y., 1971. Excursion de Bretagne (Brest 17-22 août 1970). Soc. Phycol. de France, 16 : 82-88.

## ROCHES ET BLOCS MÉDIOLITTORAUX À DOMINANCE ANIMALE

- [23] Hily C. et Jean F., 1997. Macro-benthic biodiversity in intertidal habitats of the Iroise biosphere reserve (Brittany, France). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 77 : 311-323.
- [24] Lejart M. et Hily C., 2011. Differential response of benthic macrofauna to the formation of novel oyster reefs (*Crassostrea gigas*, Thunberg) on soft and rocky substrate in the intertidal of the Bay of Brest, France. *J. Sea Res.* 65 : 84-93.
- [25] Gourmelon F., Bioret F., Brigand L., Cuq F., Hily C., Jean F., Le Berre I. et Le Démézet M., 1995. Atlas de la Réserve de Biosphère de la Mer d'Iroise : Exploitation cartographique de la base d'information géographique SIG-Ouessant. Conseil Général du Finistère, 104 pp.

## BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

- Guillaumont B., Bajjouk T., Rollet C., Hily C. et Gentil F., 2008. Typologie d'habitats marins benthiques. Analyse de l'existant et propositions pour la cartographie. Habitats côtiers de la région Bretagne. Note de synthèse. Rapport REBENT.
- Hily C., Larzillière A. et Grall J., 2008. Contribution du LEMAR à l'étude des habitats marins pour Natura 2000 en Bretagne. Première partie : Cartographie des habitats intertidaux du site Natura 2000 « Rade de Brest – Estuaire de l'Aulne » p 5-71.
- Hily C. et Lamarche S. 2010. Cartographie des habitats benthiques du site Natura 2000 de la baie de Morlaix. Rapport LEMAR – UBO - IUEM.
- Hily C., 2005. Lieux de surveillance du benthos. Suivi stationnel des roches intertidales (faune) 2004-2009. Edition 2009.
- Lejart M., 2009. Étude du processus invasif de *Crassostrea gigas* en Bretagne : état des lieux, dynamique et conséquences écologiques. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale des Sciences de la Mer, Spécialité : Océanologie Biologique, Institut Universitaire Européen de la Mer, UBO.

## CUVETTES OU MARES PERMANENTES

- [26] Cabioch J., Floc'h J.-Y., Le Toquin A., Boudouresque C.-F., Meinesz A. et Verlaque M., 2006. Guide des algues des mers d'Europe. 2ème édition. Delachaux et Niestlé, Paris. 272 pp.
- [27] Kooistra W.H.C.F., Joosten A.M.T. et van den Hoek C., 1989. Zonation patterns in intertidal pools and their possible causes : a multivariate approach. *Bot. Mar.* 32 : 9-26.
- [28] Bensettiti F., Bioret F., Roland J. et Lacoste J.-P. (coord.), 2004. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p. + cédérom. [ISBN 2-11-005192-2].

## COMMUNAUTÉS DES CALCAIRES DU LITTORAL

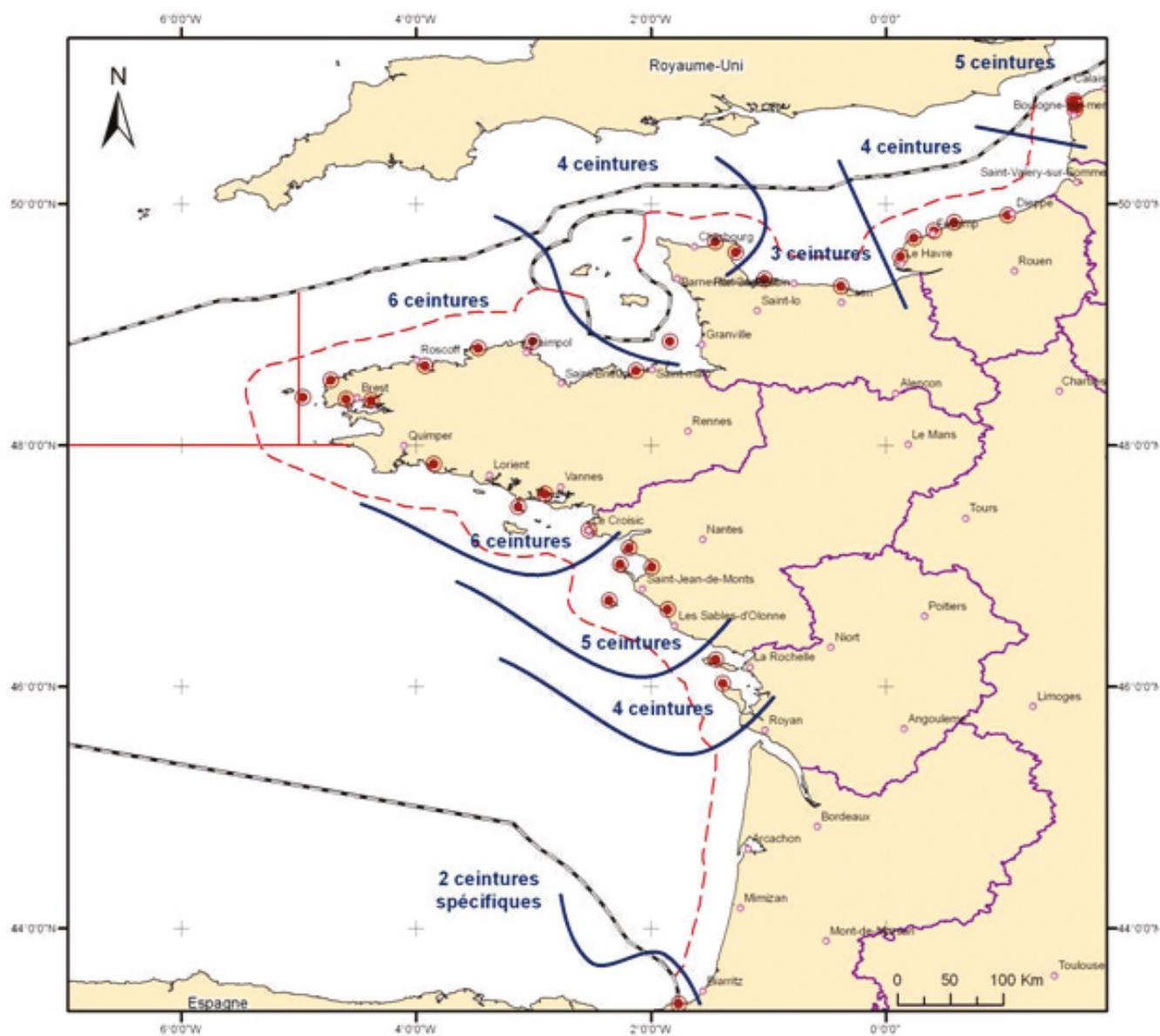
Absentes dans cette sous-région marine  
Grottes en mer à marées  
Pas de publication.  
Champs de blocs

- [29] Guillaumont B., Bajjouk T., Rollet C., Hily C., Gentil F., 2008. Typologie d'habitats marins benthiques. Analyse de l'existant et propositions pour la cartographie. Habitats côtiers de la région Bretagne. Note de synthèse. Rapport REBENT.
- [30] Le Hir M., Hily C., 2005. Macrofaunal diversity and habitat structure in intertidal boulder fields. *Biodiversity and Conservation* 14 : 233-250.
- [31] Gourmelon F., Bioret F., Brigand L., Cuq F., Hily C., Jean F., Le Berre I. et Le Démézet M., 1995. Atlas de la Réserve de Biosphère de la Mer d'Iroise : Exploitation cartographique de la base d'information géographique SIG-Ouessant. Conseil Général du Finistère, 104 pp.
- [32] Lejart M., Larzillière A. et Hily C., 2010. Étude des herbiers et des champs de blocs du Parc naturel marin d'Iroise : cartographie et caractérisation de l'état de conservation. 184pp.

## BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

- Hily C., 2004. Contribution à la gestion et à la conservation des espaces marins insulaires. Les activités de pêche à pied et de plongée sous-marine. Impact sur la biodiversité et mise au point d'outils d'évaluation.
- Hily C. et Gacé N., 2004. Impact de la pêche à pied sur les peuplements et les habitats de l'estran : cas des herbiers de zostères marines. Contribution à la gestion et à la conservation des espaces marins insulaires protégés (Manche - Atlantique) : les activités de pêche à pied et de plongée ; impacts sur la biodiversité et mise au point d'outils d'évaluation (coord. C. Hily). Programme de recherche Espaces protégés (Minist. Env.). Rapport Univ. Bret. Occ. Brest.
- Le Hir M., 2002. Les champs de bloc à la pointe de Bretagne (France). Biodiversité, structure et dynamique de la macrofaune. Thèse, Université de Bretagne Occidentale (UBO) Brest, 236 p.

## Nombre de ceintures algales des sites échantillonnés



### Légende

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> Chefs-lieux</li> <li><span style="color: red;">●</span> Site REBENT - DCE</li> <li><span style="color: red;">---</span> 12NM</li> <li><span style="color: black;">---</span> 200NM</li> <li><span style="color: black;">---</span> Frontière maritime</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">---</span> Limite des sous régions</li> <li><span style="color: purple;">---</span> Limite des régions françaises littorales</li> <li><span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Terres émergées</li> </ul> |
|--|--|



INSTITUT OcéANOLOGIQUE  
UNIVERSITÉ DE BRETAGNE  
OCCIDENTALE

Projection Mercator GCS WGS 1984

Sources des données :  
SHOM, IGN, ESRI, OSPAR

Réalisation : mai 2011

Réalisé par C. Redon IUEM - UBO