

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 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 cailloutis¹ (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

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

2.1.2. Diversité des espèces et structure des peuplements

Les côtes atlantiques de Bretagne sud présentent une diversité spécifique importante en relation avec la présence de 5-6 ceintures macroalgales dans la zone de balancement des marées, notamment sur les sites de Trégunc, Quiberon, et à la Pointe de Berchis dans le golfe du Morbihan et à Saint-Goustan (Le Croisic). La couverture (ou recouvrement) algale des ceintures est importante et croît de haut en bas du médiolittoral. La structure des populations est équilibrée et le nombre d'espèces caractéristiques est élevé. Une légère diminution du recouvrement des espèces opportunistes peut compenser une perte au niveau des espèces caractéristiques, comme au Croisic. Les espèces opportunistes sont peu représentées de manière globale, mais leur présence peut être importante dans deux ceintures, celles à *Pelvetia canaliculata* et à *Himanthalia elongata* / *Bifurcaria bifurcaria*. [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30].

¹ Cf. contribution thématique « Biocénoses des fonds meubles du médiolittoral ».

Au niveau du littoral du sud Loire, la diversité des espèces d'algues tend à se différencier au sud de la Vendée, mais le nombre de ceintures reste généralement identique (sites de St-Gildas, L'Herbaudière (île de Noirmoutier), île d'Yeu, roches de Bouin et de Brétignolles). On passe toutefois à 2-3 ceintures pour les sites des roches de Bouin et de Brétignolles. Le recouvrement algal des ceintures est croissant de haut en bas du médiolittoral et est important, excepté pour la ceinture à *Pelvetia canaliculata* (Saint-Gildas et L'Herbaudière) et pour celle à *Fucus serratus* (île d'Yeu). Le nombre d'espèces caractéristiques tend à être plus faible dans les ceintures du bas de l'estran. Les espèces opportunistes sont globalement peu représentées, sauf dans la ceinture à *Fucus serratus* à Saint-Gildas (île d'Yeu), à *H. elongata* / *B. bifurcaria* aux roches de Bouin (île d'Yeu), et à *Laminaria digitata* à L'Herbaudière [31].

Sur les estrans de Poitou-Charentes (pertuis), les ceintures à *Pelvetia canaliculata* et à *Himanthalia elongata* / *Bifurcaria bifurcata* tendent à disparaître. Ceci peut s'expliquer notamment par la morphologie de la côte et par la topographie des sites. On dénombre toutefois 4 à 5 ceintures algales sur les sites du Grouin au nord-est de Loix (nord de l'île de Ré) et de Sabia au nord-est de l'île d'Oléron. La couverture algale des ceintures est moyenne = probablement en lien avec l'hydrodynamisme =, voire faible dans la ceinture à *Fucus spiralis*. La structure des populations semble équilibrée, mais le nombre d'espèces caractéristiques reste moyen, même après adaptation de la liste DCE [8] à cette portion du littoral. Les espèces opportunistes sont peu abondantes, sauf à Sabia pour la ceinture à *Himanthalia elongata* / *Bifurcaria bifurcata* (45% de recouvrement) [32] [33] [34] [35] [36] [37].

Au sud de l'Aquitaine, le Pays basque présente seulement 35 km de linéaire rocheux. La diversité algale du site d'Abbadia est très différente de celle du reste de la sous-région. Le rapport Rhodophycées / Phéophycées montre la dominance des algues rouges, rapprochant ces peuplements algaux de ceux du sud du Pays basque (côté espagnol), en lien avec des conditions environnementales et biogéographiques comparables, et se différenciant des côtes bretonnes et cantabriques caractérisées elles par la domination des Fucales et des Laminariales [38] [39] [40] [41] [42] [43]. Deux ceintures spécifiques, formées majoritairement par des algues rouges, sont donc présentes sur le site : la ceinture à *Corallina* sp. / *Caulacanthus ustulatus* et la ceinture à *Stypocaulon scoparium* (algue brune) / *Gelidium* spp. Le recouvrement algal y est relativement élevé et le nombre d'espèces caractéristiques est important. Les espèces opportunistes sont quant à elles faiblement représentées. De même, la diversité globale en espèces d'algues reste faible quel que soit le niveau [43].

2.1.3. Évolution et menaces potentielles

Dans le sud de la Bretagne, une régression moyenne de 28 % des populations de Fucales a été mise en évidence entre la fin des années 1980 et 2007 [44]. Certains secteurs sont relativement stables (moins de 6 % de régression dans le secteur des Abers entre 1987 et 2003), alors que d'autres sont en net recul. On enregistre ainsi 40 % de régression de la couverture de Fucales entre 1986 et 2004 dans le secteur Quiberon-Le Croisic [45]. Plus au sud, les travaux d'analyse d'images satellitaires sur l'île de Ré n'ont pas été renouvelés [46] et aucune donnée quantitative récente n'existe ou du moins n'est accessible pour l'instant (des travaux menés par le CEVA sont en cours à l'heure où nous rédigeons). Quelques observations botaniques sur le pourtour de l'île d'Oléron sur la période 1973-2005 confirment cependant cette tendance régressive des Fucales pour les côtes calcaires des pertuis [47] [48] [49] [50].

Une régression globale du couvert de la canopée et du nombre d'espèces caractéristiques, voire une modification dans la composition de ces dernières, est notable à Quiberon et au Croisic [19] [20] [21] [25] [26] [27] [28] [29]. À Quiberon, pour les ceintures à *Pelvetia canaliculata* et à *Fucus spiralis*, il s'agirait plus de l'effet de l'hydrodynamisme que d'une augmentation du nombre de patelles (cf. [51] ; des travaux sont en cours à l'OSU et au LEMAR, IUEM, Université de Brest). Les individus de *Patella vulgata* pourraient toutefois accentuer le phénomène par leur action de broutage, en limitant le recrutement de jeunes plants d'*Ascophyllum nodosum* ou en consommant les thalles déjà installés et se retrouvant isolés. La modification supposée de l'hydrodynamisme pourrait correspondre à un changement, transitoire ou durable, de la direction de la houle dominante qui aurait glissé du secteur ouest au secteur est.

Au Croisic, une forte diminution dans la ceinture à *A. nodosum* / *F. vesiculosus* serait due à un ensablement du site dans les bas niveaux. L'action abrasive du sable pourrait être responsable de la diminution importante de la

couverture algale dans la ceinture à *F. serratus* et de la forte diminution du nombre des espèces caractéristiques dans les ceintures à *H. elongata* et à *L. digitata* entre 2007 et 2010 [20] [21] [28] [29]. Par contre, une augmentation de la couverture par les Phéophycées a été notée dans la ceinture à *Pelvetia canaliculata* durant la même période, ce qui souligne le caractère complexe et contrasté des évolutions. Quelques travaux de cartographie permettent de se faire une idée de l'évolution de la végétation sur 20 à 40 ans mais de façon très localisée, entre Penmarc'h et Trévignon [52], aux Glénan [53], à Quiberon [54], à Groix [55] et à Belle-Ile [56]. Il existe également quelques autres travaux anciens sur la diversité et la structuration des peuplements macroalgaux [57] [58].

Pour le littoral du Sud Loire, le site de l'île d'Yeu est celui qui présente la plus grande variété d'espèces pour les macroalgues intertidales et le plus grand nombre de ceintures. La présence de l'algue *Lithophyllum tortuosum*, typiquement méridionale, a conduit à conserver le site Yeu Sud - Les Sablais pour la surveillance DCE, afin de suivre l'éventuelle remontée des espèces d'eau chaude. Les positions des sites de Saint-Gildas et l'Herbaudière sont opportunes pour évaluer l'influence de l'estuaire de la Loire pour le premier et pour qualifier les masses d'eau DCE GC46 (Loire large), GC47 (Ile d'Yeu) et GC48 (baie de Bourgneuf) pour le second [31].

Les sites du Grouin (île de Ré) et de Sabia (Oléron) sont soumis aux houles du large et au délitement progressif des banches calcaires, qui peuvent provoquer des apports sableux en suspension (champs denses d'hermelles à *Sabellaria alveolata*) et des déplacements de galets et blocs (Sabia). Au Grouin, des ruptures de pente sont plus ou moins colonisées par des huîtres (*Crassostrea gigas*) dans le médiolittoral moyen et inférieur. Le site de Sabia est soumis à des développements saisonniers d'algues vertes qui s'accumulent en haut de plage. En juin 2009, à ces accumulations d'algues vertes se sont ajoutés d'abondants échouages d'algues rouges et de laminaires, dus aux effets des tempêtes de la fin du printemps 2009 [37].

Pour le site d'Abbadia, les principaux facteurs identifiés comme influant sur les communautés algales et leur abondance sur la côte basque sont la pollution, l'exposition à la houle et les dépôts sédimentaires sableux ou sablo-vaseux [43]. Il existe d'autres travaux antérieurs ou complémentaires aux suivis REBENT et DCE, les plus anciens étant souvent très parcellaires [59] [60].

NB : pour le suivi cartographique existant et accessible en ligne, voir aussi le site du REBENT² (cartes de végétation ; dynamique spatiale du couvert végétal en zone intertidale : données du CEVA) et [61]. Pour les éléments touchant à la répartition des algues, consulter l'ouvrage de Dizerbo et Herpé [62].

2.1.4. Lacunes au niveau de l'évaluation initiale de la DCSMM

La cartographie des peuplements algaux est incomplète ou en cours, notamment à partir du Sud Loire ; les sites DCE pour l'élément de qualité macroalgues intertidales sont en nombre limité (sauf en Sud Loire) et il n'existe pas de suivi REBENT spécifique en dehors de la Bretagne. Par ailleurs, les études sur les biocénoses sont très parcellaires, notamment en ce qui concerne la faune et les interactions entre organismes, à part quelques études ponctuelles ou en cours sur les réseaux trophiques et on ne dispose pas d'un inventaire complet des espèces d'algues introduites.

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.

² <http://www.rebent.org>.

La base de la biocénose est constituée par les cirripèdes (*Semibalanus balanoides*, *Chthalamus stellatus* ou *C. montagui*...) accompagnés par des gastéropodes microbrouleurs (patelles, littorines et 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 [63].

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 [64]. 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 le golfe de Gascogne

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les roches et blocs médiolittoraux à dominance animale sont un habitat très commun sur les côtes de Bretagne ainsi qu'au sud de la Vendée et au Pays basque [65], mais absent des grands espaces sableux comme les Landes. Les Fucales étant moins abondantes dans la partie sud de la sous-région, cet habitat est largement dominant sur tous les secteurs rocheux intertidaux au sud du Morbihan.

Il n'existe pas d'informations précises sur la distribution et les surfaces de l'habitat à l'échelle de la sous-région. Il est cité comme présent dans plusieurs documents d'objectifs Natura 2000, accompagnés parfois de données de superficies [66] [67] [68] [69]. Les travaux liés aux conséquences écologiques de la catastrophe pétrolière de l'Erika ont permis de mesurer la variabilité des biocénoses de cet habitat dans le sud Bretagne. Le programme LITEAU PROGIG qui a étudié les huîtres invasives sur le littoral Manche-Atlantique a réalisé un suivi de trois ans de carrés permanents dans une dizaine de sites répartis sur la sous-région entre l'île Tudy et Saint-Jean-de-Luz dans le médiolittoral moyen. Peu de cartographies de cet habitat sont disponibles, elles sont basées sur la définition des « roches exposées » du médiolittoral qui n'intègre pas la totalité des secteurs concernés par l'habitat « blocs et roche du médiolittoral à dominance animale ». Sur la façade Bretagne comprise dans la sous-région, il existe 2 points de suivi stationnel de l'estran rocheux effectué par le REBENT, à Doélan et Locmariaquer, sur la base d'un protocole de quadrats permanents dans les niveaux du haut et moyen médiolittoral. Des travaux de recherche sont menés par le LEMAR sur le rôle de cet habitat dans le cycle du CO₂ par les organismes animaux biocalcificateurs qui produisent des quantités importantes de calcaire pour construire leurs coquilles.

Il serait particulièrement intéressant de développer une approche biogéographique sur cet habitat à l'échelle de la sous-région dans le contexte du changement global.

2.3. CUVETTES OU MARES PERMANENTES

2.3.1. État des connaissances dans le golfe de Gascogne

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'infra-littoral. 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 [70]. 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 euryèces³ (*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*, Fucaceae, Sargassaceae) en haut et sur leur pourtour [70] [71] [72].

2.2.2. Tendances évolutives et menaces potentielles

Ces milieux relativement fermés à basse mer n'échappent pas au phénomène d'eutrophisation, et il est possible d'assister à la prolifération d'algues vertes et d'Ectocarpales. Par endroits, la prolifération d'espèces introduites

3 Organismes qui supportent des variations importantes des paramètres de l'environnement (euryhalines, eurythermes...).

anciennement (comme la forme *Falkenbergia d'Asparagopsis armata*) ou plus récemment (*Sargassum muticum* et *Grateloupia turuturu* [73] [74] [75] [76] [77] [78] [79] ou encore *Undaria pinnatifida* échappée des sites d'élevage [80]) peut induire par compétition une baisse de la diversité des Rhodophycées. Il n'existe par ailleurs que quelques travaux parcellaires anciens sur la diversité et la répartition des espèces animales et végétales à des niveaux géographiques locaux (marées botaniques, inventaires floristiques et faunistiques, cartographie [81]), sectoriels ou à plus grande échelle [82].

2.3.3. Lacunes au niveau de l'évaluation initiale de la DCSMM

Il n'existe aucune étude à l'échelle de la sous-région marine sur les biocénoses des cuvettes, la diversité des espèces animales et végétales, ou la structuration des peuplements macroalgaux. Les données sur l'influence des espèces introduites en cours d'expansion dans les pertuis charentais sont limitées.

2.4. GROTTES EN MER À MARÉE

2.4.1. Description de l'habitat

Les grottes marines médiolittorales sont présentes dans les anfractuosités de grande taille des falaises rocheuses de toute nature (calcaire, granit, grès, etc.). L'ouverture des grottes émerge à basse mer plus ou moins haut sur l'estran. 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.

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.).

2.4.2. 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 sud du Finistère et celle des îles de Groix et de Belle-Ile abritent bon nombre de grottes intertidales, il n'a pas été possible d'identifier de publication y faisant référence dans le golfe de Gascogne. De même, il existe des grottes de moindre importance le long du littoral charentais, depuis la pointe du Chay, la Côtinière sur l'île d'Oléron, jusqu'à Royan et Mescher dans l'estuaire de la Gironde, mais aucun bilan floristique et faunistique complet n'existe pour ces habitats. Le manque de données est donc total ou presque.

2.5. CHAMPS DE BLOCS

2.5.1. Caractéristiques de l'habitat

La récente redéfinition de la typologie des habitats côtiers par le REBENT [83] 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'estran 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. De ce fait, il est important de souligner que les cartographies antérieures à 2008 dans la sous-région marine golfe de Gascogne peuvent contenir des informations obsolètes quant à cet habitat jusqu'alors représenté à différents niveaux hypsométriques de l'estran. C'est l'habitat intertidal le plus diversifié.

Du haut en bas de l'estran, 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 [84].

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...).

2.5.2. État des connaissances dans le golfe de Gascogne

Dans la sous-région marine golfe de Gascogne, les champs de blocs constituent un habitat fréquent et diversifié, présent le long des côtes de Bretagne ainsi qu'au sud de la Vendée et au Pays basque [85], mais il est absent des grands espaces sableux tels que les côtes des Landes. Il n'existe, en revanche pas d'informations précises sur sa distribution.

Néanmoins, quelques documents d'objectifs Natura 2000 disponibles [86] [87] [88] et cartographies Natura 2000 antérieures à 2008 apportent des informations supplémentaires sur la répartition de l'habitat.

Les biocénoses des champs de blocs intertidaux font depuis quelques années l'objet d'une attention particulière et d'un certain nombre de mesures en termes d'évaluation de l'impact de la pêche à pied récréative. En effet, quelques initiatives locales à l'échelle de la Bretagne et de l'île d'Oléron se sont penchées sur cette question : le programme national sur la diversité biologique [84] a permis d'élaborer un premier indice de qualité des champs de blocs ; le Contrat Nature mené par l'association VivArmor Nature-et le programme R.E.V.E de l'association IODDE ont engagé des études de fréquentation et des suivis écologiques sur ces biotopes, notamment dans la région d'Oléron où les champs de blocs ont été le support de travaux de recherche en collaboration avec l'association IODDE et le laboratoire LIENSs de l'université de La Rochelle [89]. Un travail de thèse en cours au LEMAR cherche à définir des indicateurs d'impact de la pêche à pied. Sur la façade Bretagne comprise dans la sous-région, il existe 2 sites de suivi stationnel de l'estran rocheux échantillonnés tous les ans par le REBENT.

Les surfaces de champs de blocs ont été estimées dans quelques sites, par exemple à Belle-Ile où ils s'étendent sur 25,7 ha [86] tandis que sur l'île de Groix, où l'habitat est présent essentiellement sur les côtes nord et sud-ouest de l'île [87], les surfaces ne sont pas connues. En Loire-Atlantique, les champs de blocs du site « Marais salants de Guérande, traicts du Croisic et dunes de Pen Bro » seraient estimés à 7,58 ha au niveau des traicts du Croisic et 1,38 ha en baies de Saint-Goustan et du Castouillet [88]. Des champs de blocs sont également localisés au sein du site « Marais du Mes, baie et dunes de Pont-Mahé, étang du Pont-de-Fer » d'une superficie de 1,14 ha au niveau des traicts de Pen Bé. Un gros travail de connaissance, sur la répartition géographique, l'estimation des surfaces et la variabilité des biocénoses associées sur le gradient biogéographique reste encore à mener. De même, l'intérêt patrimonial relatif des différents champs de blocs reste à préciser.

3. CONCLUSION

Un certain nombre de lacunes est à signaler au niveau des connaissances des biocénoses de la sous-région marine. Ainsi, la cartographie des peuplements algaux reste incomplète ou en cours de réalisation, notamment à partir du Sud Loire vers le Pays basque, au niveau des roches et blocs à dominance algale. Les sites DCE y sont en nombre limité pour l'élément de qualité « macroalgues intertidales », sauf en Sud Loire, et on note l'absence de suivi REBENT spécifique en dehors de la Bretagne.

Hormis quelques études ponctuelles ou en cours sur les réseaux trophiques et le broutage, les études sur les biocénoses sont très parcellaires, qu'il s'agisse de l'étude de la faune ou des interactions entre organismes. Les connaissances sur la diversité des espèces animales et végétales et la structuration des peuplements macroalgaux et des biocénoses associées aux cuvettes sont pratiquement inexistantes sur l'ensemble de la sous-région marine et nulles pour les grottes à marée.

Un gros travail reste encore à mener sur la répartition géographique des champs de blocs, l'estimation des surfaces correspondantes et la variabilité des biocénoses associées sur le gradient biogéographique. De même, l'intérêt patrimonial relatif des différents champs de blocs reste à préciser. Il serait par ailleurs particulièrement intéressant de développer une approche biogéographique sur l'habitat des roches et blocs à dominance animale à l'échelle de la sous-région dans le contexte du changement global.

Enfin, il faut signaler la disparité des protocoles d'échantillonnage et la rareté des approches globales, floristiques et faunistiques, des biocénoses.

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] 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).
- [19] 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.
- [20] 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).
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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).
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] 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/>
- [31] Barillé A-L., Harin N., Sauriau P-G., Truhaus N. et Oger-Jeanneret H., 2007. Mise en place de la DCE dans les masses d'eau côtières des Pays de la Loire - Prospection de la flore et de la faune benthiques et proposition d'un réseau de surveillance. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/2591/> (+ annexes).
- [32] Sauriau P-G. et Bréret M., 2009. Surveillance 2007 flore benthique DCE Masse d'Eau Côtière FRFC01 Nord-Est Oléron. Radiale macroalgues intertidales Sabia, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle.
- [33] Sauriau P-G. et Bréret M., 2009. Surveillance 2008 flore benthique DCE Masse d'Eau Côtière FRFC01 Nord-Est Oléron Radiale macroalgues intertidales Sabia, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle.
- [34] Sauriau P-G. et Bréret M., 2009. Surveillance 2007 flore benthique DCE Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton Radiale macroalgues intertidales Grouin NE Loix, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle.
- [35] Sauriau P-G., Aubert F., Bréret M., Ehlinger S., Sauriau F. et Sauriau M., 2009. Surveillance 2009 flore masses d'eau côtière DCE FRFC01 Nord-Est Oléron : macroalgues FRFC02 Pertuis charentais : herbier de *Zostera noltii* : Partie 2 : herbier de *Zostera noltii*, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle.
- [36] Sauriau P-G., Ehlinger S., Sauriau F. et Sauriau M., 2009. Surveillance 2009 flore Masse d'Eau Côtière DCE FRGC53 Pertuis Breton : échantillonnage herbier *Zostera (Zosterella) noltii*, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle.
- [37] Sauriau P-G., Aubert F. et Bréret M., 2010. Surveillance 2009 flore masses d'eau côtière DCE FRFC01 Nord-Est Oléron : macroalgues, FRFC02 Pertuis charentais : herbier de *Zostera noltii* : Partie 1 : macroalgues intertidales, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle.
- [38] Fisher-Piette E., 1966. Situation des Fucacées de la côte basque en 1965. Bull. Cent. Etud. Rech. Sci. Biarritz 6 : 85-94.
- [39] Gorostiaga J.M. et Limia J.M., 1985. Sobre dos algas que alcanzan su límite de distribución septentrional en la costa vasca : *Polysiphonia polyspora* (C. Agardh) y *Pleonosporium flexuosum* (C. Agardh) Bornet. Lurralde 8 : 53-59.
- [40] Gorostiaga J.M., Santolaria A., Secilla A., Casares C. et Díez I., 2004. Check-list of the Basque coast benthic algae (North of Spain). Anales Jard. Bot. Madrid 61 : 155-180.
- [41] Galparsoro I., Chust G., de Casamajor M.N., Muxika I., del Campo A., D'Elbee J., Caill-Milly N., Borja A., Soulier L. et Augris C., 2008. Elaboracion de cartografia de habitats marinos de la bahia de Txingudi., AZTI Technalia para Euskadi-Aquitania, 101 pp.
- [42] Casamajor (de) M-N. et Lissardy M., 2009. Typologie des champs d'algues sur la côte basque. Rapport Ifremer, DCN/HGS/LRHA, Anglet, 31 p. + annexes.
- [43] De Casamajor M-N., Sanchez F., Lissardy M., 2010. Ifremer, Suivi DCE 2009 « macroalgues intertidales » sur la masse d'eau FRFC11 « côte basque » - mai 2010.
- [44] Bajjouk T., 2010. Projet REBENT-Bilan des actions sur la région Bretagne, année 2009 - RST/IFREMER/DYNECO/AG/10-12/TB - Edition 2010.
- [45] Dion P., 2009. Fiche de synthèse d'habitat « Fucales intertidales » - Avril 2009.
- [46] Guillaumont B., Callens L. et Dion P., 1993. Spatial distribution and quantification of *Fucus* species and *Ascophyllum nodosum* beds in intertidal zones using spot imagery. Hydrobiologia 260/261 : 297-305.
- [47] Lahondère C., 1973. *Pelvetia canaliculata* (L.) Decaisne et Thuret sur les côtes de Saintonge. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, Nouvelle Série 4 : 23-24.
- [48] Fischer-Piette E. et Lahondère C., 1973-1974. Évolutions récentes de populations de Fucacés de nos côtes Sud-Ouest. Le Botaniste 56 : 5 -17.
- [49] Lahondère C., 1977. Compte rendu de l'excursion algologique à la Cotinière (Oléron) le 5 avril 1977. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, Nouvelle Série 8 :11-13.
- [50] Lahondère C., 2005. Contribution à l'étude des Algues marines de l'île d'Oléron (Compte rendu des sorties des 7 avril et 15 octobre 2004 au sud de la Cotinière). Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, Nouvelle Série 36 : 597-602.
- [51] Le Roux A., 2005. Les patelles et la régression des algues brunes dans le Morbihan. Penn Ar Bed 192 : 1-22.
- [52] Braud J-P. et Pérez R., 2009. Cartographie des champs d'algues de Penmarc'h

- à Trévignon (Source Braud J-P., Perez R., 1974-1977). Produit numérique Rebent - SINP Ifremer.
- [53] Pérez R. et Arzel P., 2006. Cartographie des populations végétales marines des Glénan au 1/10000 (Sources : Pérez R., Arzel P., 1980 - 1985). Produit numérique Rebent - Ifremer.
- [54] Davy de Virville A., 1962. La flore marine de la presqu'île de Quiberon. Rev. Gén. Bot. 69 : 89-152.
- [55] Arzel P., 2008. Cartographie des populations algales de l'Île de Groix au 1/5000 (Source : Arzel P., 1989). Produit numérique Rebent - Ifremer.
- [56] Kaas R. et Barbaroux O., 2010. Cartographie des espèces d'algues exploitables de Belle-Ile-en-Mer (Source Kaas R., Barbaroux O., 2001. In : Croguennec C., Lamirault-Gall M-O. et Rollet C. RST/IFREMER/DYNECO/AG/10-11/CC Recueil récapitulatif des cartes présentées sur le site Web REBENT-Réseau Benthique-Edition octobre 2010.
- [57] Delepine R., Astié M. et Lecocq M., 1969. Corrélation entre l'étagement des ceintures bionomiques et les niveaux marégraphiques Application à la région nantaise. Soc. Phycol. de France, 13-14 : 23-25.
- [58] Dizerbo A. H. et Floc'h J.-Y., 1971. Excursion de Bretagne (Brest 17-22 août 1970). Soc. Phycol. de France, 16 : 82-88.
- [59] Lancelot A., 1966. Quelques Rhodomélacées des genres *Polysiphonia* et *Leptosiphonia*. Bull. Cent. Et. Rech. Sci. Biarritz 6 : 95-107.
- [60] Van Den Hoek C. et Donze M., 1966. The algal vegetation of the rocky cote basque (SW France). Bull. Cent. Etud. Rech. Sci. Biarritz 6 : 289-319.
- [61] Croguennec C., Lamirault-Gall M-O. et Rollet C., 2010. RST/IFREMER/DYNECO/AG/10-11/CC Recueil récapitulatif des cartes présentées sur le site Web REBENT-Réseau Benthique-Edition octobre 2010.
- [62] Dizerbo A. et Herpe E., 2007. Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, îles anglo-normandes incluses. LEBHAM- IUEM- UBO. Ed. Anaximandre. 315 pp.

ROCHES ET BLOCS MÉDIOLITTORAUX À DOMINANCE ANIMALE

- [63] 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.
- [64] 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.
- [65] Cahier d'habitats. Tome 2. Habitats côtiers – Fiche 1170-3.
- [66] Document d'objectifs Site Natura 2000 FR 53 0032 Belle-Île-en-Mer (2006).
- [67] Document d'objectifs, 2007. – 2012 Site d'Importance Communautaire Marais salants de Guérande, Traicts du Croisic et Dunes de Pen Bron (2007).
- [68] Document d'objectifs, 2007-2012. Site d'Importance Communautaire Marais du Mes, baie et dunes de Pont-Mahé, étang du Pont-de-Fer. Site FR5200626 désigné au titre de la Directive 92/43 « Habitats, Faune, Flore » (2007).
- [69] Document d'objectifs, 2006. Site Natura 2000 FR 5300023 et FR 5310057. Archipel des Glénan.

RÉFÉRENCES COMPLÉMENTAIRES

- 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.
- 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 : Etat 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

- [70] 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.
- [71] 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.
- [72] 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. + cd-rom. [ISBN 2-11-005192-2].
- [73] Belsher T., Bailly du Bois P. et Salou N., 1984. Expansion de l'algue d'origine japonaise, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, sur les côtes françaises, de 1983 à 1984. *Cah. Biol. Mar.* 25 : 449-455.
- [74] Belsher T. et Pommellec S., 1988. Expansion de l'algue d'origine japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, sur les côtes françaises, de 1983 à 1987. *Cah. Biol. Mar.* 29 : 221-231.
- [75] Gruet Y., 1989. Algues des côtes rocheuses de Loire-Atlantique et de Vendée. Richesses naturelles du littoral *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest de la France*, p. 90.
- [76] den Hartog C., 1997. Is *Sargassum muticum* a threat to eelgrass beds ? *Aquat Bot.* 58 : 37-41.
- [77] Belsher T., Cabioch J., L'Hardy-Halos M. T., Castric-Fey A. et Le Roux A., 1997. Les algues macrophytes. In : Dauvin J.-C. (ed) Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, p. 229-242.
- [78] Simon C., Ar Gall E. et Deslandes E., 2001. Expansion of the red alga *Grateloupia doryphora* along the coasts of Brittany (France). *Hydrobiologia* 443 : 23-29.
- [79] Plouguerné E., Le Lann K., Connan S., Jechoux G., Deslandes E. et Stiger-Pouvreau V., 2006. Spatial and seasonal variation in density, reproductive status, length and phenolic content of the invasive brown macroalga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt along the coast of Western Brittany (France). *Aquatic Bot* 85 : 337-344.
- [80] 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.
- [81] Halos M.-T., 1966. Essai d'une monographie de l'île d'Ar Gizek (Golfe du Morbihan). *Bull. Soc. Sci. Nat.* 63 : 7-28.
- [82] Dizerbo A. et Herpe E., 2007. Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, îles anglo-normandes incluses. LEBHAM - IUEM - UBO. Ed. Anaximandre. 315 pp.

GROTTE EN MER À MARÉES

Pas de publication.

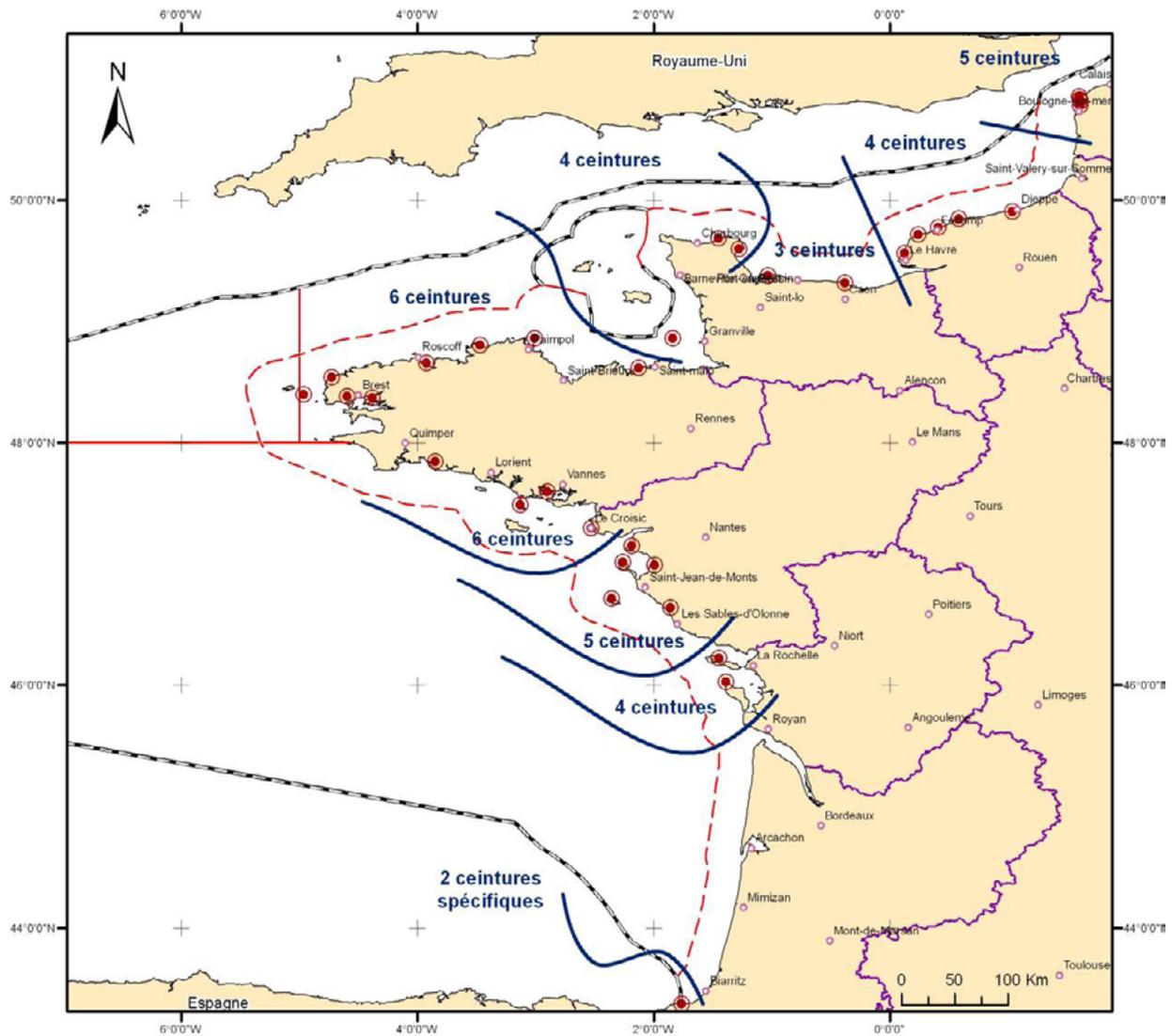
CHAMPS DE BLOCS

- [83] 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.
- [84] Le Hir M., Hily C., 2005. Macrofaunal diversity and habitat structure in intertidal boulder fields. *Biodiversity and Conservation* 14 : 233-250.
- [85] Cahier d'habitats. Tome 2. Habitats côtiers. Fiche 1170-9.
- [86] Document d'objectifs Site Natura 2000 FR 53 0032 Belle-Île-en-Mer (2006).
- [87] Document d'objectifs du Site Natura 2000 FR5300031 de l'île de Groix (2004).
- [88] Document d'objectifs 2007 - 2012 Site d'Importance Communautaire Marais salants de Guérande, Traicts du Croisic et Dunes de Pen Bron (2007).
- [89] IODDE, 2010. La pêche à pied récréative sur Marennes - Oléron. Programme « REVE » 2006-2009. RAPPORT final de diagnostic.

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

○ Chefs-lieux	— Limite des sous régions
● Site REBENT - DCE	— Limite des régions françaises littorales
- - - 12NM	■ Terres émergées
- - - 200NM	
— Frontière maritime	

Projection Mercator GCS WGS 1984

Sources des données : SHOM, IGN, ESRI, OSPAR

Réalisation : mai 2011

Réalisé par C.Redon IUEM - UBO