

CARAC

TÉRIS

TIQUES ET

MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

ÉTAT

ÉCOLO

GIQUE

CARACTÉRISTIQUES ET ÉTAT ÉCOLOGIQUE

MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

JUIN 2012

ÉTAT BIOLOGIQUE

Caractéristiques biologiques - biocénoses

Biocénoses des fonds durs du médiolittoral

Thierry Thibaut,
Aurélie Blanfuné,
Laurent Markovic,
(Université Nice–Sophia Antipolis, Nice).



La distribution spatiale des peuplements des substrats rocheux situés au niveau de la mer est fortement contrôlée par la variabilité temporelle du niveau de la mer sous l'action conjuguée de la pression atmosphérique, de la marée, des seiches et de l'hydrodynamisme.

En Méditerranée, au niveau de la mer, on rencontre des peuplements qui supportent des émerisions plus ou moins prolongées. On distingue ainsi deux horizons :

- la roche médiolittorale supérieure, humectée ou mouillée épisodiquement par les embruns et les vagues ;
- la roche médiolittorale inférieure, plus régulièrement humectée par la marée et le ressac et où se développent des peuplements denses d'algues, dont des rhodophytes calcaires comme *Lithophyllum byssoides*.

1. BIOCÉNOSE DE LA ROCHE MÉDIOLITTORALE SUPÉRIEURE

Selon l'hydrodynamisme et la situation géographique – cap ou fond de baie –, l'amplitude verticale de ces horizons peut varier de quelques centimètres à plusieurs mètres [1] [2] [3] [4] [5]. Les conditions environnementales de l'étage médiolittoral supérieur sont très contraignantes, en raison des grandes variations de température et de salinité qui y règnent. La nature du substrat a aussi un rôle déterminant sur la composition et la densité des peuplements. Le développement des cyanobactéries – ou cyanophycées – endolithes est plus important sur les roches calcaires [1] [2] [3] [4] [5].

Quatre associations de l'étage médiolittoral supérieur ont été définies par la convention de Barcelone : à *Bangia fuscopurpurea* ; à *Pyropia leucosticta* ; à *Nemalion helminthoides* et *Rissoella verruculosa* ; à *Lithophyllum papillosum* et *Polysiphonia* spp. [5]. Par contre, les données concernant leur répartition – localisation, abondance – devant les côtes françaises de la Méditerranée sont fragmentaires et ne concernent que l'espèce *Rissoella verruculosa*.

Rissoella verruculosa est une espèce de Méditerranée, signalée aussi aux Canaries [6], caractéristique des modes battus du médiolittoral supérieur. Elle forme des ceintures saisonnières dans la partie basse de la roche médiolittorale supérieure, entre 10 et 50 cm au-dessus du niveau moyen de la mer, et se développe dans les sites bien exposés à l'hydrodynamisme et à la lumière. Elle forme avec *Nemalion helminthoides* une association présente toute l'année, même si elle ne se développe pleinement qu'en hiver et au printemps. *Rissoella verruculosa* est une espèce calcifuge – c'est-à-dire « qui fuit le calcaire » – qui pousse essentiellement sur les roches acides : roches éruptives et métamorphiques. Elle peut toutefois se rencontrer sur les roches sédimentaires qui libèrent moins d'ions calcium que le calcaire – par exemple sur la dolomie, qui est une roche composée à 90–100 % de dolomite, ou carbonate double de magnésium et de calcium –, et sur les petites îles calcaires basses où les eaux de ruissellement n'ont pas le temps de se charger en ions calcium – par exemple certains petits îlots de la région marseillaise [7].

Les espèces caractéristiques de cette association sont *Colaconema nemalionis*, *Nemalion helminthoides*, *Rissoella verruculosa*.

La faune, très appauvrie, se compose essentiellement de chthamales (*Chthamalus montagui* et *C. stellatus*), de gibbules toupies (*Phorcus turbinatus*) et de patelles (*Patella rustica*). Cependant, lorsque *Rissoella verruculosa* abonde et maintient suffisamment d'humidité entre les thalles, on trouve l'amphipode *Hyale perieri* [8] [9] [10].

État des lieux

Rissoella verruculosa a parfois été cartographiée ou signalée lors d'inventaires d'espèces littorales :

dans les Alpes-Maritimes : à Nice [11] ; de Cap-d'Ail au cap d'Antibes [12] ; au cap Ferrat [13] ; à Antibes [14] ; dans le Var : au cap du Dramont et Anthéor [15] ; dans la région toulonnaise [16] ; à Port-Cros, à la fin des années 1970 [17] [18] [19] [20], puis trente ans plus tard [21] [22] [23] [24] [25] [26] à l'île du Levant [27] et à Porquerolles [28] [29] [30] ;

dans les Bouches-du-Rhône : aux alentours de l'île Verte [31] [32] ; dans l'archipel du Frioul [33] ;

en Corse : dans la réserve naturelle de Scandola [34] [35] ; dans l'archipel des Sanguinaires [36] ; aux îles Cerbicales [37] ; dans la réserve naturelle des bouches de Bonifacio [38] [39] [40] [41] [42].

Niveaux et tendances perceptibles

Quand elle est présente, *Rissoella verruculosa* est souvent abondante et forme des ceintures continues. Cette espèce est soumise aux activités humaines directes ou indirectes sur le littoral, notamment aux polluants présents dans la couche d'eau superficielle. Aucune des études disponibles n'analyse l'influence des perturbations anthropiques sur la répartition de l'espèce sur le littoral.

Lacunes

Les connaissances sur l'évolution temporelle de *Rissoella verruculosa* restent fragmentaires. La mise en place de surveillance est recommandée dans des secteurs où l'espèce pourrait fluctuer selon les atteintes anthropiques.

Zones sensibles

Dans l'état actuel des connaissances, aucune zone en particulier ne peut être définie.

État écologique de la biocénose de la roche médiolittorale supérieure

Rissoella verruculosa n'est pas utilisée comme espèce indicatrice pour le descripteur macroalgue de la DCE [43] [44] [45]. En l'absence d'informations sur les autres associations de l'étage médiolittoral supérieur, il est difficile d'estimer l'état écologique de la roche médiolittorale supérieure des côtes françaises de Méditerranée.

2. BIOCÉNOSE DE LA ROCHE MÉDIOLITTORALE INFÉRIEURE

Selon l'hydrodynamisme et la situation géographique – cap ou fond de baie –, l'amplitude verticale de ces horizons peut varier de quelques centimètres à plus d'un mètre [2] [3] [4] [5] [16]. Pour ce qui concerne la répartition géographique et l'évolution des peuplements de la roche médiolittorale inférieure, les seules informations disponibles sont des données de répartition des populations de *Lithophyllum byssoides*, d'ulvales et de corallinales encroûtantes.

2.1. LITHOPHYLLUM BYSSOIDES

Ce rhodophyte calcaire, espèce structurante de l'association, se retrouve dans toute la Méditerranée et plus particulièrement dans le bassin occidental où il est plus fréquent et plus abondant. *Lithophyllum byssoides* est sciaphile. L'espèce atteint un développement maximal dans les zones ombragées ou situées en exposition nord. Ainsi, elle affectionne les failles et fissures verticales des rochers battus. L'espèce forme des placages sur substrat en pente faible et des bourrelets sur substrat vertical [46]. En conditions particulièrement favorables, elle forme, par coalescence des thalles, des placages puis des encorbellements, fréquemment appelés « trottoirs à *Lithophyllum* », pouvant atteindre 2 m de large [47]. Ces derniers se développent au niveau inférieur du médiolittoral et sont régulièrement submergés par les vagues [48] [49] [50] [51] [61]. Bien que la croissance de l'espèce soit relativement rapide pour une algue calcaire [52], l'édification d'un grand encorbellement nécessite plusieurs siècles [53]. Par exemple, l'âge de l'encorbellement de Cala Lititzia, dans la réserve naturelle de Scandola, a été estimé entre 900 et 1 000 ans [54]. Cette espèce sensible est un bon indicateur des perturbations littorales – pollution superficielle, piétinement, etc. – et des modifications du niveau de la mer [55] [56] [57]. À l'échelle de la façade continentale et corse, *Lithophyllum byssoides* est abondante sous ses formes coalescentes et non coalescentes. La forme coalescente en encorbellement étant la structure la plus rare, elle mérite le plus d'attention. Lors des évaluations DCE, ces encorbellements ont été cartographiés sur l'ensemble des côtes françaises de la Méditerranée [43] [44] [58] [59] : le linéaire d'encorbellement mesuré devant les côtes continentales est de 36 km – soit 2,4 % du linéaire total rocheux à l'échelle 1/2 500 –, avec une répartition hétérogène sur ce territoire.

Les plus anciennes informations concernant *Lithophyllum byssoides* datent du début du xx^e siècle, dans les Alpes-Maritimes, à Monaco et sur la côte des Albères [13] [60] [61] [62], où des encorbellements bien développés ont été observés, notamment à Monaco et à Banyuls-sur-Mer. Morhange *et al.* [63] ont analysé l'évolution des populations de *Lithophyllum byssoides* dans différentes zones des côtes françaises. Ils ont constaté une régression importante de ces bioconstructions dans les Alpes-Maritimes et à Monaco. Cependant, la persistance de petits encorbellements et l'abondance des formes coalescentes et non coalescentes permettent d'estimer que le processus de régression a été stoppé en différents points des Alpes-Maritimes et à Monaco [11] [12] [45] [58] [64] [65].

Dans le Var, des encorbellements bien développés ont été relevés autour des îles d'Hyères [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [30] [58] [59] [66]. Laborel [55] et Morhange *et al.* [63] ont noté une dégradation des encorbellements par rapport aux années 1950 à Porquerolles et 1980 à Port-Cros. Dans la zone Natura 2000 « cap Lardier, cap Taillat, cap Camarat », dite « des Trois Caps », les encorbellements sont rares mais l'espèce est abondante sous ses autres formes [58]. Dans l'Estérel, les encorbellements sont bien développés [59]. Dans la région toulonnaise, l'espèce est toujours abondante et les encorbellements sont fréquents même s'ils ont disparu de la zone affectée par l'émissaire du Cap-Sicié [16] [63] [67].

Dans les Bouches-du-Rhône, les encorbellements sont très abondants, notamment au pied des falaises des calanques de Marseille et de Cassis et autour des îles des archipels du Frioul et de Riou [32] [33] [44] [58] [63] [68]. La zone affectée par l'émissaire de Cortiou est la plus dégradée tant au niveau des falaises littorales que sur les îles de l'archipel de Riou [58].

En Corse, le linéaire d'encorbellement mesuré est de 28 km – soit 1,8 % du linéaire total rocheux à l'échelle 1/2 500. Des encorbellements remarquables ont été cartographiés, notamment un encorbellement quasi-continu de près de 900 m à la pointe de La Revellata, près de Calvi. Ces bioconstructions sont très abondantes sur la face ouest de l'île, notamment entre Cargèse et Calvi. Dans le sud de l'île, les encorbellements sont plus rares, même si on en observe ponctuellement dans plusieurs secteurs : îles Sanguinaires et réserve naturelle des bouches de Bonifacio. Sur la côte est, les encorbellements sont beaucoup plus rares [45].

Les populations de *Lithophyllum byssoides* de la réserve naturelle de Scandola ont été cartographiées quantitativement et qualitativement lors de différentes études depuis 1987 [34] [35] [46] [56] [63] [69] : les populations sont stables au cours du temps [35]. Les dégradations dues à la plaisance, observées dans les années 1990, ont été stoppées. Dans la réserve naturelle des bouches de Bonifacio, l'espèce est abondante, avec des encorbellements bien développés [37] [38] [40] [41] [42] [45].

Pour l'évaluation de la vitalité de cette espèce, il convient de bien percevoir l'état des thalles qui composent la partie extérieure de l'encorbellement. Or, il est parfois difficile d'estimer le pourcentage de thalles vivants par rapport aux thalles morts. Ainsi, cette vitalité n'a été quantifiée que dans quelques sites des calanques de Marseille et du Cap-Sicié [63] ou de la réserve naturelle Scandola [69]. Une meilleure évaluation de la vitalité des encorbellements est recommandée.

Les zones les plus sensibles sont celles où les encorbellements sont les plus développés : calanques de Marseille et de Cassis et côte ouest de la Corse.

2.2. CORALLINALES ENCROÛTANTES

Cet assemblage regroupe notamment deux espèces de rhodophytes calcaires, *Neogoniolithon brassica-florida* et *Lithophyllum incrustans*, qui forment le plus souvent des placages. Molinier [70] et Giaccone *et al.* [10] signalent que *Neogoniolithon brassica-florida* précède l'installation de *Lithophyllum byssoides* sur les côtes non calcaires. Il est important de noter que *Lithophyllum incrustans* est une espèce de l'étage infralittoral [55] mais qu'elle est incluse dans cette association.

Dans le cadre de la DCE, ces algues calcaires sont considérées comme peu sensibles à une faible qualité de la masse d'eau. Elles ont été cartographiées sur l'intégralité du littoral français de la Méditerranée entre 2007 et 2010 [43] [44] [58] [59]. Ces formations sont communes sur tout le littoral. On les rencontre sous forme de placages sur les enrochements artificiels des ports, dans les failles verticales ou en limite supérieure des peuplements de l'algue brune *Cystoseira amentacea var. stricta*. Quand ces espèces sont seules à coloniser une roche subverticale sur de grandes longueurs, elles témoignent d'une perturbation ou des premiers stades de colonisation d'un nouveau substrat.

On ne peut déceler de tendances perceptibles à ce jour.

2.3. ULVALES (*ULVA* SPP.)

Bien qu'il ne soit pas accepté par le Registre mondial des espèces marines, le genre *Enteromorpha* a été maintenu en synonymie avec le genre *Ulva*, notamment dans les codifications Znieff-Mer, EUNIS (2008) et CAR/ASP. Nous utilisons ici le nom de l'ordre, les ulvales, pour désigner les espèces du genre *Ulva*, car elles ont souvent été cartographiées sous ce taxon. *Ulva* spp. tolèrent la dessalure et apprécient les eaux enrichies en matière organique et en sels nutritifs. Leur présence en grande quantité dans une zone est le signe d'une pollution organique des masses d'eaux. On les retrouve souvent dans les zones affectées par les émissaires urbains, les

zones portuaires et les estuaires. Ces espèces se développent habituellement dans l'étage infralittoral, mais dans la plupart des études elles ont été relevées dans l'étage médiolittoral inférieur.

Les ulvales ont été cartographiées lors de différents inventaires d'espèces littorales :

- dans les Alpes-Maritimes : de Cap-d'Ail au cap d'Antibes [12] ; à Antibes [14] ; à Nice [11] ;
- dans le Var : au cap du Dramont et à Anthéor [15] ; dans la région toulonnaise [16] [67] ; dans le golfe de Giens [71] ; à Port-Cros [22] [23] [24] [25] [26] ; à Porquerolles [28] [29] ;
- dans les Bouches-du-Rhône : aux alentours de l'île Verte [31] [32] ; dans les calanques de Marseille et de Cassis ; dans les archipels du Frioul et de Riou [15] [33] [68] [72] ;
- en Corse : dans la réserve naturelle de Scandola [34] [35] ; dans l'archipel des Sanguinaires [36] ; aux îles Cerbicales [37] ; dans la réserve naturelle des bouches de Bonifacio [38] [39] [40] [41] [42].

Dans le cadre de la DCE, les populations denses d'ulvales ont été cartographiées sur l'intégralité du littoral français de la Méditerranée entre 2007 et 2010 [43] [44] [58].

Il n'a jamais été observé de marée verte en mer ouverte comme il en existe sur les côtes bretonnes, mais les ulvales sont communes sur tout le littoral. Des développements de quelques dizaines de mètres de linéaire de côte sont observés ponctuellement dans des sites sous l'influence de rejets urbains, de suintements de fosses septiques, de déversements de piscines, de fermes aquacoles ou aux abords immédiats des plages. En Corse, la présence de nombreux cours d'eau côtiers, de résurgences et de ruissellements d'eau douce expliquent leur abondance ponctuelle sans que la qualité écologique des masses d'eau ne soit remise en cause. D'éventuelles efflorescences sont à surveiller.

2.4. ÉTAT ÉCOLOGIQUE DE LA BIOCÉNOSE DE LA ROCHE MÉDIOLITTORALE INFÉRIEURE

Dans la région PACA, cette biocénose a subi des perturbations et des destructions importantes au cours des années 1970 et 1980 – bétonnage du littoral, rejets urbains, piétinement, etc. – qui ont réduit par endroits les constructions biogènes les plus remarquables telles que les encorbellements de *Lithophyllum byssoïdes*. La diversité spécifique de la faune et de la flore de cette zone est importante : dix associations décrites. L'état de conservation de la biocénose de la roche médiolittorale inférieure est bon sur une grande partie du littoral ; elle n'est altérée que près des rejets urbains de surface (rejets à la côte), à proximité des entrées de ports, devant les grands centres urbains. Ainsi, l'état écologique de la région PACA peut être qualifié de bon. Le développement des ulvales reste très discret et limité à certaines zones proches d'activités humaines importantes – émissaires d'eaux usées, aquaculture, etc.

En Corse, la biocénose de la roche médiolittorale inférieure est en très bon état de conservation dans toute l'île, sauf à l'entrée des ports et à proximité des centres urbains.

3. BIOCÉNOSE DES GROTTES MÉDIOLITTORALES

3.1. CARACTÉRISTIQUES ET DESCRIPTION DE LA BIOCÉNOSE (73)

Les grottes médiolittorales correspondent à des fissures ou des porches de grottes partiellement émergées. Ces dernières sont situées le plus souvent dans les systèmes karstiques. Ces formations peuvent être largement ennoyées par la mer et l'on peut y observer, au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans la partie immergée, les deux autres biocénoses décrites dans la contribution thématique consacrée au fonds durs du circolittoral : les biocénoses des grottes semi-obscurées et des grottes obscures.

Dans les formations cavitaires émergées, on observe une faune terrestre à base d'acariens, de pseudoscorpions et de chilopodes. Ces grottes constituent un habitat privilégié pour certains chiroptères. Les parties supralittorales et surtout médiolittorales sont recouvertes d'algues encroûtantes. Les fissures ou les porches des grottes présentent des gradients de variation des facteurs ambiants essentiels dans la distribution des espèces, tels que l'hydrodynamisme et la lumière. Le fond de ces excavations présente une zone de très forte humidité qui favorise la vie d'organismes vivant généralement plus profondément, ce qui suscite une confusion dans la

détermination de la zonation. Compte tenu du confinement de l'habitat, on peut assister à une accumulation d'objets et de débris flottés. La variabilité est liée, d'une part, à la taille de la fissure ou de la grotte et, d'autre part, à la disposition des ouvertures par rapport à l'hydrodynamisme dominant. La géomorphologie de la grotte et la possibilité d'écoulement d'eau douce ont aussi une grande influence sur la qualité intrinsèque de l'habitat et son évolution au cours du temps.

3.2. VALEUR ÉCOLOGIQUE

Les espèces caractéristiques sont : des cyanophycées (par exemple *Rivularia atra*), des algues rouges (*Catenella caespitosa*, *Hildenbrandia rubra*) [73].

La biocénose des grottes médiolittorales (GM) fait partie des habitats déclinés en France de l'habitat générique EU 8330 « Grottes marines submergées ou semi-submergées », habitat naturel d'intérêt communautaire listé dans l'annexe I de la DHFF (92/43/CEE) et dont la conservation nécessite la désignation de zone spéciale de conservation.

L'état de conservation de cet habitat générique a été jugé « défavorable inadéquat » pour le domaine biogéographique méditerranéen marin dans le cadre de l'évaluation nationale biogéographique (article 17) de la DHFF pour la période 2001–2006 [74].

Cette biocénose figure également sur la liste de référence des types d'habitat marin pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation de la convention de Barcelone.

La valeur de ce type d'habitat est surtout patrimoniale et esthétique lorsque les porches sont vastes et permettent aux nageurs et aux barques d'y accéder [75].

3.3. AIRE DE RÉPARTITION

L'habitat est présent tout le long des côtes rocheuses karstiques ou fracturées : côtes des Albères, côtes de PACA et côtes est de la Corse [75].

3.4. SENSIBILITÉ AUX PERTURBATIONS

Les espèces présentes sur la roche peuvent être fortement affectées par les rejets anthropiques et les dépôts de toute nature : hydrocarbures, déchets. Le faible renouvellement de l'eau accentue ce phénomène. La fréquentation par les nageurs ou les barques peut aussi représenter un risque [75].

3.5. LACUNES DE CONNAISSANCES

La connaissance des espèces et surtout de leur cycle biologique étant très sommaire, des études devraient être conduites afin de mieux connaître cet habitat [75].

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. *Collection Patrimoines Naturels. Secrétariat de la Faune et de la Flore/M.N.H.N.*, 19 : 1-246.
- [2] Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G., Pergent G., 2002. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation. *PNUE Plan d'Action pour la Méditerranée*. 1-225.
- [3] Peres, J.M. 1967. The Mediterranean benthos. *Oceanogr. Marine Biology Annual Review*. 5. 449-533.
- [4] Peres J.M., Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47) : 1-137.
- [5] Relini G., Giaccone G., 2009. Priority habitats according to the SPA/BIO protocol (Barcelona Convention) present in Italy. Identification sheets. *Biol. Mar. Mediterr.*, 16 (Suppl. 1) : 1-372.

- [6] Sanson M., Reyes J. Afonso-Carillo J., 1991. Contribution to the seaweed flora of the Canary Islands: new records of Florideophyceae. *Botanica marina*, 34 : 527-536.
- [7] Molinier R., 1956. Le problème des *Rissoella*. *Ann. Inst. Océanogr.*, N.S., 32 : 185-187.
- [8] Boudouresque C.F., 1971. Contribution à l'étude phytosociologique des peuplements algaux des côtes varoises. *Vegetatio*, 22 : 83-184.
- [9] Boudouresque C.F., 2005. Excursion au Cap-Croisette (Marseille) : le milieu marin. 12^e édition. *GIS Posidonie publishers, Marseilles, Fr.* : 1-48.
- [10] Giaccone G., Alongi G., Cossu A., Di Geronimo R.E., Serio D., 1993. La vegetazione marina bentonica del Mediterraneo : I. Sopralittorale et Mesolittorale. Proposte de aggrionamento. *Boll. Acc. Gioenia sci. nat.* 26 (341) : 245-291.
- [11] Meinesz A., de Vaugelas J., Cottalorda J.M., Chiaverini D., Francour P. et Thibaut T., 2000c. Flore, faune et écosystèmes sous-marins du littoral de Nice. *Ed. LEML-UNSA*, 167 pp.
- [12] Holon F., Descamp P., 2007. Cartographie et analyse des biocénoses marines entre Antibes et Cap-d'Ail. *Contrat Communauté d'Agglomération Nice-Côte d'Azur* : 1-227.
- [13] Guglielmi G., 1969. Contribution à l'étude des algues du Cap Ferrat. *Diplôme d'Études Supérieures : Faculté des Sciences de Nice*. 100 p.
- [14] Francour P., Ganteaume A., Bodilis P., Cottalorda J.-M. et Soltan D., 2003. État actuel des fonds du littoral de la ville d'Antibes. *Rapport final. Contrat Ville d'Antibes et Laboratoire Environnement Marin Littoral. LEML/UNS publ., Nice* : 1-74.
- [15] Bonhomme P., Cadiou G., Bernard G., Loques F., Cottalorda J.-M., Talin F., Meinesz A., Chambard V., Boudouresque C.F., 2004. Espèces, peuplements et paysages marins remarquables du Cap Drammont et de la Corniche d'Anthéor (Var, France). *Contrat RAMOGE & GIS Posidonie, Gis Posidonie publ., Fr.* : 1-78 + annexes 1-2.
- [16] Bernard G., Denis J., Deneux F., Belsher T., Sauzade D., Boudouresque C.-F., Charbonnel E., Emery E., Herve G., Bonhomme P., 2001. Étude et cartographie des biocénoses de la Rade de Toulon – Rapport de synthèse final. *Contrat d'étude pour le Syndicat Intercommunal de l'Aire Toulonnaise, Ifremer et GIS Posidonie. Ifremer publi., La Seyne, fr.* : 1-150.
- [17] Augier H., Boudouresque C.F., 1967. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). I. La baie de La Palu. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 27 : 93-124.
- [18] Augier H., Boudouresque C.F., 1970a. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). V. – La baie de Port-Man et le problème de la régression de l'herbier de posidonies. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 31 : 141-164 + 1 pl. h.t.
- [19] Augier H., Boudouresque C.F., 1970b. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). VI. - Le récif-barrière de posidonies. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 30 : 221-228 + 1 pl. h. t.
- [20] Augier H., Boudouresque C.F., 1976. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national). XIII. Documents pour la carte des peuplements benthiques. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, 2 : 9-22).
- [21] Cottalorda J.-M., Meinesz A., Thibaut T., Chiaverini D., 2004. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés sur le littoral des îlots du Rascas et de la Gabinière (Parc National de Port-Cros, Var, France). *Travaux scientifiques du Parc National de Port-Cros*, 195-209.
- [22] Meinesz A., Cottalorda J.-M., Chiaverini D., de Vaugelas J., 2000a. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés du littoral de la face nord du Parc National de Port-Cros. *Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 1-22.
- [23] Meinesz A., Cottalorda J.M., Thibaut T., Chiaverini D., Vaugelas J. DE, 2000b. Représentation cartographique de l'abondance de différentes algues et invertébrés du littoral de la face Est de l'île de Port-Cros (Parc national). *Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 9 pp +ann.
- [24] Meinesz A., Chiaverini D., Cottalorda J.M., Gilletta L., Javel F., Molenaar H., 2001a. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés du littoral de la face Sud du P.N. de Port-Cros. *Ed. LEML-UNSA*, 27 pp.
- [25] Meinesz A., Cottalorda J.M., Chiaverini D., de Vaugelas J., 2001b. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés du littoral de l'îlot de Bagaud (PN PORT-CROS). *Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 10 pp +ann.
- [26] Meinesz A., Chiaverini D., Cottalorda J.M., Gilletta L., Javel F., 2004a. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés du littoral de la face Ouest du P.N. de Port-Cros. *Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 26 pp +ann.
- [27] Ruitton S., Bonhomme D., Bonhomme P., Cadiou G., Emery E., Harmelin J.G., Herve G., Kantin R., 2007b. Étude et cartographie des biocénoses du milieu marin de l'île du Levant (Var, France). Phase 3 – Rapport final. *Contrat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie - IFREMER, GIS Posidonie publ.* : 1-163.
- [28] Gratiot J., Mannoni P.A., Meinesz A., 2006. Cartographie des espèces médiolittorales et infralittorales supérieures du pourtour de l'île de Porquerolles (Var). *Contrat Parc National de Port-Cros et GIS Posidonie. Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 1-24.
- [29] Gratiot J., Mannoni P.A., Meinesz A., 2007. Cartographie des espèces médiolittorales et infralittorales supérieures du pourtour de l'île de Porquerolles (Var). *Contrat Parc National de Port-Cros et GIS Posidonie. Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 1-30.
- [30] Ruitton S., Bonhomme D., Bonhomme P., Cadiou G., Emery E., Harmelin J.G., Herve G., Kantin R.,

- Zibrowius H., 2007a. Étude et cartographie des biocénoses du milieu marin de l'île de Porquerolles (Var, France). Phase 3 – Rapport final. *Contrat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie - IFREMER, GIS Posidonie publ.* : 1-153.
- [31] Bernard G., Denis J. Cadiou G., Emery E., Andral B., Bonhomme P., Tomasino C., Clabaut P., 2003. Étude du patrimoine marin environnant les domaines départementaux de l'île Verte et du Mugel. Phase I, Synthèse des connaissances existantes. *Contrat Conseil Général 13, GIS Posidonie & IFREMER, GIS Posidonie publ., Marseille Fr.* : 1-118.
- [32] Bonhomme P., Boudouresque C.F., Bernard G., Verlaque M., Charbonnel E., Cadiou G. 2001. Espèces, peuplements et paysages marins remarquables de la Ciotat, de l'île Verte à la calanque du Capucin (Bouches-du-Rhône, France). *Contrat RAMOGE & GIS Posidonie, Gis Posidonie publ., Fr.* : 1-132.
- [33] CREOCEAN, 2006. Étude biocénétique du milieu marin du Frioul – Réalisation d'une cartographie fine de plusieurs zones. *Contrat Ville de Marseille – Direction de la Qualité de Vie Partagée, Fr.* : 1- 76.
- [34] Meinesz A., de Vaugelas J., Chiaverini D., Bialecki K., Cottalorda J.M., Molenaar H., 1999. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés du littoral de la Réserve naturelle de Scandola (Corse). *Rapp. LEML-UNSA, Nice Fr.* : 1-8.
- [35] Meinesz C., Soulet C., Bottin L., Cottalorda J.-M., Markovic L., Thibaut T. et Meinesz A., 2010. Évolution des espèces médiolittorales dans la zone de protection intégrale de la Réserve naturelle de Scandola, Corse. *Ed. ECOMERS / UNS, 72 pp.*
- [36] Ganteaume A., Bonhomme P., Ruitton S., Verlaque M., Boudouresque C.F., 2004. État des lieux et potentialités du milieu marin autour des îles Sanguinaires (Corse du Sud). *Contrat GIS Posidonie et Association des Amis du Parc de Corse. GIS Posidonie publ.* : 1-60.
- [37] de Vaugelas J., Meinesz A. Culioli J.-M., 1998. Premiers éléments sur les peuplements sous-marins des îles Cerbicales (Corse du Sud). *Travaux scientifiques du Parc Naturel Régional et des Réserves Naturelles de Corse, 57:* 11-41.
- [38] Blachier J., Meinesz A., de Vaugelas J., 1998. Répartition de *Lithophyllum lichenoides* (Rhodophyta), de *Cystoseira amentacea* (Chromophyta), de *Patella ferruginea* (Mollusca) dans la Réserve Naturelle des Lavezzi : îlots et littoral de la Pointe Cappicciolu à la pointe de Spérone. *Trav. Sci. Parc nat. Rég Corse, Fr., 57* : 103-141.
- [39] Javel F. Meinesz A., Chiaverini D., Thibaut T., Cottalorda J.-M., 2005. Cartographie des espèces médiolittorales et infralittorales supérieures des falaises de Bonifacio au Capo di Feno (Corse du Sud). Rapport final. *Contrat Office de l'Environnement de la Corse & GIS Posidonie, Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie, 1-23.*
- [40] Mari X., Meinesz A., de Vaugelas J., 1998. Répartition de *Lithophyllum lichenoides* (Rhodophyta), de *Cystoseira amentacea* (Chromophyta), de *Patella ferruginea* (Mollusca) et des zones polluées par les hydrocarbures de l'île Lavezzi (Réserve Naturelle des Lavezzi-Corse). *Trav. Sci. Parc nat. Rég Corse, Fr., 57* : 145-162.
- [41] Meinesz A., Cottalorda J.-M., Chiaverini D. et de Vaugelas J., 2001c. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés du littoral de l'île de Cavallo (archipel des Lavezzi). *Contrat d'étude entre : L'Association de gestion des Réserves Naturelles des îles Cerbicales et Lavezzi et le groupement d'intérêt Scientifique (GIS) Posidonie. Ed. LEML-UNSA, 114 pp.*
- [42] Meinesz A., Javel F., Cottalorda J.-M., Susini M.-L., Capiomont A., Levi F., Robert A., 2004b. Cartographie des espèces médiolittorales et infralittorales supérieures des falaises de Bonifacio (Corse-du-Sud) – Mission 2003 – Rapport intermédiaire. *Contrat Office de l'Environnement de la Corse – GIS Posidonie. GIS Posidonie – LEML-UNSA publ., 1-14.*
- [43] Thibaut T. Mannoni PA, Markovic L., Geoffroy K., Cottalorda JM. 2008. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. *Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa* : 38 p + Atlas cartographique.
- [44] Thibaut T., Markovic L., 2009. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Ensemble du littoral rocheux continental français de Méditerranée. *Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa* : 31 p + Atlas cartographique.
- [45] Thibaut T., Markovic L., Blanfune A., 2010. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Littoral rocheux de la Corse. *Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa* : 24 p. + Atlas cartographique.
- [46] Bianconi C.-H., C.-F. Boudouresque, A. Meinesz, F. Di Santo, 1987. Cartographie de la répartition de *Litophyllum lichenoides* (Rhodophyta) dans la réserve naturelle de Scandola (côte orientale de Corse, Méditerranée). *Travaux scientifiques du Parc Naturel Régional et des Réserves Naturelles de Corse, 13* : 39-63.
- [47] Sicsic M., 1967. Répartition des formations à base de *Lithophyllum tortuosum* (Esper) Foslie, le long du littoral rocheux de la presqu'île de Giens. *Annales de la S.S.N.A.T.V.* : 173-179.
- [48] Ballesteros E., 1984. Els estages supralittoral i mediolittoral de les illes Medes. In Ros J., Olivella I. et J.M. Gili (édits), *Els sistems naturals de les illes Medes, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona* : 647-658.
- [49] Blanc J.J., Molinier R., 1955. Les formations organogènes construites superficielles en Méditerranée occidentale. *Bull. Inst. Océano. Monaco, 1067* : 1-26, 1 planche h.t.
- [50] Laborel J., Boudouresque C.F., Laborel-Deguen F., 1994a. Les bioconcrétionnements littoraux de Méditerranée in Bellan-Santini D., Lacaze J.C. et Poizat C., 1994 – Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. *Collection Patrimoines Naturels 19* : 246 pp.

- [51] Picard J., 1954. Les formations organogènes benthiques méditerranéennes et leur importance géomorphologique. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 81 (13) : 55-76.
- [52] Boudouresque C.F., Augier H., Guénoun Y.C., 1972. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). VIII. Premiers résultats de l'étude de la croissance *in situ* de *Lithophyllum tortuosum* (Rhodophycées, Corallinacées). *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, 32 : 197-215.
- [53] Laborel J., Delibrias G., Boudouresque C.-M., Meinesz A., 1984. Étude des Bioconcrétionnements. Programme de Recherche inter-parcs. Rapport définitif. *Contrat 82020, Parc National de Port-Cros* : 29 pp.
- [54] Laborel J., Morhange C., Lafont R., Le Campion J., Laborel-Deguen F., Sartoretto S., 1994b. Biological evidence of sea-level rise during the last 4500 years on the rocky coast of continental southwestern France and Corsica. *Marine Geology*, 120 : 203-223.
- [55] Laborel J., 1987. Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 13 : 97-126.
- [56] Laborel J., Morhange C., Laborel-Deguen F., 1993. Dégradation récente des formations construites superficielles à *Lithophyllum lichenoides* Philippi dans la réserve marine de Scandola. *Trav. Sci. Parc nat. Rég. rés. Nat. Corse*, 41 : 19-23.
- [57] Laborel J., Morhange C., Laborel-Deguen F., 2003. Les indicateurs biologiques des variations relatives du niveau marin dans les îles du littoral provençal et de Méditerranée. *Bull. Archeo. Prov. (supplément 1)* : 67-73.
- [58] Thibaut T., Mannoni PA., 2007. Cartographie des paysages marins : encombres à *Lithophyllum* et faciès à cystoseires Site Natura 2000 FR 9301624 - Cap Lardier – Cap Taillat – Cap Camarat. *Contrat GIS Posidonie & Observatoire du Littoral des Maures, ECOMERS publ. Nice*, 17 p.
- [59] Thibaut T., Markovic L., 2010. Cartographie des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* et des encombres de *Lithophyllum byssoides* de la zone Natura 2000 Estérel FR9301628. *Contrat GIS Posidonie – Ville de Saint-Raphaël*, 5 p + Atlas cartographique.
- [60] Gilet R., 1954. Particularités de la zonation marine sur les côtes rocheuses s'étendant entre Nice et la frontière italienne. *Rec. Trav. Stat. Marine Endoume*, 7 (12) : 41-51.
- [61] Joubin L., 1906. La répartition des animaux marins sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Bull. du Musée océanographique de Monaco*, n° 74, 25 p., 4 pl.
- [62] Ollivier G., 1930. Étude de la Flore marine de la Côte d'Azur, *Annales Inst. Océano.*, VII (3) : 53-173.
- [63] Morhange C., Laborel-Deguen F. Sartoretto S., Laborel J., 1992. Recherches sur les bioconstructions à *Lithophyllum lichenoides* en Méditerranée occidentale. *Méditerranée* 3-4 : 64-71.
- [64] Jaffrenou F., Bonnin A., Charrier S., 1996. Répartition d'algues remarquables de la frange littorale du Cap Ferrat (Alpes-Maritimes). *Riviera Scientifique*, 41-46.
- [65] Meinesz A., Cottalorda J.-M. et de Vaugelas J., 1994. Valorisation du domaine maritime de la commune de Vallauris-Golfe Juan. *Rapport final. Ed. LEML-UNSA* : 127 pp.
- [66] Laborel J., Delibrias G., Boudouresque C.F., 1983. Evidence of recent changes of sea-level at Port-Cros Is (Western Mediterranean) from the study of an intertidal algal construction (Variations récentes du niveau marin à Port-Cros (Var, France), mises en évidence par l'étude de la corniche à *Lithophyllum lichenoides*). *C.R. hebd. Séances Acad. Sci.*, 297 : 157-160.
- [67] ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2009. Étude et cartographie des biocénoses marines de la rade de Toulon. Evolutions 2009/2001. *Contrat ANDROMEDE OCEANOLOGIE / Communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée*. 173pp.
- [68] Cadiou G., Bonhomme P., Boudouresque C.F., Bellan G., Bourcier M., Emery E., 2006. Étude et cartographie des biocénoses de la partie maritime du sous-site Natura 2000 «Cap Canaille-Grand Caunet». Phase III rapport final. *Contrat Office National des Forêts 13/84, GIS Posidonie/Ifremer/COM, GIS Posidonie publ., Marseille Fr.* 1-82 + annexes.
- [69] Verlaque M., 2010. Field methods to analyse the condition of Mediterranean *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie rims. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 24 : 185-196.
- [70] Molinier R., 1960. Études des biocénoses marines du Cap Corse. *Vegetatio*, 9 : 121-312.
- [71] Delaruelle G., 2010. Inventaires biologiques, cartographie et analyse écologique des habitats naturels d'intérêt communautaire du golfe de Giens (Var, France). Rapport Master 2 IEGB – Université Montpellier 2, 70 p.
- [72] Soltan D., 2001. Étude de l'incidence de rejets urbains sur les peuplements superficiels de macroalgues en Méditerranée nord-occidentale. *Thèse de Doctorat, Université de la Méditerranée, Marseille, Fr.* : 157 p.
- [73] PNUE-PAM-CAR/ASP, 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G., Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G. eds., CAR/ASP publ., Tunis : 199pp.
- [74] Bensettiti F. et Trouvilliez J., 2009. Rapport synthétique des résultats de la France sur l'état de conservation des habitats et des espèces conformément à l'article 17 de la directive habitats. Rapport SPN 2009/12, MNHN-DEGB-SPN, Paris, 48 p.
- [75] Glemarec M. et Bellan-Santini D., 2004 - Habitats marins. In : Bensettiti F., Bioret F., Roland J. (Coord.), Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Habitats Côtiers. « Cahiers d'habitats » - Natura 2000. Tome 2 + Cédérom. MATE/MAP/MNHN. Ed. La Documentation Française, Paris : 33-150.