

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 de l'infralittoral

Thierry Thibaut,
Aurélie Blanfuné,

Laurent Markovic (Université Nice–Sophia Antipolis, Nice).

Avec la participation de

Marc Verlaque (Institut Méditerranéen d'Océanologie - Aix-Marseille Université)
et Alexandre Meinesz (Université Nice–Sophia Antipolis, Nice).



La biocénose caractéristique des substrats durs de l'étage infralittoral est la biocénose de la roche infralittorale à algues photophiles.

L'étage infralittoral s'étend depuis la zone où les émergences ne sont plus qu'accidentelles jusqu'à la limite inférieure des herbiers de magnoliophytes marines et des macrophytes photophiles. Cette limite inférieure varie suivant l'intensité de la pénétration de la lumière dans le milieu, elle-même fonction de la qualité de l'eau et de la topographie. Dans certaines zones où l'eau est très claire, elle peut descendre jusqu'à 35 à 40 m de profondeur, alors qu'elle peut être limitée à seulement quelques mètres dans les zones les plus turbides.

La biocénose de la roche infralittorale à algues photophiles regroupe tous les substrats durs infralittoraux recouverts par des peuplements extrêmement riches et variés d'algues photophiles en strates érigées et d'algues sciaphiles en sous-strate, dont le développement est généralement favorisé par une bonne disponibilité en lumière. Cet habitat héberge une biocénose d'une grande richesse et d'une extrême complexité.

On distingue deux horizons :

- un horizon supérieur, où l'intensité de la lumière et l'hydrodynamisme sont forts ;
- un horizon inférieur, où l'intensité de la lumière et l'hydrodynamisme sont atténués.

Plus de trente associations ou faciès ont été décrits pour cette biocénose [1] [2] [3] [4] [5] [6].

1. HORIZON SUPÉRIEUR

1.1. NIVEAUX SUPERFICIELS (DE 0 À 1 M DE PROFONDEUR)

Pour cette tranche bathymétrique, des informations exhaustives sur la répartition de plusieurs associations et faciès le long des côtes françaises de la Méditerranée ont été acquises dans le cadre de la DCE.

1.1.1. Association à *Cystoseira amentacea* var. *stricta* et *Cystoseira mediterranea*

Deux fucales (Phaeophyceae) ont été souvent cartographiées le long des côtes françaises de la Méditerranée : *Cystoseira amentacea* var. *stricta* en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) et en Corse et *Cystoseira mediterranea* sur la côte des Albères (Pyrénées-Orientales). Ces deux espèces sont vicariantes, c'est-à-dire qu'elles ont la même écologie. Elles se développent dans les zones bien éclairées soumises à un fort hydrodynamisme marquant la limite supérieure de l'étage infralittoral. Elles peuvent former localement une ceinture dense et continue [7] [8] [9]. Elles sont très sensibles à la pollution. Indicatrices d'eaux de bonne qualité, elles sont utilisées dans la DCE [10]. Ces deux espèces sont inscrites dans l'annexe I de la convention de Berne et l'annexe II de la convention de Barcelone.

Cystoseira amentacea var. *stricta* forme le *Cystoseiretum strictae* Molinier 1958 avec *Feldmannia paradoxa* (Phaeophyceae, ectocarpales) et des espèces accompagnatrices comme *Jania rubens* (Rhodophyceae, corallinales), ou *Lithophyllum incrustans* (Rhodophyceae, corallinales) [11].

Dans le cadre de la DCE, ces deux espèces du genre *Cystoseira* ont été cartographiées sur l'ensemble des côtes françaises de la Méditerranée. *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est présente sur 600 km – soit 46 % à l'échelle 1/2 500 – du linéaire total rocheux de PACA et 693 km – soit 46 % à l'échelle 1/2 500 – de celui de la Corse. *Cystoseira mediterranea* n'occupe plus que 5 km – soit 9 % à l'échelle 1/2 500 – du linéaire total rocheux de la côte des Albères [12] [13] [14] [15].

Le linéaire et l'abondance de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* ont été de nombreuses fois cartographiés avec des méthodes différentes :

- dans les Alpes-Maritimes, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est très abondante dans tout le département et aucune zone notable de régression n'a été constatée, hormis les peuplements définitivement perdus sous les aménagements littoraux. L'espèce a été cartographiée à Vallauris-Golfe-Juan [16] ; à Antibes [17] ; à Nice [18] ; au cap Ferrat [19] [20] ; du cap d'Antibes à Théoule-sur-Mer [21] [22]. Les populations sont stables sur les rivages de l'est du département depuis les études les plus anciennes [23] [24] ;
- dans le Var, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est également bien développée dans tout le département. Elle a été cartographiée récemment autour des îles d'Hyères [12] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34]. À Port-Cros, aucune régression n'a été constatée depuis les premières études [35] [36] [37] [38] [39]. Dans la zone Natura 2000 « cap Lardier, cap Taillat, cap Camarat », dite « des Trois Caps », et dans l'Estérel, l'espèce est abondante [12] [40] [41]. Dans la région toulonnaise, une régression a été constatée dans la zone affectée par les eaux rejetées par l'émissaire du Cap-Sicié [42] [43] ;
- dans les Bouches-du-Rhône, l'espèce est abondante sur toute la côte rocheuse, à l'exception du golfe de Fos où la limite ouest de distribution continentale de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est atteinte à la pointe de Bonnieu. L'espèce a été cartographiée sur le littoral entre Marseille et Cassis, autour des îles des archipels du Frioul et de Riou et autour de l'île Verte [12] [14] [44] [45] [46] [47] [48]. La zone affectée par les eaux rejetées dans l'anse de Cortiou par l'émissaire de la ville de Marseille est la plus dégradée tant au niveau des falaises littorales que sur les îles de l'archipel de Riou [12] [49] [50]. Lorsqu'une perturbation élimine *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, les substrats sont colonisés par *Ellisolandia elongata*, *Cystoseira compressa* ou par des bancs de moules méditerranéennes (*Mytilus galloprovincialis*). On observe cette situation en de nombreux sites de la Côte Bleue [13].

En Corse, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est très abondante sur toutes les côtes rocheuses [15]. Les populations sont stables dans la réserve naturelle de Scandola [51] [52]. De même, dans la réserve naturelle des bouches de Bonifacio, l'espèce est restée abondante [15] [53] [54] [55] [56] [57], ainsi qu'aux îles Sanguinaires [15] [58].

Sur la côte des Albères, *Cystoseira mediterranea*, en net déclin [13] [59], est remplacée par des bancs de *Mytilus galloprovincialis* qui dominent maintenant le littoral. Cette situation est préoccupante, car sa régression est continue depuis les années 1980.

D'une manière générale, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* et *Cystoseira mediterranea* sont menacées dans les zones sous influence d'une perturbation continue – émissaires et zones proches des filières de mytiliculture ou subissant un apport massif de larves de moules. Il est extrêmement difficile à ces espèces de reconquérir des espaces perdus [60] du fait de la très faible capacité de dispersion de leurs zygotes et d'un faible recrutement.

En conclusion, toutes les zones du littoral où ces espèces sont présentes sont des zones sensibles.

1.1.2. Association à *Cystoseira crinita*

Cystoseira crinita forme le *Cystoseiretum crinitae* Molinier, 1958, qui se développe dans les zones abritées ensoleillées et peu profondes. À l'exception des travaux effectués à Port-Cros [36] [37] [38] [39] [80], où elle est encore abondante [61], cette espèce a été peu cartographiée le long du littoral français. Dans le sud-ouest, elle a disparu de la côte des Albères [59]. En PACA, elle est encore abondante dans la zone Natura 2000 des Trois Caps [12] et à Saint-Tropez [14]. L'espèce est également commune en Corse [15]. Sur le reste du littoral, *Cystoseira crinita* est devenue très rare, et ne se rencontre plus que dans certaines cuvettes littorales. Elle a notamment régressé à cause de pâturages excessifs (surpâturages) de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus*.

Cette espèce est en net déclin sur la côte continentale.

1.1.3. Association à *Ellisolandia elongata*

Cette rhodophycée calcifiée est distribuée dans toute la Méditerranée et plus particulièrement dans le bassin occidental. *Ellisolandia elongata* s'épanouit dans une large gamme d'éclairement et tolère une faible qualité écologique du milieu. C'est une espèce opportuniste. Dans les zones dégradées, des populations denses colonisent les substrats libérés par la disparition des espèces moins résistantes. Cependant, on peut également en rencontrer des peuplements étendus dans des zones totalement exemptes de pollution, par exemple dans des stations soumises à l'abrasion par les sédiments, à un très fort hydrodynamisme et/ou à un faible éclairement [62] [63].

Ellisolandia elongata a souvent été cartographiée lors de différents inventaires d'espèces littorales :

- dans les Alpes-Maritimes : entre Cap-d'Ail et cap d'Antibes [20] [21] ; à Antibes [17] [64] ;
- dans le Var : au cap du Dramont et à Anthéor [40] ; dans la région toulonnaise [42] [44] ; dans le golfe de Giens [65] ;
- dans les Bouches-du-Rhône : aux alentours de l'île Verte [44] [45] ; dans les calanques de Marseille et de Cassis ainsi que dans l'archipel de Riou [46] [50] ;
- en Corse, cette espèce a été cartographiée aux îles Sanguinaires [58].

Dans le cadre de la DCE, les populations denses de *Ellisolandia elongata* ont été cartographiées sur l'intégralité du littoral français de Méditerranée entre 2007 et 2010 [12] [13] [14] [15].

Ellisolandia elongata est un bon indicateur biologique d'une perturbation physique ou chimique. Les études récentes datent toutes des années 2000, mais aucun retour sur site n'a été effectué, sauf dans la zone du rejet de Cortiou où l'espèce ne cesse de progresser, remplaçant les populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* et recouvrant les encorbellements de *Lithophyllum byssoides*.

1.1.4. Faciès à moules méditerranéennes : *Mytilus galloprovincialis*

Dans les zones riches en plancton, des moulières se développent, faciès à *Mytilus galloprovincialis* situés entre 0 et 1–1,5 m de profondeur (Languedoc-Roussillon) et dans les zones riches en matières en suspension – zones polluées par des émissaires urbains [5] [49]. Ces moulières ont été cartographiées sur l'ensemble du littoral

rocheux dans le cadre de la DCE [12] [13] [14] [15]. Elles sont très développées sur la côte des Albères et ont tendance à remplacer *Cystoseira mediterranea*. En PACA et en Corse, les populations denses de *Mytilus galloprovincialis* sont limitées aux abords des cages d'aquacultures, des filières de mytilicultures et des zones polluées par les rejets d'émissaires.

1.2. AU-DELÀ DE 1 M DE PROFONDEUR

Depuis la fin des années 1990, avec l'amélioration des techniques de cartographie sous-marine et notamment l'utilisation de sonars latéraux et de sondeurs multifaisceaux, les biocénoses littorales ont été précisément cartographiées sur une grande partie des côtes françaises de la Méditerranée. Parmi les biocénoses cartographiées, celle de la roche infralittorale à algues photophiles l'a été systématiquement. Ces cartes ont été levées dans le cadre d'inventaires d'espèces et d'habitats dans des zones Natura 2000, de contrats de baie et d'études d'impacts. Cependant, la plupart du temps, les auteurs ont simplement cartographié les substrats rocheux infralittoraux sans entrer dans le détail des associations et des faciès. Seules quelques espèces de macrophytes sont citées. Cela s'explique par le fait, d'une part, que les roches de l'horizon inférieur de l'infralittoral sont occupées par une mosaïque complexe d'associations et de faciès impossible à cartographier et, d'autre part, que la détermination des algues est très difficile pour des non-spécialistes.

Ainsi, pour toutes les roches « photophiles » cartographiées dans les Alpes-Maritimes entre la surface et 40 m de profondeur [16] [17] [18] [21] [22] [79], aucune association ou faciès n'a été décrit.

Dans le Var, plusieurs zones ont été cartographiées, comme la zone Natura 2000 des Trois Caps [66], les fonds de Porquerolles et du Levant [33] [34], la région toulonnaise [42] [43] et entre le cap du Dramont et Anthéor [40]. Mais pour ces études cartographiques, les auteurs ont cité les espèces végétales rencontrées sans localisation précise. Les seules études cartographiant les différentes associations d'algues photophiles ont été effectuées à Port-Cros sur une grande partie du parc national [35] [36] [37] [38] [39] [80]. Depuis, ces travaux n'ont pas été renouvelés.

Dans les Bouches-du-Rhône, les roches infralittorales à algues photophiles ont été cartographiées dans les calanques de Marseille à Cassis, autour de l'archipel de Riou [46], de l'île Verte [44] [45] et de l'archipel du Frioul [48].

En Corse, les études sont plus rares. Les roches infralittorales à algues photophiles ont été cartographiées aux îles Cerbicales [67], aux îles Sanguinaires [58], aux îles Lavezzi [57] et dans les criques les plus fréquentées de la réserve naturelle des bouches de Bonifacio [68]. Des cartographies de biocénoses sont actuellement en cours dans les zones Natura 2000 de Corse.

Ces études mentionnent rarement les associations formées par les espèces du genre *Cystoseira* : association *Cystoseiretum sauvageauanae* Giaccone, 1994, association à *Cystoseira brachycarpa* var. *brachycarpa* (= var. *balearica* = *caespitosa*) et *Cystoseira brachycarpa* var. *claudiae*. Ces espèces arborescentes peuvent former de véritables forêts sous-marines de plusieurs centimètres de hauteur qu'il est très important de cartographier dans les inventaires des biocénoses. Ces associations sont devenues extrêmement rares sur le continent, où la plupart des espèces d'algues citées dans les différentes études sont des espèces buissonnantes ou gazonnantes et les espèces encroûtantes des faciès de surpâturage à oursins. Seules quelques études cartographiques concernant le genre *Cystoseira* ont été conduites récemment sur la côte des Albères [59], à Port-Cros [61], dans la zone des Natura 2000 des Trois Caps [12] et aux îles Lavezzi [69].

Les peuplements à *Cystoseira* ont fortement régressé depuis une trentaine d'années [59] [61] [70]. La cause principale est un surpâturage intense par les oursins *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* et la saupe (*Sarpa salpa*), qui pullulent par endroits [71] [72] [73] [74]. Le développement excessif des populations d'oursins est la résultante d'un effet cascade dû à une surpêche de leur prédateurs (Sparidae) [75] [76]. Devant les côtes continentales, les peuplements de grandes algues dressées des genres *Cystoseira* et *Sargassum* : *Cystoseira barbata*, *C. brachycarpa* var. *brachycarpa*, *C. elegans*, *C. foeniculacea* f. *tenuiramosa*, *Sargassum trichocarpum*,

S. vulgare, sont devenus extrêmement rares. En Corse, la situation est différente, car on peut observer de vastes zones où des peuplements denses de *Cystoseira* se développent encore dans l'étage infralittoral [15] [58] [77].

Aucune information n'est disponible sur la répartition des autres associations ou faciès des roches à algues photophiles de l'étage infralittoral.

2. HORIZON INFÉRIEUR

Dans la zone la plus profonde de l'étage infralittoral, les informations sur la répartition des associations ou faciès d'algues colonisant les roches photophiles sont rares. Seules quelques signalisations de populations de *Cystoseira foeniculacea* f. *latiramosa*, *C. funkii*, *C. spinosa*, *C. jabukae*, *C. zosteroides* et *C. spinosa* var. *tenuior*, ont été notées en Corse et dans l'archipel des îles d'Hyères. Il est important de noter la présence de *Cystoseira funkii* [= *Cystoseira mediterranea* var. *valiantei*, *pro parte*] à Port-Cros [61] et dans la réserve naturelle de Scandola [78]. L'espèce a disparu de la côte des Albères [59].

3. ÉTAT ÉCOLOGIQUE DE LA BIOCÉNOSE DE LA ROCHE INFRALITTORALE À ALGUES PHOTOPHILES

D'une manière générale, l'état de conservation de la roche infralittorale à algues photophiles est bon pour l'horizon supérieur en PACA et en Corse, mais dégradé sur la côte des Albères. Pour l'horizon inférieur, il est bon en Corse, mais dégradé en PACA et sur la côte des Albères.

Les espèces les plus vulnérables de la roche infralittorale à algues photophiles sont les espèces du genre *Cystoseira*, qui sont sensibles au surpâturage, à la turbidité et à l'arrachage. Ces causes expliquent vraisemblablement la disparition de nombreuses espèces sur la côte des Albères [59] et le déclin de la plupart des espèces sur le continent. Des mesures urgentes de conservation sont nécessaires.

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*, 225 pp.
- [3] Meinesz A., Boudouresque C.-F., Falconetti C., Astier J.-M., Bay D., Blanc J.J., Bourcier M., Cinelli F., Cirik S., Cristiani G., Di Geronimo I., Giaccone G., Harmelin J.G., Laubier L., Lovric A.Z., Molinier R., Soyer J., Vamvakas C., 1983. Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Annales de l'Institut Océanographique, Paris*, 59 (2), 155-172.
- [4] Peres J.M., 1967. The Mediterranean benthos. *Oceanogr. Marine Biology Annual Review*. 5, 449-533.
- [5] Peres J.M., Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47), 1-137.
- [6] 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.
- [7] Feldmann J., 1937a. Les algues marines de la côte des Albères. I-III. Cyanophycées, Chlorophycées et Phéophycées de la côte des Albères. *Imprimerie Wolf. Rouen*, 197 pp. (pl I-X).
- [8] Feldmann J., 1937b. Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. *Imprimerie Wolf. Rouen*, 339 pp. (pl I-XX).
- [9] Sauvageau C., 1912. A propos des *Cystoseira* de Banyuls et de Guéthary. *Bull. de la Station Biologique d'Arcachon* 14, 133-556.
- [10] Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., Garcia M., Mangialajo L., De Torres M., 2007. A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European water framework directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 172-180.
- [11] Molinier R., 1960. Études des biocénoses marines du Cap Corse. *Vegetatio*, 9, 121-312.
- [12] Thibaut T., Mannoni P.A., 2007. Cartographie des paysages marins : encombrellements 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 pp.

- [13] Thibaut T, Mannoni PA, Markovic L., Geoffroy K., Cottalorda JM., 2008a. 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 pp. + Atlas cartographique.
- [14] 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 pp. + Atlas cartographique.
- [15] 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 pp. + Atlas cartographique.
- [16] Meinesz A., Cottalorda J.-M. et de Vaugelas J., 1994. Valorisation du domaine maritime de la commune de Vallauris-Golf-Juan. *Rapport final. Ed. LEML-UNSA* : 127 pp.
- [17] 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/UNSA publ., Nice*, 74 pp.
- [18] 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.
- [19] Jaffrenou F., Bonnin A., Charrier S., 1996. Répartition d'algues remarquables de la frange littorale du Cap Ferrat (Alpes-Maritimes). *Riviera Scientifique*, 41-46.
- [20] Leblond, J., 2010. Inventaire biologique, analyse écologique et cartographie des habitats marins patrimoniaux du site Natura 2000 FR9301996 « Cap Ferrat ». *Rapport Master 2 IEGB – Université Montpellier 2*, 20 p + annexes.
- [21] 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*, 227 pp.
- [22] Holon F., Descamp P., 2008. Étude de l'écologie marine - Etude complémentaire au contrat de baie des Golfs de Lérins. *Contrat Andromède / Ville de Cannes*, 129 pp.
- [23] Guglielmi G., 1969. Contribution à l'étude des algues du Cap Ferrat. *Diplôme d'Etudes Supérieures : Faculté des Sciences de Nice*, 100 pp.
- [24] Ollivier G., 1930. Étude de la flore marine de la Côte d'Azur, *Annales Inst. Océano.*, VII (3), 53-173.
- [25] 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). *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 195-209.
- [26] 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.
- [27] 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*, 30 pp.
- [28] 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*, 22 pp.
- [29] Meinesz A., Cottalorda J.M., Thibaut T., Chiaverini D., de Vaugelas J., 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.
- [30] 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 Parc National de Port-Cros. *Ed. LEML-UNSA*, 27 pp.
- [31] 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 (Parc National de Port-Cros). *Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 10 pp. +ann.
- [32] 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 Parc National de Port-Cros. *Ed. LEML-UNSA / GIS Posidonie*, 26 pp. +ann.
- [33] 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.*, 153 pp.
- [34] Ruitton S., Bonhomme D., Bonhomme P., Cadiou G., Emery E., Harmelin J.G., Herve G., Kantin R., 2007b. Etude 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.*, 163 pp.
- [35] Augier H., 1985. Étude biocénotique et cartographique de l'anse de la Plage du Sud (Parc National de Port-

- Cros, Méditerranée, France). *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros* **11**, 23-38.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] 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 pp. + 1 pl. h. t.
- [39] 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.
- [40] Bonhomme P., Cadiou G., Bernard G., Loques F., Cottalorda J.-M., Talin F., Meinesz A., Chambard V., Boudouresque C.F., 2004b. Espèces, peuplements et paysages marins remarquables du Cap Dramont et de la Corniche d'Anthéor (Var, France). *Contrat RAMOGE & GIS Posidonie, Gis Posidonie publ., Fr.*, **78 pp.** + annexes 1-2.
- [41] Thibaut T., Markovic L., 2010. Cartographie des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* et des encombres de *Lithophyllum byssoïdes* de la zone Natura 2000 Estérel FR9301628. *Contrat GIS Posidonie – Ville de Saint-Raphaël*, **5 pp.** + Atlas cartographique.
- [42] ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2009. Étude et cartographie des biocénoses marines de la rade de Toulon. Évolutions 2009/2001. *Contrat ANDROMEDE OCEANOLOGIE / Communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée*. **173 pp.**
- [43] 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.*, **150 pp.**
- [44] 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.*, **118 pp.**
- [45] 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.*, **132 pp.**
- [46] Bonhomme P., Ganteaume A., Bellan G., Emery E., Clabaut P., Cadiou G., Bernard G., Herve G., Bourcier M., Boudouresque C.F., 2004a. Étude et cartographie des biocénoses des calanques marines de Marseille à Cassis, y compris l'archipel de Riou. Phase 2 : Rapport méthodologique et résultats. Volume des annexes. *Contrat GIS Posidonie-Ifremer/COM/GIP Calanques*, **134 pp.**
- [47] 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.*, **82 pp.** + annexes.
- [48] Créocéan, 2006. Étude biocénotique 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.*, **76 pp.**
- [49] Bellan-Santini D., 1968. Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. *Rev. Int. Oceanogr. Médit.* **10**, 27–53.
- [50] 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 pp.**
- [51] 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.*, **8 pp.**
- [52] 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.**
- [53] Blachier J., Meinesz A., de Vaugelas J., 1998. Répartition de *Lithophyllum lichenoides* (Rodophyta), 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.
- [54] 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.
- [55] 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.**
- [56] 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.*, 14 pp.
- [57] de Vaugelas J., Chiaverini D., Meinesz A., Pietri F., 1998b. Cartes des principaux substrats et biocénoses de la Réserve naturelle des Lavezzi. *Travaux scientifiques du Parc Naturel Régional et des Réserves Naturelles de Corse*, 57, 171-176.
- [58] 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.
- [59] Thibaut T., Pinedo S., Torras X., Ballesteros E., 2005b. Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira*, *Sargassum*) in the Albères coast (Northwestern Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*. 50, 1472-1489.
- [60] Huve P., 1960. Résultats sommaires de l'étude expérimentale de la réinstallation d'un peuplement à *Cystoseira stricta* (Mont.) Sauv. *Rapp. P.V. Réunion. Comm. Int. Explor. Sci. Mer Médit.* 15 (2), 121-125.
- [61] Thibaut T., Hereu B., Susini M.L., Cottalorda J.M., Javel F., 2005a. Inventaire et cartographie des peuplements de Fucales du PN Port-Cros. *GIS Posidonie/ Univ. Nice Sophia-Antipolis, Lab. Environnement Marin Littoral ed.*, 29 pp.
- [62] Boudouresque C.F., 1971. Contribution à l'étude phytosociologique des peuplements algaux des côtes varoises. *Vegetatio*, 22, 83-184.
- [63] Boudouresque C.F., 1984. Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale : une revue. *Giorn. Botan. Ital.*, 118, suppl. 2, 7-41.
- [64] Francour P., Thibaut T., Cottalorda J.-M., 2004. Faune et flore du substrat dur du port Vauban d'Antibes (Région Provence-Alpes-Côte d'Azur). *Contrat BCOEM et EA 3156 LEML. Université de Nice publ. Nice*, 13 pp.
- [65] 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 pp.
- [66] Ruitton S., Bonhomme D., Astruch P., Bonhomme P., Donato M., Gravel R., 2007c. Étude et cartographie des biocénoses marines de la zone Natura 2000 des 3 Caps (Var, France). *Rapport final. Contrat SIVOM du littoral des Maures & GIS Posidonie, GIS Posidonie publ.* : 1-188.
- [67] de Vaugelas J., Meinesz A., Culioli J.-M., 1998a. 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.
- [68] de Vaugelas J., Meinesz A., Bonnin A., Chiaverini D., Cottalorda J.-M., 1995. Étude de la faisabilité du Parc marin international des Bouches de Bonifacio. Cartographie des fonds marins des criques les plus fréquentées par la navigation de plaisance (Corse-du-Sud). *Ed. LEML – UNSA*, 41 pp. + 13 cartes.
- [69] Thibaut T., Meinesz A., Bottin L., Videment J., 2008b. Inventaire des Fucales des cuvettes de l'archipel des Lavezzi (Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio). *Contrat GIS Posidonie-Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio. ECOMERS publ., Nice* 14 pp.
- [70] Verlaque M., 1987. Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile thermophile marin en Méditerranée occidentale. Etude structurale et dynamique du phytobenthos et analyses des relations faune-flore. *Nat. Sci. Thesis, Université d'Aix-Marseille II, Marseille*. 389 pp.
- [71] Frantzis A., Berthon J.F., Maggiore F., 1988. Relations trophiques entre les oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* (Echinoidea regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel dans la baie de Port-Cros (Var, France). *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros* 14, 81-140.
- [72] Knoepfler-Peeguy M., Maggiore F., Boudouresque C.F., Dance C., 1987. Compte-rendu d'une expérience sur les *preferanda* alimentaires de *Paracentrotus lividus* (Echinoidea) à Banyuls-sur-Mer. In: Boudouresque, C.F., (Ed.), *Colloque International sur Paracentrotus lividus et les Oursins Comestibles. GIS Posidonie, Marseille*, 59-64.
- [73] Verlaque M., 1984. Biologie des juvéniles de l'oursin herbivore *Paracentrotus lividus* (Lamarck): Sélectivité du broutage et impact de l'espèce sur les communautés algales de substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France). *Bot. Mar.* 27, 401-424.
- [74] Verlaque M., Nedelec, H., 1983. Biologie de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) sur substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France) : alimentation des adultes. *Vie Milieu* 33, 191-201.
- [75] Sala E., 1997. Fish predators and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the North-West Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 129, 531-539.
- [76] Sala E., Boudouresque C.F., Harmelin-Vivien M., 1998. Fishing, trophic cascades and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos* 82, 425-439.
- [77] Ballesteros E., Hereu B., Zabala M., Alcoverro T., Garrabou J., Sala E., 2002. Rapport mission Scandola : *Cystoseira* 2000. *Travaux Sci. Parc Nation. Rég. Corse* 60, 95-115.
- [78] Verlaque M., Ballesteros E., Sala E. et Garrabou J., 1999. *Cystoseira jabukae* (Cystoseiraceae, Fucophyceae) from Corsica (Mediterranean) with notes on the previously misunderstood species *C. funkii*. *Phycologia*, 38, 77-86.
- [79] Belsher T. et Houlgatte E., 2000. Étude des sédiments superficiels marins, des herbiers à phanérogames et des peuplements à *Caulerpa taxifolia* de Menton au Cap- d'Ail. *Editions Ifremer*, 44 p + 3 cartes.
- [80] Hereu B., Mangialajo L., Ballesteros E., Thibaut T., 2008. On the occurrence, structure and distribution of deep-water *Cystoseira* communities in the Port-Cros National Park (Northwestern Mediterranean). *European Journal of Phycology*, 43(3), 263-273.