

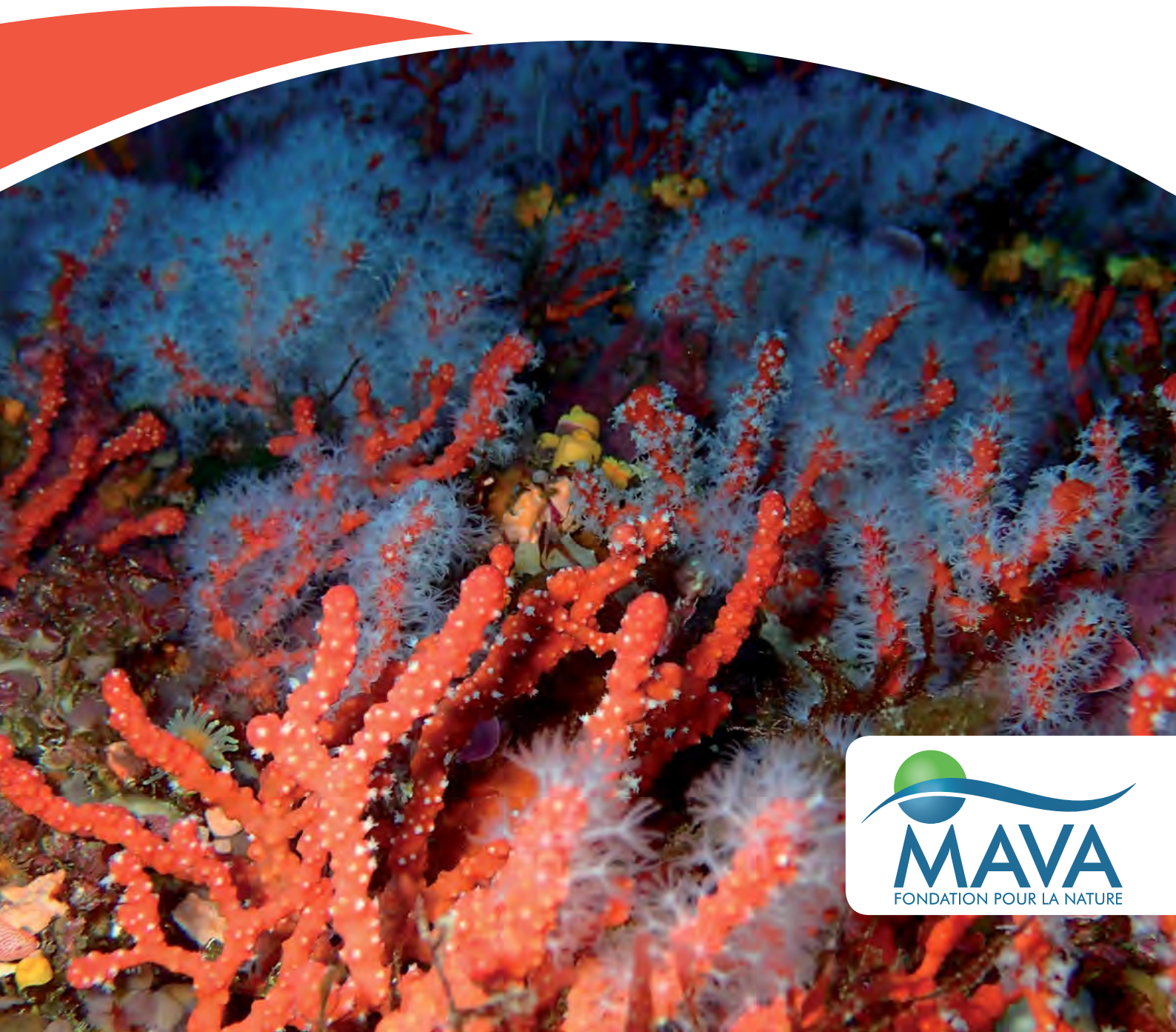


MKH
MEDKEYHABITATS



**STANDARD METHODS FOR INVENTORYING AND MONITORING
CORALLIGENOUS AND RHODOLITHS POPULATIONS**

**MÉTHODES STANDARDISÉES POUR L'INVENTAIRE ET LE SUIVI
DES PEUPELEMENTS DE CORALLIGÈNES ET DE RHODOLITHES**



NOTE: The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UNEP/MAP-RAC/SPA concerning the legal status of any State, Territory, city or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of their frontiers or boundaries. The views expressed in this publication do not necessarily reflect those of UNEP/MAP-RAC/SPA.

© 2016 **United Nations Environment Programme**
Mediterranean Action Plan
Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA)
Boulevard du leader Yasser Arafat
B.P. 337 - 1080 Tunis Cedex - TUNISIA
E-mail: car-asp@rac-spa.org

Reproduction of this publication for educational or other non-commercial purposes is authorized without prior written permission from the copyright holder provided the source is fully acknowledged. Reproduction of this publication for resale or other commercial purposes is prohibited without prior written permission of the copyright holder.

For bibliographic purposes, this volume may be cited as:

UNEP-MAP-RAC/SPA, 2015. Standard methods for inventorying and monitoring coralligenous and rhodoliths assemblages. Gérard Pergent, Sabrina Agnesi, Paul Arthur Antonioli, Lorenza Babbini, Said Belbacha, Kerim Ben Mustapha, Carlo Nike Bianchi, Ghazi Bitar, Silvia Cocito, Julie Deter, Joaquim Garrabou, Jean-Georges Harmelin, Florian Hollon, Giulia Mo, Monica Montefalcone, Carla Morri, Valeriano Parravicini, Andrea Peirano, Alfonso Ramos-Espla, Giulio Relini, Stéphane Sartoretto, Rachid Semroud, Leonardo Tunesi, Marc Verlaque. Ed. RAC/SPA, Tunis. 20 pp. + Annex.

Graphic design: IGD Communication - www.i-graphicdesign.com

Cover photos credit: Gérard Pergent

This guidance has been edited within the framework of the MedKeyHabitats Project “Mapping of key marine habitats in the Mediterranean and promoting their conservation through the establishment of Specially Protected Area of Mediterranean Importance (SPAMIs)”

The MedKeyHabitats Project is implemented with the financial support of MAVA Foundation.



Available from:
www.rac-spa.org

Standard Methods For Inventorying and Monitoring Coralligenous and Rhodoliths Assemblages



TABLE OF CONTENTS

Executive summary	05
A- CONTEXT AND AIMS	06
B-SUMMARY OF THE MAIN METHODS USED	06
1. Inventorying coralligenous and maërl assemblages	06
2. Monitoring coralligenous and maërl assemblages	14
C- RECOMMENDATIONS	20
D - BIBLIOGRAPHY	21
Annex : list of the principal species to be considered in the inventorying and monitoring coralligenous and maërl assemblages	I

Executive summary

Within the framework of the Action Plan for the Conservation of Coralligenous and other Mediterranean Bioconstructions, adopted by the Contracting Parties to the Barcelona Convention in 2008, several priority actions are identified which relate in particular to (i) enhancing knowledge on the distribution and composition of these assemblages, (ii) compiling a database of specialists and (iii) establishing spatio-temporal monitoring of coralligenous and maërl assemblages. However, inventorying and monitoring coralligenous and maërl raise several problems, related to the accessibility of these assemblages, their heterogeneity and the lack of standard protocol used by different teams working in this field.

The aim of this document is to make a census of the main methods used for inventorying and monitoring coralligenous and maërl assemblages in the Mediterranean, and to better understand their benefits, limitations and conditions of use.

The summary, which is divided into two parts (methods of inventorying and monitoring) is accompanied by twenty sheets corresponding to protocols implemented by different Mediterranean teams.

The inventorying of coralligenous and maërl can be seen at two levels:

(I) The location of assemblages, which uses “traditional” mapping techniques. While scuba diving is often used for small areas, it becomes unsuitable when the study area and/or depth increase. The use of acoustic investigative methods or underwater observation systems is then necessary. However, acoustic techniques must be supplemented by a large number of “field” data because often the answers reveal much more about the substratum than the assemblages.

(II) Characterization of the assemblages, which is heavily dependent on the working scale and precision sought. Although the use of underwater photographs or video may be relevant, the use of specialists in taxonomy, with experience in scuba diving, is often essential given the complexity of this habitat. Although it is possible to estimate abundance or coverage by standard indices, detailed characterization often requires the use of quadrates, transects, or even the sampling of all organisms in a given area. The presence of broken individuals or of necrosis are all factors to be considered as well as the precise description of the site.

Monitoring of coralligenous and maërl assemblages relies mainly on scuba diving but given the constraints, using other tools of investigation (ROV, towed camera, etc.) should be considered because it allows monitoring that is less precise but takes in greater areas. Depending on the assemblage taken into account, the techniques differ:

(I) monitoring coralligenous assemblages on hard substratum requires a zero state or specific reference state, with guaranteed reproducibility of the measure over time. It requires micro-mapping and the use of descriptors. However, these descriptors vary widely from one team to another as does their measurement protocol.

(ii) monitoring maërl assemblages and rhodolith seabeds can also be done by scuba diving but observation with ROV, towed cameras and sampling using buckets is preferred because of the greater homogeneity of these assemblages. However, there is no method for monitoring as accurately as for coralligenous hard substratum because hydrodynamic action may cause a shift on the seabed.

Collected datasheets confirm the multiplicity of operational protocols for both inventorying coralligenous assemblages, and monitoring coralligenous assemblages on hard substratum. In contrast, monitoring maërl assemblages seems less well documented.

Longtime neglected because of their location and the limited means of investigation, coralligenous and maërl assemblages must be now addressed by priority programs. Their inventorying and monitoring are therefore a unique challenge at Mediterranean level because of their ecological and economic importance and the threats to their survival. The results obtained in this work should be discussed in the context of a specific workshop involving key specialists who work on monitoring coralligenous and maërl assemblages (i) to initiate collaboration between the teams involved, (ii) propose a “minimum” number of descriptors to be taken into account, and (iii) to validate methods that can be compared or cross-calibrated. It would indeed be relevant to be able to propose a “toolbox” in which different actors could find validated protocols to meet their objectives and the available resources.

A special effort should also be made in terms of training and technology transfer between institutes with proven experience and new actors.

A- CONTEXT AND AIMS

The Action Plan for the Conservation of Coralligenous and other Mediterranean Bio-constructions¹ was adopted by the Contracting Parties to the Barcelona Convention in 2008 (UNEP-MAP, 2008).

Many priority actions were identified in this Action Plan (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2008); they mainly concerned (i) enhancing knowledge on these assemblages' distribution (compiling existing information, carrying out field assignments in new sites or sites of particular interest) and composition (list of species), (ii) compiling a database that lists specialists and (iii) setting up spatio-temporal monitoring of coralligenous and maërl assemblages.

Although we have an overall knowledge about the composition and distribution of coralligenous and maërl assemblages in the Mediterranean (Ballesteros, 2006; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2009; Relini, 2009; Relini & Giaccone, 2009), the absence of cartographical data on the overall distribution of these assemblages is one of the greatest lacunae from the conservation point of view. The summary crafted by Agnesi *et al.*, 2008 confirms the scarcity of available data, with less than 50 cartographies listed for the Mediterranean basin. Most of these maps are recent (less than ten years old) and are geographically disparate, mostly concerning the north-western basin.

Implementation of spatio-temporal monitoring in a response to questions about (i) changes over time in the composition of these assemblages, (ii) conservation status and vitality of the floral and faunal assemblages associated, (iii) the impact of natural or anthropogenic disturbance, and (iv) selection of species that can be used as bio-indicators of the state of conservation or degradation of these assemblages.

We have to admit that, unlike the marine magnoliophyte meadows, for which we now have a great many mapping methods and monitoring tools, inventorying and monitoring coralligenous and maërl assemblages present several problems linked to the accessibility of these assemblages, their heterogeneity and the absence of a standard protocol used by different teams working in this field (Ballesteros, 2006), even though some attempts have been made (Relini & Faimali, 2004).

These lacunae are particularly worrying in that these assemblages are deteriorating due to their direct exploitation as a source of calcium for soil improvement², fishing activities, development of pleasure diving, changes in their environment (pollution, increased turbidity and sedimentation), and climate-change linked acidification of the water (Grall *et al.*, 2009; UNEP-MAP-

RAC/SPA, 2009). Beyond the mechanical degradation of these assemblages the excessive exploitation of the living resources associated is likely to significantly alter the ichthyofauna (Harmelin & Marinopoulos, 1994).

This document aims at listing the main methods used for inventorying and monitoring the coralligenous and maërl assemblages in the Mediterranean and better understanding their advantages, limits and conditions of use. Starting from these bits of information, a meeting of specialists in the field could choose standard tools and common protocols as part of a regional strategy.

B-SUMMARY OF THE MAIN METHODS USED

Bearing in mind the aims pursued and the investigative tools to be implemented, the summary will be subdivided into two parts, inventorying methods and monitoring methods.

1. Inventorying coralligenous and maërl assemblages

Inventorying coralligenous and maërl assemblages can be done at two levels:

- ◆ Locating the assemblages (bathymetric distribution, substrata, mapping etc.)
- ◆ Characterization of the assemblages (species present, vitality, abundance, etc.).

Locating the coralligenous and maërl assemblages calls on "traditional" mapping techniques similar to those used for the deep magnoliophyte meadows. Although, underwater diving is often used for small areas (e.g. transects, quadrates), this method of investigation quickly shows its limits when the area of study and the depth increase significantly, even if the technique can be optimised for a general description of the site (dragged diver, video transects; Cinelli, 2009). Use of acoustic methods of investigation (side sweep sonar, multi-bundle sounder; Georgiadis *et al.*, 2009) or submerged observation systems (Remote Operating Vehicle; dragged cameras) is found to be necessary. However, acoustic techniques must be supplemented by a great deal of "field data", for the answers obtained usually concern the substratum rather than the assemblages that develops there, and submerged observation systems require a very long acquisition time given the limited speed and range of the gear used. Finally, given the 3-D distribution of the hard substratum assemblages, "quality" bathymetric data (e.g. multi-bundle sounder) often constitutes an appreciation element that is indispensable. The strategy to be implemented will thus depend on the aim of the study and the area concerned, means and time available (Table I).

1 In this Action Plan, the coralligenous is considered to be an underwater landscape typical of the Mediterranean, formed by a structure of coralline algae that develop in conditions of weak light and in relatively calm water. The Mediterranean maërl banks must be seen as sedimentary beds covered by a carpet of free-living calcareous algae (Corallinales or Pessionneliaceae) that also develop in conditions of weak light. These assemblages develop in the deep part of the infralittoral and in the circalittoral (on average -20 to -120 m.).

2 Being listed in the Annexes of the Habitat Directive, a ban on its use is now planned in Europe, and several mining companies are looking for alternative deposits in the Mediterranean countries.



© RAC/SPA, Université de Séville



© Sandrine Ruitron

Coralligenous assemblages

Table I: Main tools used for mapping the coralligenous and maërl assemblages in the Mediterranean. Whenever possible, the bathymetric bracket, surface of use, precision, area mapped per hour, interest or limits of use are stated.

Survey tool	Depth	Surface to be mapped	Geometrical precision
Underwater diving	Bathymetric bracket (0 to -50 m)	Areas less than sq.km	From 0.1 m (relative)
Transects by dragged divers	Bathymetric bracket (0 to -50 m)	Intermediary areas (a few sq.km)	From 1-10 m
Side sweep sonar	From -8 m to the edge of the assemblage distribution (>-120 m)	Can be used for big areas (a few dozen to a few hundred sq.km)	From 1 m
Multi-bundle sounder	From -2 m to the edge of the assemblage distribution (>-120 m)	Can be used for big areas (a few dozen to a few hundred sq.km)	From 1 m (linear) <1 m (depth).
Remote Operating Vehicle (ROV)	From -2 m to the edge of the assemblage distribution (>-120 m)	Suits small areas (a few sq.km)	From 1 m to 10 m
Dragged camera	From -2 m to the edge of the assemblage distribution (>-120 m)	Intermediary areas (a few sq.km)	From 1 m to 10 m

Mapped area (sq.km/hour)	Interest	Limit
0.001 to 0.01	<p>Very great precision for the identification (taxonomy) and distribution of species (micro-mapping). Non-destructive method. Low cost, easy to implement.</p>	<p>Small area inventoried. Work takes a lot of time. Limited depth. Top-level divers only (safety). Variable geo-referencing. Legal problems</p>
0.01 to 0.025	<p>Easy to implement and possibility of taking pictures. Good identification of assemblages. Non-destructive method. Low cost. Significant area covered.</p>	<p>Time to acquire and go through data. Limited depth. Top-level divers only (safety). Variable positioning of diver (geo-referencing). Water transparency. Legal problems Hard to handle in heavy surface traffic.</p>
1 to 4	<p>Realistic representation allowing good distinction of the nature of the bed and of certain assemblages (maërl) with location of edges. Non-destructive method. Speedy. Wide bathymetric bracket.</p>	<p>Flat (2-D) picture to represent 3-D assemblages (hard substrata). Acquisition of field data necessary to validate sonograms. High cost, major means out at sea. Very big mass of data. Not much use for mapping vertical slopes.</p>
0.5 to 6	<p>Possibility of obtaining 3-D picture. Double information (bathymetric and imaging). Very precise bathymetry. Good geo-referencing. Non-destructive method. Speedy. Wide bathymetric bracket.</p>	<p>Very great mass of data. Complex processing of information (MNT). Less precise imaging (nature of bed) than side sweep sonar. Acquisition of field data indispensable. High cost, major means out at sea.</p>
0.01 to 0.025	<p>Non-destructive method. Possibility of taking pictures. Good identification of assemblages. Wide bathymetric bracket.</p>	<p>Small area inventoried. High cost, major means out at sea. Slow processing and recording of information. Variable Geo-referencing positioning. Hard to handle in currents and heavy surface traffic.</p>
0.025 to 1	<p>Easy to implement and possibility of taking pictures. Good identification of assemblages. Non-destructive method. Large area covered</p>	<p>Limited to homogeneous and horizontal beds. Slow acquiring and processing of data. Variable geo-referencing. Water transparency. Hard to handle in heavy surface traffic.</p>

Characterization of the coralligenous and maërl assemblages depends greatly on the scale of work and the precision sought (Table II). Even if the use of photographs or underwater videos can be pertinent, for it enables the relationship between information obtained and diving time to be optimized, having recourse to specialists in taxonomy (validity of the information) with good experience in underwater diving (safety) is often indispensable, given the complexity of this habitat (3-D distribution of species). The acoustic methods described above are totally inoperative, especially for coralligenous assemblages.

For a rough characterization of the assemblages, semi-quantitative evaluations often give sufficient information; thus it is possible to estimate the cover or abundance by standard indices directly *in situ* or using photographs (UNEP-MAP-RAC/SPA, 2008).

But a quality characterization of the assemblages often requires the use of quadrates or transects (with or without photographs; Fraschetti *et al.*, 2001; Coma *et al.*, 2006) or even the sampling of all the organisms present over a given area for laboratory analysis (destructive method; Boudouresque, 1971). As well as the presence or abundance of a given species, assessing its vitality seems a particularly interesting parameter. The presence of broken individuals, and necrosis, are elements to be taken into consideration (Garrabou *et al.*, 1998; 2001). Finally, the precise location of the station (geographical information, depth), the nature of the substratum (silted up, roughness, relief, exposure, slope), the temperature of the water, the currents, the bio-constructors (calcified organisms), the fixed flora and fauna, the ichthyologic assemblage associated, the abundance and distribution of epibionts and the presence of invasive species must also be considered to give a clear characterization of the assemblage (Harmelin, 1990).



(c) Yassine Ramzi Sghaier

Characterisation of the coralligenous assemblages by specialists in taxonomy is often indispensable



© RACISPA, Université de Séville

| Remote Operating Vehicle (ROV)



© Sandrine Ruitton

| Underwater diving with sampling

Table II: Main methods used to characterize the coralligenous and maërl assemblages in the Mediterranean. Whenever possible, the bathymetric bracket, surface of use, precision, area mapped per hour, interest or limits of uses are stated.

Method	Depth	Surface studied	Geometrical precision
Remote Operating Vehicle (ROV)	From -2 m to the edge of the assemblage distribution (> -120 m).	Suits areas of about 1 sq.km	From 1 m to 10 m
Simple underwater diving	Bathymetric bracket (0 to -50 m)	Areas less than 250,000 sq.m	From 1 m
Underwater diving with shots	Bathymetric bracket (0 to -50 m)	Areas less than 250,000 sq.m	From 1 m
Underwater diving with sampling	Bathymetric bracket (0 to -50 m)	Areas less than 10 sq.m	From 1 m

Studied area (sq.m/hour)	Interest	Limit
0.0025 to 0.01 2.500 to 40.000 sq. m	Non-destructive method. Possibility of taking pictures. Wide bathymetric bracket. Good identification of facies and associations. Possibility of semi-quantitative evaluation. Determining big species. One off collections.	Needs recourse to specialists in taxonomy. High cost, major means out at sea. Slow processing and recording of information. Positioning difficult in the presence of currents. Difficulty of observation and access according to the complexity of the assemblages.
100 to 2,500 sq.m	Great precision for the identification, characterisation and distribution of species. Non-destructive method. Low cost, easy to implement. Taking of samples possible.	Need to have recourse to specialists in taxonomy. Small area inventoried. Work takes a lot of time. Limited depth. Top-level divers only (safety) and legal problems. Pretty imprecise survey. Limited number of species observed.
100 to 10,000 sq.m	Great precision for the identification, characterisation and distribution of species. Non-destructive method. A posteriori identification possible. Low cost, easy to implement. Taking of samples possible.	Need to have recourse to specialists in taxonomy. Small area inventoried. Work takes a lot of time. Limited depth. Material for taking shots necessary. Top-level divers (safety). Limited number of species observed. 2-D observation possible.
1 to 2 sq.m	Very great precision for the identification (taxonomy) and distribution of species (micro-mapping). All species taken into account. A posteriori identification. Low cost, easy to implement.	Destructive method. Very small area inventoried. Sampling material needed. Work takes a lot of time. Limited depth. Top-level divers only (safety) and legal problems.

2. Monitoring coralligenous and maërl assemblages

Monitoring coralligenous and maërl assemblages basically calls on underwater diving, although this technique gives rise to many constraints due to the conditions of the environment in which these formations develop (great depths, weak luminosity, low temperatures, presence of currents etc.); it can only be done by experienced divers and over a limited time (Bianchi *et al.*, 2004; Tetzaff & Thorsen, 2005). To break free of these constraints, it is possible to call on new investigation tools (ROV) that open up possibilities of a monitoring that is less precise but can be done over greater areas of these assemblages. The complementarity of these techniques must be taken into account when crafting an operational strategy.

Also, although it cannot be denied that there are constraints linked to the observation of coralligenous and maërl assemblages, their slow growth rate enables sampling to be done at long intervals of time to monitor them in the long term, outside those sectors where human pressure is great (Garrabou *et al.*, 2002) and the risk of impacts is high.

Monitoring the coralligenous assemblages on hard substratum requires a zero state, or precise reference state, with

an additional requirement: the data gathered must be able to be reproduced over time. Also, the experimental protocol has capital importance. As well as very precise locating of the measurement, often requiring micro-mapping (quadrates, transects), the descriptors taken into account have to be the subject of a standard protocol and not be restricted to the presence or abundance of a few target species (cf. Characterization of the coralligenous and maërl assemblages).

Although destructive methods (sampling of all the organisms present over a given area) have long been used, because they offer excellent results for sedentary fauna and flora, they are not desirable for conservationist and/or long-term monitoring (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2008). Similarly, submersion of artificial substrata can be a practical way of monitoring the settling and colonizing dynamics of these assemblages (Relini *et al.*, 1973 ; Bazzicalupo *et al.*, 1974 ; Pisano *et al.*, 1980 , 1982 ; Relini *et al.*, 1983). It is wiser to favour non-destructive methods like photographic sampling or direct observation in given areas (quadrates). These different methods can be used separately or together according to i) the aims of the study; ii) area inventoried and iii) the means available (Table III). Non-destructive methods are increasingly used and - mainly for photographic sampling - enjoy significant technological advances.



© RAC/SPA, Université de Séville

| Monitoring coralligenous assemblages

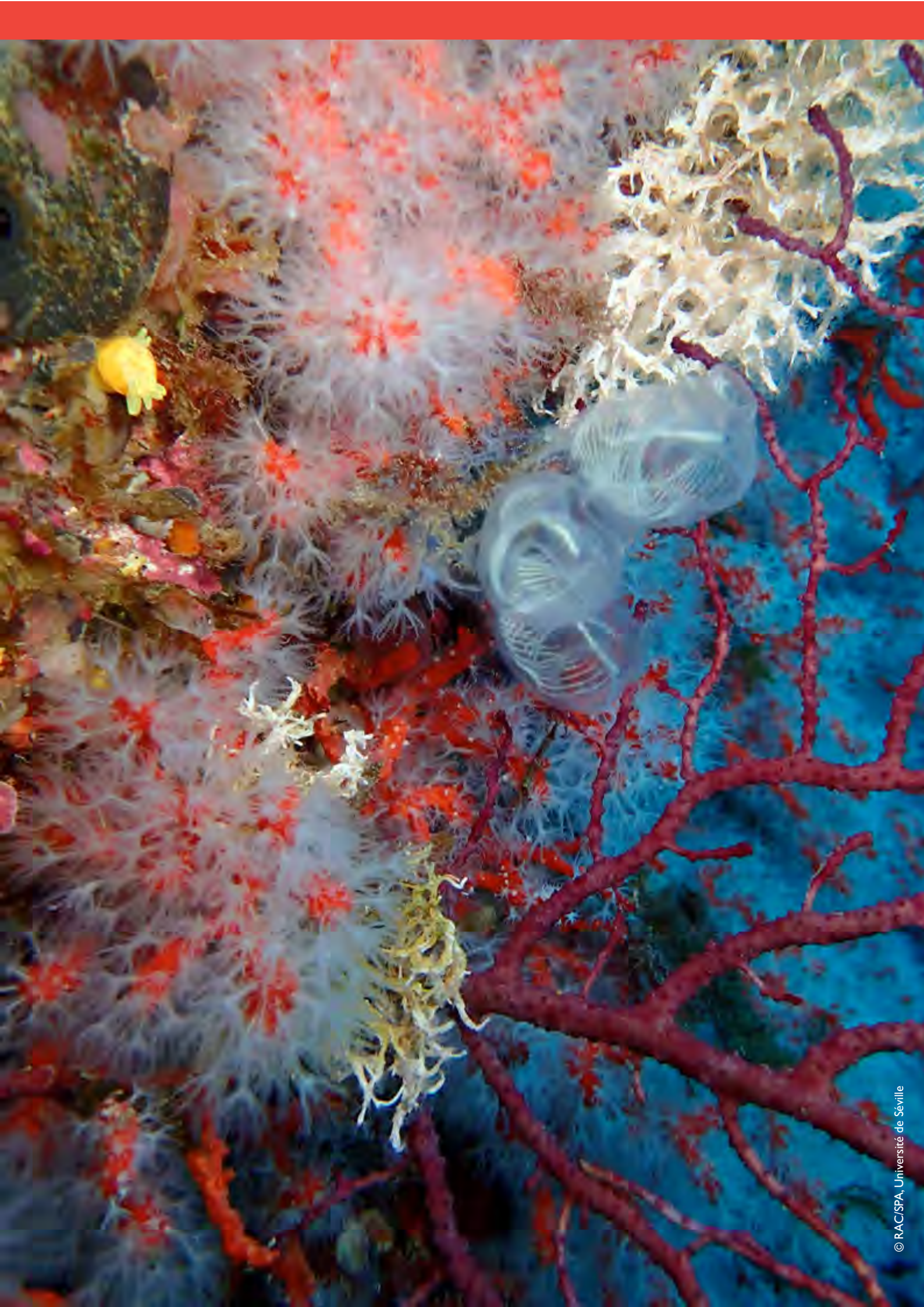


Table III: Comparison between three traditional methods of sampling hard substratum assemblages (Bianchi *et al.*, 2004)

In situ sampling	
Advantages	Taxonomical precision, objective evaluation, reference samples
Drawbacks	High cost, slow laborious work, intervention of specialists, limited area inventoried, destructive method
Use	Studies integrating a strong taxonomical element
Video or photo monitoring	
Advantages	Objective evaluation, can be reproduced (if precise protocol), reference samples, can be automated, speedy diving work, big area inventoried, non-destructive method, easy data-collection at different spatial levels
Drawbacks	Variable taxonomical precision according to organism, problem of a <i>posteriori</i> interpreting of pictures
Use	Studies on the biological cycle or over-time monitoring, saving of time when there is great depth of study
Direct observation	
Advantages	Low cost, results immediately available, big area inventoried, can be reproduced, non-destructive method
Drawbacks	Risk of taxonomic subjectivity, slow diving work
Use	Exploratory studies, monitoring of assemblages, bionomic studies

Unlike the marine magnoliophyte meadows, the descriptors to be taken into account vary greatly from one team to another, as does their measuring protocol (Harmelin & Marinopoulos, 1994; Pérez *et al.*, 2000; Bianchi *et al.*, 2004; Cinelli, 2009). “Standard” sheets are being crafted by scientific teams, particularly in the context of the Natura 2000 sea programs, and should enable these difficulties to be at least partially solved (Figure 1; Annex A).

Monitoring maërl assemblages and those on rhodolith beds may also be done by underwater diving, but observation using the ROV, dragged cameras, or more usually sampling using

buckets are favored because of the greater homogeneity of these assemblages (Table IV). Similarly, using acoustic techniques (side scan sonar) associated with good geo-location allows precise over-time monitoring of the areas occupied by this type of assemblage (Bonacorsi *et al.*, 2010). However, there is no monitoring method that is as precise as those developed for the coralligenous assemblages of the hard substratum (micro-mapping, photographic sampling). Indeed, the movement of these assemblages over the bed, particularly in response to hydrodynamics, does not suit this kind of technique.



- Date : - Observateur : - N° de plongée & site :

- **Type de faciès :** *Cystoseira zosteroides* *Eunicella singularis*
Eunicella cavolinii *Lophogorgia sarmentosa*
Paramuricea clavata Autre :

• **Gorgone :**

Non → Oui

	--	-	+	++
Toutes les classes de taille				
Nécrose				
Gorgone arrachée				
Epibiontes				
Recrutement (<3cm)				

Gorgonaire	Espèce :
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm

• **Aspect général :**

Non → Oui

	--	-	+	++
Sédimentation / vase				
Voiles algaux				
Impression de diversité (très coloré)				
Faune cryptique riche				

- Filet
- Ancrage
- Fil
- Déchet

Profondeur d'observation des gorgonaires :
 • Max :
 • Min :

• **Inventaire :**

Macrophytes	
Lithophyllum & Mesophyllum en 3D	
Couverture de <i>Lithophyllum incrusans</i> sans relief	
Taches blanches sur Lithophyllum ou Mesophyllum	
Présence d'espèces dressées <i>Halimeda, Udotea ; Cystoseira...</i>	

Ichtyofaune	
Présence d'espèces-cibles avec grands individus	
Poissons benthiques ou nectobenthiques	

• **Observation :**

Photos quadrats et paysagères à réaliser

Spongiaire & Bryozoaire	
Eponges perforantes (Clione)	
Espèces dressées (<i>Axinella sp., Spongia agaricina,...</i>)	
Grands bryozoaires branchus	



Figure 1: Example of synthetic sheet used in the context of the Natura 2000 studies by GIS Posidonie (Antonlioli, 2010)

Table IV: Methods used to monitor maërl assemblages and those of rhodolith beds

Diving observation	
Advantages	Low cost, results immediately available, pretty non-destructive method, reference samples, taxonomical precision, distribution of species
Drawbacks	Work limited as regards depth, small area inventoried
Use	Exploratory studies, monitoring of assemblages, bionomic studies
Blind sampling (grab, dredge)	
Advantages	Low cost, easy to implement, taxonomical precision, reference samples, analysis of substratum (granulometry, calcimetry, % of organic matter), great depth of study
Drawbacks	Imprecision of observation, several repeats needed, limited area inventoried, destructive method
Use	Localised studies integrating a taxonomical element, validation of acoustic methods
Monitoring with ROV and dragged cameras	
Advantages	Objective evaluation, reference samples (pictures), big area inventoried, non-destructive method, distribution of species, great depth of study
Drawbacks	High cost, low taxonomical precision, problem of a posteriori interpretation of pictures, superficial observation, little information on the substratum
Use	Studies on distribution and temporal monitoring, validation of acoustic methods
Side scan sonar	
Advantages	Very big areas inventoried, information on hydrodynamics (sedimentary figures), can be reproduced, non-destructive method, great depth of study
Drawbacks	High cost, interpreting of sonograms, additional validation (inter-calibration), superficial observation, no taxonomical information
Use	Studies over big areas, monitoring of assemblages, bionomic studies

C- RECOMMENDATIONS

Following the second Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous & other Calcareous Bio-Concretions (Portorož, Slovenia, October 2014; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2014), that brought over 140 participants from 16 Mediterranean countries, it was stressed the strides made in knowledge of these formations since the first Mediterranean Symposium on the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions (Tabarka, January 2009; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2009). The strong participation of the Mediterranean scientific community and the quality and number of the papers, confirm the interest of these meetings which are the paramount example on the interest of Mediterranean scientific/managers community to improve the knowledge on these assemblages (Proceedings 2nd MSC&CBC 2014).

In this Symposium, it was recommended:

- ◆ Encouraging the states to elaborate their National Action Plans for the protection of the coralligenous and other bioconstructions and start implementing these as soon as possible.
- ◆ Urging the states to validate existing maps so that these may be taken into consideration in the context of implementing regulations on commercial fisheries.
- ◆ Creating a general consensus to establish a theme-based working groups (list of typical species, genetics, mapping, state of conservation etc.) to coordinate the human and resources in order to provide the needed general view on the coralligenous/maërl assemblages these gaps. The aim would be using themes to group efforts (synthesis of current knowledge, standardizing work methods, etc.), and sharing information to propose in fine conclusions likely to give better management and conservation of the coralligenous and other Mediterranean bioconstructions.

- ◆ Suggesting that RAC/SPA:

- ✓ Set up collaborative tools to help scientists to exchange data and share their experience.
- ✓ Help countries start awareness campaigns on the interest of protecting coralligenous habitats and training and capacity-building sessions.
- ✓ Start addressing the assessment of ecosystem services rendered.

In order to i) update the list of species to be taken into consideration in the context of mapping and monitoring habitats, ii) reinforce acquisition of new knowledge about the species or the distribution of these formations, and iii) improvement of the means of understanding their good ecological state and iv) how to conserve them more efficiently; the updated Action Plan for the coralligenous has been approved in the Twelfth Meeting of Focal Points for SPAs (Athens, Greece, 25 - 29 May 2015).

Inventorying and monitoring the coralligenous and maërl assemblages in the Mediterranean constitutes a unique challenge given the ecological and economic importance of these assemblages and the threats that hang over their continued existence. Long neglected due to their location and the limited means of investigation, today these assemblages must be the subject of priority programs.

This approach must be encouraged and coordinated at regional level via the holding of a specific workshop that brings together the main specialists who work on monitoring coralligenous and maërl assemblages.

Even if it is hard to suggest one single standard method for monitoring, this kind of workshop is always useful to (i) initiate collaboration, (ii) propose a minimal number of descriptors, and (iii) validate methods that can be compared or inter-calibrated (UNEP-MAP-RAC/SPA, 2008).



© RAC/SPA, Université de Séville

Coralligenous assemblages

D - BIBLIOGRAPHY

- Agnesi S., Annunziatellis A., Cassese M.L., La Mesa G., Mo G., Tunesi L., 2008. Synthesis of the cartographic information on the coralligenous assemblages and other biogenic calcareous formations in the Mediterranean Sea. Avenant N° 3/2008/RAC/SPA en référence au Mémorandum de coopération N° 6/2002/RAC/SPA : 50 pp.+ 4 annexes.
- Antonoli PA., 2010. Fiche d'aide à la caractérisation de l'Habitat Natura 2000 Coralligène. *GIS Posidonie publ.*
- Ballesteros E., 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 44: 123-195.
- Bazzicalupo G., Relini G., Viale S., 1974. Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligeno ed in una prateria di Posidonie. 4° Policheti sedentari e Cirripedi. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, 4 (4,5,6): 343-370.
- Bianchi C.N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Fraschetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G. 2004. Hard bottoms. 185-215. In: M.C., Gambi and M. Dappiano (eds), *Mediterranean Marine Benthos. Biol. Mar. Mediterr.* 11 (suppl. 1): 1-604.
- Bonacorsi M., Clabaut P., Pergent G., Pergent-Martini C., 2010. Cartographie des peuplements coralligènes du Cap Corse - Rapport de mission CAPCORAL, 4 Août – 11 Septembre 2010. Contrat Agence des Aires Marines Protégées / GIS Posidonies : 1-34+ annexes.
- Boudouresque C.F., 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys* 3: 79-104.
- Cinelli F., 2009. Field survey methods and mapping: 136-139. In G. Relini (eds). *Marine bioconstructions, Nature's architectural seascapes*. Italian Ministry of the Environment, Land and Sea Protection, Friuli Museum of Natural History, Udine. *Italian Habitats*, 22: 159 pages.
- Coma R., Linares C., Ribes M., Díaz D., Garrabou J., Ballesteros E., 2006. Consequences of a mass mortality in assemblages of *Eunicella singularis* (Cnidaria: Octocorallia) in Menorca (NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 327: 51-60.
- Fraschetti S., Bianchi C.N., Terlizzi A., Fanelli G., Morri C., Boero F., 2001. Spatial variability and human disturbance in shallow subtidal hard substrate assemblages: a regional approach. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 212: 1-12.
- Garrabou J., Ballesteros E., Zabala M. 2002. Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient. *Est. Coast. Shelf Sci.* 55: 493-508.
- Garrabou J., Perez T., Sartoretto S., Harmelin J.G., 2001. Mass mortality event in red coral (*Corallium rubrum*, Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia) population in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 217: 263-272.
- Garrabou J., Sala E., Arcas A., Zabala M., 1998. The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conserv. Biol.* 12: 302-312.
- Georgiadis M., Papatheodorou G., Tzanatos E., Geraga M., Ramfos A., Koutsikopoulos C., Ferentinos G., 2009. Coralligène formations in the eastern Mediterranean Sea: Morphology, distribution, mapping and relation to fisheries in the southern Aegean Sea (Greece) based on high-resolution acoustics. *J.Exp. Mar. Bio. Ecol.* 368: 44-58
- Grall J., Guillaumont B., Bajjouk T., 2009. Fiche de synthèse d'habitat « maërl ». Ifremer, REBENT/NATURA 2000 : 1-9.
- Harmelin J.G., Marinopoulos J., 1994. Population structure and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso) in the north-western Mediterranean (France, Port-Cros Island). *Marine Life* 4: 5-13.
- Harmelin J.G., 1990. Ichtyofaune des fonds rocheux de Méditerranée : structure du peuplement du coralligène de l'île de Port-Cros (parc national, France). *Mésogée*, 50 : 23-30.
- Pérez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.G., Francour P., Vacelet J., 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *C.R. Acad. Sci. III, Life Sciences*, 323: 853-865.
- Pisano E., Bianchi C.N., Relini G., 1980. Insestamento su substrati artificiali lungo la falesia di Portofino (Mar Ligure): metodologie e dati preliminari. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, 10 (suppl.): 269-274.
- Pisano E., Bianchi C.N., Matricardi G., Relini G., 1982. Accumulo della biomassa su substrati artificiali immersi lungo la falesia di Portofino (Mar Ligure). Atti del Convegno delle Unità Operative afferenti ai sottoprogetti Risorse Biologiche e Inquinamento marino. (Roma, 10-11 Novembre 1981): 93-105.
- PNUE/PAM, 2008. Rapport de la 15ème réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention pour la Protection de l'Environnement marin et des régions côtières de la Méditerranée et de ses Protocoles. Almería - Espagne, 15-18 Janvier 2008, *UNEP(DEPI)/MED IG.17/10* : 1-27 + annexes.
- PNUE/PAM-CAR/ASP, 2008. Plan d'action pour la conservation du coralligène et des autres bio-concrétionnements calcaires de Méditerranée. *CAR/ASP Edit.*, Tunis : 21 pp.
- PNUE/PAM-CAR/ASP, 2009. Actes du 1^{er} symposium méditerranéen sur la conservation du coralligène et autres bio-concrétions calcaires (Tabarka, 15-16 Janvier 2009), C. Pergent-Martini & M. Bricchet édits., *CAR/ASP publ.*, Tunis : 273p
- Relini G., 2009. Marine bioconstructions, Nature's architectural seascapes. Italian Ministry of the Environment, Land and Sea Protection, Friuli Museum of Natural History, Udine. *Italian Habitats*, 22: 159 pages.
- Relini G., Bianchi C.N., Matricardi G., Pisano E., 1983. Research in progress on colonization of hard substrata on the Ligurian sea. *Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. suspend.* Cannes 1982: 77-78.
- Relini G., Faimali M., 2004. Biofouling: 267-307. In: M.C. Gambi, M. Dappiano (Eds), *Mediterranean Marine Benthos: a manual for its sampling and study. Biol. Mar. Mediterr.*, 11 (Suppl. 1): 1-604.
- Relini G., Giaccone G., 2009. Gli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione / Priority habitat according to the SPA/BIO protocol (Barcelona Convention) present in Italy. Identification sheets. *Biol. Mar. Mediterr.*, 16 (suppl. 1): 372 pp.
- Relini G., Relini Orsi L., Valsuani G., 1973. Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligeno e in una prateria di Posidonie. 1° Caratteristiche generali. Atti V Congresso Soc. It. *Biol. Marina. Ed. Salentina*, Nardò: 226-260.
- Tetzaff K., Thorsen E. 2005. Breathing at depth: physiological and clinical aspects of diving when breathing compressed air. *Clin. Chest Med.* 26: 355-380.

Annex
**List of the principal species to be considered in the
inventorying and monitoring coralligenous
and maërl assemblages**

LIST OF THE PRINCIPAL SPECIES TO BE CONSIDERED IN THE INVENTORYING

Coralligenous Population

Builders

Algal builders

Lithophyllum cabiochae (Boudouresque & Verlaque) Athanasiadis
Lithophyllum stictaeforme (Areschoug) Hauck 1877
Lithothamnion sonderi Hauck 1883
Lithothamnion philippii Foslie 1897
Mesophyllum alternans (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
Mesophyllum macedonis Athanasiadis 1999
Mesophyllum macroblastum (Foslie) Adey 1970
Neogoniolithon mamillosum (Hauck) Setchell & L.R.Mason 1943
Peyssonnelia rosa-marina Boudouresque & Denizot 1973
Peyssonnelia polymorpha (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879
Sporolithon ptychoides Heydrich 1897

Animal builders

Foraminifera

Miniacina miniacea Pallas 1766

Bryozoans

Myriapora truncata Pallas 1766
Schizomavella spp.
Turbicellepora spp.
Adeonella calveti Canu & Bassler 1930
Smittina cervicornis Pallas 1766
Pentapora fascialis Pallas 1766
Schizotheca serratimargo Hincks 1886
Myriapora truncata Pallas 1766
Rhynchozoon neapolitanum Gautier 1962

Polychaeta

Serpula spp.
Spirorbis sp.
Spirobranchus polytrema Philippi 1844

Cnidaria

Caryophyllia inornata Duncan 1878
Caryophyllia smithii Stokes and Broderip 1828
Leptopsammia pruvoti Lacaze-Duthiers 1897
Hoplangia durotrix Gosse 1860
Polycyathus muelleri Abel 1959
Cladocora caespitosa Linnaeus 1767
Phyllangia americana mouchezii Lacaze-Duthiers 1897
Dendrophyllia ramea Linnaeus 1758
Dendrophyllia cornigera Lamarck 1816

BIOERODERS

Sponges

Clionidae (*Cliona*, *Pione*...)

Echinoids

Echinus melo Lamarck 1816
Sphaerechinus granularis (Lamarck, 1816)

Molluscs

Gastrochaena dubia Pennant 1777
Hiatella arctica Linnaeus 1767

Lithophaga lithophaga Linnaeus 1758
Petricola lithophaga Philippson 1788

Polychaetes

Polydora spp.
Dipolydora spp.
Dodecaceria concharum Örsted 1843

Sipunculids

Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri Diesing, 1851
Phascolosoma (Phascolosoma) stephensoni Stephen 1942

(OTHER) RELEVANT SPECIES (*invasive; **disturbed or stressed environments-usually, when abundant)

Algae

Green algae

Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin 1987
Halimeda tuna (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux 1816
Palmophyllum crassum (Naccari) Rabenhorst 1868
Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh 1873*
Caulerpa taxifolia (M.Vahl) C.Agardh 1817*
Codium bursa (Olivi) C.Agardh 1817**
Codium fragile (Suringar) Hariot 1889*
Codium vermilara (Olivi) Chiaje 1829**

Brown algae

Cystoseira zosteroides C.Agardh 1820
Cystoseira spinosa var. *compressa* (Ercegovic) Cormaci, G.Furnari, Giaccone, Scammacca & D.Serio 1992
Laminaria rodriguezii Bornet 1888
Halopteris filicina (Grateloup) Kützting 1843
Phyllariopsis brevipes (C.Agardh) E.C.Henry & G.R.South 1987
Dictyopteris lucida M.A.Ribera Siguán, A.Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí & Rull Lluch 2005**
Dictyota spp.**
Stypopodium schimperi (Buchinger ex Kützting) Verlaque & Boudouresque 1991*
Acinetospora crinita (Carmichael) Kornmann 1953**
Stilophora tenella (Esper) P.C.Silva in P.C. Silva, Basson & Moe 1996**
Stictyosiphon adriaticus Kützting 1843**

"Yellow" algae (Pelagophyceae)

Nematochrysis marina (J.Feldmann) C.Billard 2000**

Red algae

Osmundaria volubilis (Linnaeus) R.E.Norris 1991
Rodriguezella spp.
Ptilophora mediterranea (H.Huvé) R.E.Norris 1987
Kallymenia spp.
Halymenia spp.
Sebdenia spp.
Peyssonnelia spp. (non calcareous)
Phyllophora crispa (Hudson) P.S.Dixon 1964
Gloiocladia spp.
Leptofauchea coralligena Rodríguez-Prieto & De Clerck 2009
Acrothamnion preissii (Sonder) E.M.Wollaston 1968*
Lophocladia lallemandii (Montagne) F.Schmitz 1893*
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon 1845*
Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E.Norris 1992*

Animals

Sponges

Acanthella acuta Schmidt 1862
Agelas oroides Schmidt 1864
Aplysina aerophoba Nardo 1843
Aplysina cavernicola Vacelet 1959
Axinella spp.
Chondrosia reniformis Nardo 1847
Clathrina clathrus Schmidt 1864
Cliona viridis
Dysidea spp.
Haliclona (Reniera) mediterranea Griessinger 1971
Haliclona (Soestella) mucosa Griessinger 1971
Hemimycale columella Bowerbank 1874
Ircinia fasciculata Esper 1794
Ircinia oros Schmidt 1864
Ircinia variabilis Schmidt 1862
Oscarella sp.
Petrosia ficiformis Poiret 1789
Phorbas tenacior Topsent 1925
Spirastrella cunctatrix Schmidt 1868
Spongia officinalis Linnaeus 1759
Spongia (Spongia) lamella Schulze 1879

Cnidaria

Alcyonium acaule Marion 1878
Alcyonium palmatum Pallas 1766
Corallium rubrum Linnaeus 1758
Paramuricea clavata Risso 1826
Eunicella spp.
Leptogorgia sarmentosa Esper 1789
Ellisella paraplexauroides Stiasny 1936
Antipathes spp.
Parazoanthus axinellae Schmidt 1862
Savalia savaglia Bertoloni 1819
Callogorgia verticillata Pallas 1766

Polychaeta

Sabella spallanzanii Gmelin 1791
Filograna implexa Berkeley 1835
Salmacina dysteri Huxley 1855
Protula spp.

Bryozoans

Chartella tenella Hincks 1887
Margaretta cereoides Ellis & Solander 1786
Hornera frondiculata Lamouroux 1821

Tunicates

Pseudodistoma cyrnusense Pérès 1952
Aplidium spp.
Microcosmus sabatieri Roule 1885
Halocynthia papillosa Linnaeus 1767

Molluscs

Charonia lampas Linnaeus 1758
Charonia variegata Lamarck 1816
Pinna rudis Linnaeus 1758
Erosaria spurca Linnaeus 1758
Luria lurida Linnaeus 1758

Decapoda

Palinurus elephas Fabricius 1787

Scyllarides latus Latreille 1803
Maja squinado Herbst 1788

Echinodermata

Antedon mediterranea Lamarck, 1816
Hacelia attenuata Gray 1840
Centrostephanus longispinus Philippi 1845
Holothuria (Panningothuria) forskali Delle Chiaje 1823
Holothuria (Platyperona) sanctori Delle Chiaje 1823

Pisces

Epinephelus spp.
Mycteroperca rubra Bloch 1793
Sciaena umbra Linnaeus 1758
Scorpaena scrofa Linnaeus 1758
Raja spp.
Torpedo spp.
Mustelus spp.
Phycis phycis Linnaeus 1766
Serranus cabrilla Linnaeus 1758
Scylliorhinus canicula Linnaeus 1758

RHODOLITH COMMUNITIES

(*invasive; **disturbed or stressed environments-usually, when abundant).

Species that can be dominant or abundant are preceded by #

Algae

Red algae (calcareous)

Lithophyllum racemus (Lamarck) Foslie 1901
Lithothamnion corallioides (P.L.Crouan & H.M.Crouan) P.L.Crouan & H.M.Crouan 1867
Lithothamnion valens Foslie 1909
Peyssonnelia crispata Boudouresque & Denizot 1975
Peyssonnelia rosa-marina Boudouresque & Denizot 1973
Phymatolithon calcareum (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin 1970
Spongites fruticulosa Kützing 1841
Tricleocarpa cylindrica (J.Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka 1990
Lithophyllum cabiochae (Boudouresque et Verlaque) *Athanasiadis*
Lithophyllum stictaeforme (Areschoug) Hauck 1877
Lithothamnion minervae Basso 1995
Lithothamnion philippii Foslie 1897
Mesophyllum alternans (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
Neogoniolithon brassica-florida (Harvey) Setchell & L.R.Mason 1943
Neogoniolithon mamillosum (Hauck) Setchell & L.R.Mason 1943
Peyssonnelia polymorpha (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879
Sporolithon ptychoides Heydrich 1897

Red algae (non builders)

Osmundaria volubilis (Linnaeus) R.E.Norris 1991
Phyllophora crispa (Hudson) P.S.Dixon 1964
Peyssonnelia spp. (non calcareous)

Acrothamnion preissii (Sonder) E.M.Wollaston 1968*
Aeodes marginata (Roussel) F.Schmitz 1894

Alsidium corallinum C.Agardh 1827
Brongiartella byssoides (Goodenough & Woodward) F.Schmitz 1893
Cryptonemia spp.
Gloiocladia microspora (Bornet ex Bornet ex Rodríguez y Femenías) N.Sánchez & C.Rodríguez-Prieto ex Berecibar, M.J.Wynne, Barbara & R. Santos 2009
Gloiocladia repens (C.Agardh) Sánchez & Rodríguez-Prieto in Rodríguez-Prieto et al. 2007
Gracilaria spp.
Halymenia spp.
Kallymenia spp.
Leptofauchea coralligena Rodríguez-Prieto & De Clerck 2009
Myriogramme tristromatica (J.J.Rodríguez y Femenías ex Mazza) Boudouresque in Boudouresque & Perret-Boudouresque 1987
Osmundea pelagosae (Schiffner) K.W.Nam in K.W. Nam, Maggs & Garbary 1994
Phyllophora heredia (Clemente) J.Agardh 1842
Polysiphonia subulifera (C.Agardh) Harvey 1834
Rhodophyllis divaricata (Stackhouse) Papenfuss 1950
Rytiphlaea tinctoria (Clemente) C.Agardh 1824
Sebdenia spp.
Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E.Norris 1992*

Green algae

Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin 1987
Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh 1873*
Caulerpa taxifolia (M.Vahl) C.Agardh 1817*
Codium bursa (Olivier) C.Agardh 1817
Microdictyon tenuius J.E.Gray 1866
Palmophyllum crassum (Naccari) Rabenhorst 1868
Umbraulva olivascens (P.J.L.Dangeard) G.Furnari in Catra, Alongi, Serio, Cormaci & G. Furnari 2006

Brown algae

Arthrocladia villosa (Hudson) Duby 1830
Laminaria rodriguezii Bornet 1888
Sporochnus pedunculatus (Hudson) C.Agardh 1820
Acinetospora crinita (Carmichael) Kornmann 1953**
Carpomitra costata (Stackhouse) Batters 1902
Cystoseira abies-marina (S.G.Gmelin) C.Agardh 1820
Cystoseira foeniculacea (Linnaeus) Greville 1830
Cystoseira foeniculacea f. *latiramosa* (Ercegovic?) A.Gómez Garreta, M.C.Barceló, M.A..Ribera & J.R.Lluch 2001
Cystoseira spinosa var. *compressa* (Ercegovic) Cormaci, G.Furnari, Giaccone, Scammacca & D.Serio 1992
Cystoseira zosteroides C.Agardh 1820
Dictyopteris lucida M.A.Ribera Siguán, A.Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí & Rull Lluch 2005
Dictyota spp.
Halopectis filicina (Grateloup) Kützing 1843
Nereia filiformis (J.Agardh) Zanardini 1846
Phyllariopsis brevipes (C.Agardh) E.C.Henry & G.R.South 1987
Spermatochnus paradoxus (Roth) Kützing 1843
Stictyosiphon adriaticus Kützing 1843
Stilophora tenella (Esper) P.C.Silva in P.C. Silva, Basson & Moe 1996
Zanardinia typus (Nardo) P.C.Silva in W.Greuter 2000

Animals

Sponges

Aplysina spp.
Axinella spp.
Cliona viridis Schmidt 1862

Dysidea spp.
Haliclona spp.
Hemimycale columella Bowerbank 1874
Oscarella spp.
Phorbas tenacior Topsent 1925
Spongia officinalis Linnaeus 1759
Spongia (Spongia) lamella Schulze 1879

Cnidaria

Alcyonium palmatum Pallas 1766
Eunicella verrucosa Pallas 1766
Paramuricea macrospina Koch 1882
Aglaophenia spp.
Adamsia palliata Fabricius 1779
Calliactis parasitica Couch 1838
Cereus pedunculatus Pennant 1777
Cerianthus membranaceus Spallanzani 1784
Funiculina quadrangularis Pallas 1766
Leptogorgia sarmentosa Esper 1789
Nemertesia antennina Linnaeus 1758
Pennatula spp.
Veretillum cynomorium Pallas 1766
Virgularia mirabilis Müller 1776

Polychaetes

Aphrodita aculeata Linnaeus 1758
Sabella pavonina Savigny 1822
Sabella spallanzanii Gmelin 1791

Bryozoans

Cellaria fistulosa Linnaeus 1758
Hornera frondiculata Lamouroux 1821
Pentapora fascialis Pallas 1766
Turbicellepora spp.

Tunicates

Aplidium spp.
Ascidia mentula Müller 1776
Diazona violacea Savigny 1816
Halocynthia papillosa Linnaeus 1767
Microcosmus spp.
Phallusia mammillata Cuvier 1815
Polycarpa spp.
Pseudodistoma crucigaster Gaill 1972
Pyura dura Heller 1877
Rhopalaea neapolitana Philippi 1843
Synoicum blochmanni Heiden 1894

Echinodermata

Astropecten irregularis Pennant 1777
Chaetaster longipes Retzius 1805
Echinaster (Echinaster) sepositus Retzius 1783
Hacelia attenuata Gray 1840
Holothuria (Panningothuria) forskali Delle Chiaje 1823
Leptometra phalangium Müller 1841
Luidia ciliaris Philippi 1837
Ophiocomina nigra Abildgaard in O.F. Müller 1789
Parastichopus regalis Cuvier 1817
Spatangus purpureus O.F. Müller 1776
Sphaerechinus granularis Lamarck 1816
Stylocidaris affinis Philippi 1845

Pisces

Mustelus spp.
Pagellus acarne (Risso, 1827)
Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758)
Raja undulata Lacepède, 1802
Scylliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)
Squatina spp.
Trachinus radiatus Cuvier, 1829

LIST OF THE PRINCIPAL SPECIES TO BE CONSIDERED ON THE MONITORING

Coralligenous Populations

CORALLIGENOUS BUILDERS

Algal builders

Lithophyllum cabiochae (Boudouresque et Verlaque) Athanasiadis
Lithophyllum stictaeforme (Areschoug) Hauck 1877
Mesophyllum alternans (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
Mesophyllum macedonis Athanasiadis 1999
Mesophyllum macroblastum (Foslie) Adey 1970
Peyssonnelia polymorpha (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879
Peyssonnelia rosa-marina Boudouresque & Denizot 1973

Animal builders

Bryozoans

Adeonella calveti Canu & Bassler 1930
Pentapora fascialis Pallas 1766
Schizotheca serratimargo Hincks 1886
Smittina cervicornis Pallas 1766

Bioeroders

Echinoids

Echinus melo Lamarck 1816

(Other) Relevant species (*invasive; ^disturbed or stressed environments-usually, when abundant)

Algae

Green algae

Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh 1873*
Caulerpa taxifolia (M.Vahl) C.Agardh 1817*

Brown algae

Acinetospora crinita (Carmichael) Kornmann 1953 ^
Dictyopteris lucida M.A.Ribera Siguán, A.Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí & Rull Lluch 2005 ^
Dictyota spp. ^
Laminaria rodriguezii Bornet 1888
Stictyosiphon adriaticus Kützing 1843 ^
Stilophora tenella (Esper) P.C.Silva in P.C. Silva, Basson & Moe 1996 ^

"Yellow" algae (Pelagophyceae)

Nematochryopsis marina (J.Feldmann) C.Billard 2000 ^

Red algae

Acrothamnion preissii (Sonder) E.M.Wollaston 1968*
Lophocladia lallemandii (Montagne) F.Schmitz 1893*
Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E.Norris 1992*

Animals

Sponges

Axinella spp.
Spongia officinalis Linnaeus 1759
Spongia (Spongia) lamella Schulze 1879

Cnidaria

Corallium rubrum Linnaeus 1758
Eunicella spp.
Leptogorgia spp.
Paramuricea clavata Risso 1826
Savalia savaglia Bertoloni 1819

Polychaeta

Filograna implexa Berkeley 1835
Salmacina dysteri Huxley 1855

Bryozoans

Hornera frondiculata Lamouroux 1821

Tunicates

Halocynthia papillosa Linnaeus 1767

Molluscs

Charonia lampas Linnaeus 1758
Charonia variegata Lamarck 1816

Decapoda

Homarus gammarus Linnaeus 1758
Maja squinado Herbst 1788
Palinurus spp.
Scyllarides latus Latreille 1803

Pisces

Epinephelus spp.
Mustelus spp.
Mycteroperca rubra Bloch 1793
Phycis phycis Linnaeus 1766
Raja spp.
Sciaena umbra Linnaeus 1758
Scorpaena scrofa Linnaeus 1758
Scylliorhinus canicula Linnaeus 1758
Serranus cabrilla Linnaeus 1758
Torpedo spp.

RHODOLITH POPULATIONS

(*invasive; **disturbed or stressed environments-usually, when abundant).

Species that can be dominant or abundant are preceded by #

Algae

Red algae (calcareous)

Brunch

- # *Lithophyllum racemus* (Lamarck) Foslie 1901
- # *Lithothamnion corallioides* (P.L.Crouan & H.M.Crouan) P.L.Crouan & H.M.Crouan 1867
- # *Lithothamnion valens* Foslie 1909
- # *Phymatolithon calcareum* (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin 1970

Crust

- Lithophyllum cabiochae* (Boudouresque et Verlaque) Athanasiadis
- Lithophyllum stictaeforme* (Areschoug) Hauck 1877
- Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell & L.R.Mason 1943

- Neogoniolithon mamillosum* (Hauck) Setchell & L.R.Mason 1943
- Sporolithon ptychoides* Heydrich 1897

Peyssonneliaceae

- # *Peyssonnelia crispata* Boudouresque & Denizot 1975
- # *Peyssonnelia rosa-marina* Boudouresque & Denizot 1973
- Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879

Thin encrusting coralline

- # *Spongites fruticulosa* Kützing 1841
- Lithothamnion minervae* Basso 1995
- Lithothamnion philippii* Foslie 1897
- Mesophyllum alternans* (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
- Mesophyllum expansum* (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
- # *Tricleocarpa cylindrica* (J.Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka 1990

Brown algae

- # *Laminaria rodriguezii* Bornet 1888

Animals

Sponges

- Axinella* spp.



NOTE : Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du PNUE/PAM-CAR/ASP aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leur autorité, ni quant au tracé de leur frontière ou limites. Les vues exprimées dans ce document d'information technique sont celles de l'auteur et ne représentent pas forcément les vues du PNUE/PAM-CAR/ASP.

© 2015 **Programme des Nations Unies pour l'Environnement**
Plan d'Action pour la Méditerranée
Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP)
Boulevard du Leader Yasser Arafat
B.P.337 - 1080 Tunis Cedex - TUNISIE
E-mail : car-asp@rac-spa.org

Le texte de la présente publication peut être reproduit, à des fins éducatives ou non lucratives, en tout ou en partie, et sous une forme quelconque, sans qu'il soit nécessaire de demander une autorisation spéciale au détenteur des droits d'auteur, à condition de faire mention de la source.

Pour des fins bibliographiques, citer le présent volume comme suit :

PNUE/PAM-CAR/ASP, 2015. Méthodes standardisées pour l'inventaire et le suivi des peuplements de coralligènes et de rhodolithes. Gérard Pergent, Sabrina Agnesi, Paul Arthur Antonioli, Lorenza Babbini, Said Belbacha, Kerim Ben Mustapha, Carlo Nike Bianchi, Ghazi Bitar, Silvia Cocito, Julie Deter, Joaquim Garrabou, Jean-Georges Harmelin, Florian Hollon, Giulia Mo, Monica Montefalcone, Carla Morri, Valeriano Parravicini, Andrea Peirano, Alfonso Ramos-Espla, Giulio Relini, Stéphane Sartoretto, Rachid Semroud, Leonardo Tunesi, Marc Verlaque. CAR/ASP Edit., Tunis : 21 p. + Annexe.

Mise en page : IGD Communication - www.i-graphicdesign.com.

Photo de la couverture : Gérard PERGENT.

Ce guide a été édité dans le cadre du Projet MedKeyHabitats « **Cartographie des habitats marins clés de Méditerranée et promotion de leur conservation par l'établissement d'Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIMs)** ».

Le Projet MedKeyHabitats est mis en oeuvre par le CAR/ASP avec le soutien financier de la fondation MAVA.



Disponible auprès de :
www.rac-spa.org

**Méthodes Standardisées Pour
L'inventaire et Le Suivi Des Peuplements
de Coralligènes et De Rhodolithes**



TABLE DES MATIÈRES

Résumé exécutif	34
A- CONTEXTE ET OBJECTIFS	36
B- SYNTHÈSE DES PRINCIPALES MÉTHODES UTILISÉES	36
1. Inventaire des peuplements coralligènes et de maërl	36
2. Suivi des peuplements coralligènes et de maërl	44
C- RECOMMANDATIONS	50
D - BIBLIOGRAPHIE	51
Annexe Liste des principales espèces à considérer dans les inventaires et le suivi des communautés coralligènes/rhodolithes	I

Résumé exécutif

Dans le cadre du Plan d'Action pour la Conservation du Coralligène et des autres bioconstructions en Méditerranée adopté par les Parties Contractantes à la Convention de Barcelone en 2008, plusieurs actions prioritaires sont identifiées ; elles concernent notamment (i) le renforcement des connaissances relatives à la distribution et à la composition de ces peuplements, (ii) la compilation d'une base de données répertoriant les spécialistes et (iii) la mise en place d'un suivi spatio-temporel des peuplements coralligènes et de maërl. Toutefois, l'inventaire et le suivi des peuplements coralligènes et de maërl posent plusieurs problèmes, liés à l'accessibilité de ces peuplements, à leur hétérogénéité et à l'absence de protocole standardisé utilisé par les différentes équipes travaillant dans ce domaine. L'objectif de ce document consiste à recenser les principales méthodes utilisées pour l'inventaire et le suivi des peuplements coralligènes et de maërl, en Méditerranée, et à mieux appréhender leurs avantages, leurs limites et leurs conditions d'utilisation.

La synthèse, qui est subdivisée en deux parties (les méthodes d'inventaires et les méthodes de suivi) est accompagnée d'une vingtaine de fiches techniques correspondant à des protocoles, mis en œuvre par différentes équipes méditerranéennes.

L'inventaire des peuplements coralligènes et de maërl peut être appréhendé à deux niveaux :

(i) la localisation des peuplements, qui fait appel à des techniques de cartographie « classiques ». Si la plongée sous marine est souvent utilisée pour de petites surfaces, elle s'avère peu adaptée lorsque la zone d'étude et/ou la profondeur augmentent et le recours à des méthodes d'investigation acoustique ou à des systèmes d'observation immergés s'avèrent alors nécessaires. Toutefois, les techniques acoustiques doivent être complétées par un nombre important de données « terrain » car les réponses obtenues renseignent plus souvent sur le substrat que sur le peuplement.

(ii) la caractérisation des peuplements, qui est fortement dépendante de l'échelle de travail et de la précision recherchée. Même si l'utilisation de photographies ou de vidéos sous-marines peut être pertinente, le recours à des spécialistes en taxonomie, bénéficiant d'une bonne expérience en plongée sous-marine, est souvent indispensable compte tenu de la complexité de cet habitat. S'il est possible d'estimer la couverture ou l'abondance par des indices standardisés, une caractérisation fine nécessite souvent l'emploi de quadrats ou de transects voire le prélèvement de l'ensemble des organismes présents sur une surface déterminée. La présence d'individus cassés, de nécroses sont autant d'éléments à prendre en compte de même que la description précise du site.

Le suivi des peuplements coralligènes et de maërl fait essentiellement appel à la plongée sous-marine mais compte tenu des contraintes, le recours à d'autres outils d'investigations (ROV, Caméra tractée,...) doit être envisagé car il permet un suivi, certes moins précis, mais sur de plus grandes surfaces. En fonction des peuplements pris en compte les techniques diffèrent :

(i) **le suivi des peuplements coralligènes sur substrat dur** nécessite la réalisation d'un état zéro ou état de référence précis, avec la garantie d'une reproductibilité de la mesure au cours du temps. Il requiert la réalisation de micro-cartographie et l'utilisation de descripteurs. Toutefois, ces descripteurs varient fortement d'une équipe à l'autre de même que leur protocole de mesure.

(ii) **le suivi des peuplements de maërl** et des fonds à rhodolithes peut également s'effectuer en plongée sous-marine mais l'observation à l'aide de ROV, de caméras tractées et le prélèvement à l'aide de bennes sont privilégiés du fait de l'homogénéité plus importante de ces peuplements. En revanche il n'existe pas de méthode permettant un suivi aussi précis que pour les peuplements coralligènes de substrat dur car l'action de l'hydrodynamisme peut entraîner un déplacement sur le fond.

Les fiches techniques collectées confirment la multiplicité des protocoles opérationnels que ce soit pour l'inventaire des peuplements coralligènes et de maërl, que pour le suivi des peuplements coralligènes sur substrats dur ; en revanche le suivi des peuplements de maërl semble moins documenté.

Longtemps ignorés du fait de leur localisation et des moyens d'investigation limités, les peuplements coralligènes et de maërl doivent faire aujourd'hui l'objet de programmes prioritaires. Leur inventaire et leur suivi constituent donc un challenge unique à l'échelon méditerranéen du fait de leur importance écologique et économique et des menaces qui pèsent sur leur pérennité. Les résultats acquis dans le cadre de ce travail doivent donc être discutés, dans le cadre d'un atelier spécifique associant les principaux spécialistes travaillant habituellement à la surveillance des peuplements coralligènes et de maërl afin (i) d'initier des collaborations entre les équipes impliquées, (ii) de proposer un nombre « minimal » de descripteurs à prendre en compte, et (iii) de valider des méthodes qui puissent être comparées ou inter-calibrées. Il serait en effet pertinent d'être en mesure de proposer « une boîte à outils » dans laquelle les différents intervenants pourraient trouver des protocoles validés à même de répondre à leurs objectifs et aux moyens disponibles. Un effort particulier devra également être consenti en terme de formation et de transfert de technologies entre les instituts bénéficiant d'une expérience avérée et les nouveaux intervenants.

A- CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le Plan d'Action pour la Conservation du Coralligène et des autres bioconstructions en Méditerranée a été adopté, par les parties contractantes à la Convention¹ de Barcelone, en 2008 (PNUE-PAM, 2008).

Plusieurs actions prioritaires sont identifiées, dans ce plan d'action (PNUE/PAM-CAR/ASP, 2008) ; elles concernent notamment (i) le renforcement des connaissances relatives à la distribution (compilation des informations existantes, réalisation de mission de terrain dans de nouveaux sites ou dans des sites d'intérêt particulier) et à la composition (liste d'espèces) de ces peuplements, (ii) la compilation d'une base de données répertoriant les spécialistes et (iii) la mise en place d'un suivi spatio-temporel des peuplements coralligènes et de maërl.

Même si l'on dispose de connaissances générales relatives à la composition et à la distribution des peuplements coralligènes et de maërl en Méditerranée (Ballesteros, 2006 ; PNUE-PAM-CAR/ASP, 2009 ; Relini, 2009 ; Relini & Giaccone, 2009), l'absence de données cartographiques sur la distribution générale de ces peuplements constitue l'une des plus importantes lacunes dans une optique de conservation. La synthèse, réalisée par Agnesi *et al.*, (2008) confirme le peu de données disponibles, avec moins de 50 cartographies recensées, mais aussi le caractère récent de ces travaux (la majorité des cartes date de moins de dix ans) et leur forte disparité géographique (la quasi totalité des cartes concerne le bassin nord-occidental).

La mise en place d'un suivi spatio-temporel vise à répondre aux questions relatives (i) aux changements de la composition de ces peuplements au cours du temps, (ii) à l'état de conservation et à la vitalité des populations de flore et de faune associées, (iii) à l'impact des perturbations naturelles ou anthropiques, et (iv) à l'identification d'espèces à même d'être utilisées en tant qu'indicateurs de l'état de conservation ou de dégradation de ces peuplements.

Force est de constater que contrairement aux herbiers de magnoliophytes marines pour lesquels nous disposons à ce jour d'un grand nombre de méthodes de cartographie et d'outils de surveillance, l'inventaire et le suivi des peuplements coralligènes et de maërl posent plusieurs problèmes, liés à l'accessibilité de ces peuplements, à leur hétérogénéité et à l'absence de protocole standardisé utilisé par les différentes équipes travaillant dans ce domaine (Ballesteros, 2006) même si quelques essais ont été réalisés en ce sens (Relini & Faimali, 2004).

Ces lacunes sont d'autant plus préjudiciables que ces peuplements subissent des dégradations très importantes liées notamment à leur exploitation directe comme source de calcaire pour l'amendement des sols, aux activités de pêche, au développement de la plongée récréative², à l'altération de leur environnement (pollution, accroissement de la turbidité et de la sédimentation) et à l'acidification des eaux liée aux changements climatiques (Grall *et al.*, 2009 ; PNUE-PAM-CAR/ASP, 2009).

Au delà de la dégradation mécanique de ces peuplements l'exploitation excessive des ressources vivantes associée est de nature à altérer de manière significative l'ichtyofaune (Harmelin & Marinopoulos, 1994).

L'objectif de ce document consiste à recenser les principales méthodes utilisées pour l'inventaire et le suivi des peuplements coralligènes et de maërl, en Méditerranée, et à mieux appréhender leurs avantages, leurs limites et leurs conditions d'utilisation. Ces éléments pourraient constituer une base de discussion pour une réunion des spécialistes du domaine visant à sélectionner, dans le cadre d'une stratégie régionale, des outils standardisés et des protocoles communs.

B- SYNTHÈSE DES PRINCIPALES MÉTHODES UTILISÉES

Compte tenu des objectifs poursuivis et des outils d'investigation à mettre en œuvre, la synthèse sera subdivisée en deux parties : les méthodes d'inventaires et les méthodes de suivi.

1. Inventaire des peuplements coralligènes et de maërl

L'inventaire des peuplements coralligènes et de maërl peut être appréhendé à deux niveaux :

- ♦ La localisation des peuplements (distribution bathymétrique, substrat, cartographie,...)
- ♦ La caractérisation des peuplements (espèces présentes, vitalité, abondance,...)

La localisation des peuplements coralligènes et de maërl fait appel à des techniques de cartographie « classiques », similaires à celles utilisées pour les herbiers de magnoliophytes profonds. Si la plongée sous marine est souvent utilisée pour de petites surfaces (ex. transects, quadrats), cette méthode d'investigation montre rapidement ses limites lorsque la zone d'étude et la profondeur augmentent significativement, et ce, même si une optimisation de la technique peut être apportée pour une description générale du site (plongeur remorqué, transects vidéo ; Cinelli, 2009). Le recours à des méthodes d'investigation acoustique (sonar à balayage latéral, sondeur multifaisceaux ; Georgiadis *et al.*, 2009) ou à des systèmes d'observation immergés (Remote Operating Vehicle; caméras tractées) s'avère nécessaire. Toutefois, les techniques acoustiques doivent être complétées par un nombre important de données « terrain » car les réponses obtenues renseignent plus souvent le substrat que le peuplement qui s'y développe et les systèmes d'observation immergés nécessitent un temps d'acquisition très long, compte tenu de la vitesse ou de la portée limitées des engins utilisés. Enfin, compte tenu de la répartition en trois dimensions des peuplements de substrats durs, des données bathymétriques « fines » (e.g. sondeur multifaisceaux) constituent souvent un élément d'appréciation indispensable. L'objectif de l'étude, et notamment la surface concernée, les moyens et le temps disponibles conditionneront donc la stratégie à mettre en œuvre (Tableau I).

1 Dans ce plan d'action, le coralligène est considéré comme un paysage sous-marin typique de la Méditerranée, constitué par une structure d'algues corallines qui se développent dans des conditions de faible luminosité et dans des eaux relativement calmes. Les bancs de maërl méditerranéens doivent être considérés comme des fonds sédimentaires couverts par un tapis d'algues calcaires vivantes libres (Corallinales ou Peyssonneliaceae) qui se développent également dans des conditions de faible luminosité. Ces peuplements se développent dans la partie profonde de l'infralittoral et dans le circalittoral (-20 à -120m en moyenne).

2 Du fait de son classement dans les annexes de la Directive Habitat l'interdiction de son exploitation est désormais programmée en Europe, aussi plusieurs sociétés d'exploitation cherchent des gisements de substitution dans les pays méditerranéens.



© RAC/SPA, Université de Séville



© Sandrine Ruitron

Peuplements coralligènes

Tableau I : Principaux outils utilisés pour la cartographie des peuplements coralligènes et de maërl, en Méditerranée. Lorsque cela est possible, la tranche bathymétrique, la surface d'utilisation, la précision, l'aire cartographiée par heure, l'intérêt ou les limites d'utilisations sont indiqués.

Outil de leve	Profondeur	Surface a cartographier	Precision geometrique
Plongée sous-marine	Tranche bathymétrique (0 à -50 m)	Surfaces inférieures à l'ha	A partir de 0.1 m (en relatif)
Transects par plongeurs tractés	Tranche bathymétrique (0 à -50 m)	Surfaces intermédiaires (quelques km ²)	De 1 à 10 m
Sonar à balayage latéral	A partir de -8 m et jusqu'à la limite de distribution du peuplement (>-120 m)	Peut être utilisé pour de grandes surfaces (quelques dizaines à quelques centaines de km ²)	A partir de 1 m
Sondeur multifaisceaux	A partir de -2 m et jusqu'à la limite de distribution du peuplement (>-120 m)	Peut être utilisé pour de grandes surfaces (quelques dizaines à quelques centaines de km ²)	A partir de 1m (en linéaire) <1m (en profondeur)
Remote Operating Vehicle (ROV)	A partir de -2 m et jusqu'à la limite de distribution du peuplement (>-120 m)	Adapté à des petites surfaces (quelques km ²)	De 1 à 10 m
Caméra tractée	A partir de -2 m et jusqu'à la limite de distribution du peuplement (>-120 m)	Surfaces intermédiaires (quelques km ²)	De 1 à 10 m

Aire cartographiée (km ² /heure)	Interet	Limite
0.001 à 0.01	Très grande précision pour l'identification (taxonomie) et la répartition des espèces (micro-cartographies). Méthode non destructive. Coût réduit et facilité de mise en œuvre.	Surfaces inventoriées réduites Temps de travail important. Tranche bathymétrique limitée. Réservé à des plongeurs expérimentés (sécurité). Géo-référencement variable. Problèmes réglementaires.
0.01 à 0.025	Bonne identification des peuplements et possibilité d'enregistrer les images. Surfaces couvertes notables. Méthode non destructive. Coût réduit et facilité de mise en œuvre.	Temps d'acquisition et de dépouillement des données importants. Tranche bathymétrique limitée. Problèmes réglementaires. Réservé à des plongeurs expérimentés. Transparence de l'eau. Positionnement du plongeur variable (Géo-référencement). Manipulation difficile en présence de fort trafic en surface.
1 à 4	Représentation réaliste permettant une bonne distinction de la nature des fonds et de certains peuplements (maërl) avec localisation des limites. Large tranche bathymétrique. Rapidité d'exécution. Méthode non destructive. Bon géo-référencement.	Image plane (en deux dimensions) pour représenter des peuplements en trois dimensions (substrats durs). Inefficace pour cartographier les tombants verticaux. Masse très importante de données. Acquisition de données terrain nécessaire pour valider les sonogrammes. Coût élevé et importants moyens à la mer.
0.5 à 6	Possibilité d'obtenir une image en trois dimensions. Double information (bathymétrie et imagerie) Bathymétrie très précise. Méthode non destructive. Rapidité d'exécution. Large tranche bathymétrique. Bon géo-référencement.	Traitement de l'information complexe (MNT). Imagerie (nature des fonds) moins précise qu'avec le sonar à balayage latéral. Masse de données très importante. Acquisition de données terrain indispensable. Coût élevé et importants moyens à la mer.
0.01 à 0.025	Bonne identification des peuplements. Possibilité d'enregistrer les images. Méthode non destructive. Large tranche bathymétrique.	Manipulation difficile en présence de courants et de fort trafic en surface. Traitement et report de l'information longs. Surfaces inventoriées réduites. Géo-référencement variable. Coût élevé et importants moyens à la mer.
0.025 à 1	Facilité de mise en œuvre et possibilité d'enregistrer les images. Bonne identification des peuplements. Surfaces couvertes importantes. Méthode non destructive.	Manipulation difficile en présence de fort trafic en surface. Limitée à des fonds homogènes et horizontaux. Temps d'acquisition de traitement des données long. Transparence de l'eau. Géo-référencement variable.

La caractérisation des peuplements coralligènes et de maërl est fortement dépendante de l'échelle de travail et de la précision recherchée (Tableau II). Même si l'utilisation de photographies ou de vidéo sous-marines peut être pertinente, car elle permet d'optimiser le rapport entre informations obtenues et temps de plongée, le recours à des spécialistes en taxonomie (validité de l'information), bénéficiant d'une bonne expérience en plongée sous-marine (sécurité), est souvent indispensable compte tenu de la complexité de cet habitat (répartition des espèces en trois dimensions). Les méthodes acoustiques décrites ci-dessus sont quant à elles totalement inopérantes, surtout pour les peuplements coralligènes.

Pour une caractérisation grossière des peuplements, les évaluations semi-quantitatives apportent souvent suffisamment d'informations ; il est ainsi possible d'estimer la couverture ou l'abondance par des indices standardisés, directement in situ ou à l'aide de photographies (PNUE/PAM-CAR/ASP, 2008).

En revanche, une caractérisation fine des peuplements nécessite souvent l'emploi de quadrats ou de transects (associant ou non des photographies ; Frascchetti *et al.*, 2001 ; Coma *et al.*, 2006) voire le prélèvement de l'ensemble des organismes présents sur une surface déterminée, pour analyse ultérieure au laboratoire (méthode destructive ; Boudouresque, 1971). Outre la présence ou l'abondance d'une espèce donnée, l'évaluation de sa vitalité apparaît comme un paramètre particulièrement intéressant. La présence d'individus cassés, de nécroses sont autant d'éléments à prendre en compte (Garrabou *et al.*, 1998 ; 2001). Enfin, la localisation précise de la station (coordonnées géographiques, profondeur), la nature du substrat (exposition, pente, rugosité, relief et envasement), la température de l'eau, les courants, les bioconstructeurs (organismes calcifiés), la flore et la faune fixées, l'abondance et la distribution des épibiontes, le peuplement ichthyologique associé et la présence d'espèces envahissantes doivent être également considérés pour caractériser précisément le peuplement (Harmelin, 1990).



(c) Yassine Ramzi Sghaier

Le recours à des spécialistes en taxonomie est souvent indispensable



© RAC/SPA, Université de Séville

| Remote Operating Vehicle (ROV)



© Sandrine Ruitton

| Plongée sous- marine avec prélèvements

Tableau II : Principales méthodes utilisées pour caractériser les peuplements coralligènes et de maërl en Méditerranée. Lorsque cela est possible la tranche bathymétrique, la surface d'utilisation, la précision, l'aire cartographiée par heure, l'intérêt ou les limites d'utilisations sont indiquées.

Méthode	Profondeur	Surface étudiée	Précision géométrique
Remote Operating Vehicle (ROV)	A partir de -2 m et jusqu'à la limite de distribution du peuplement (> -120 m)	Adapté à des surfaces de l'ordre du km ²	De 1 à 10 m
Plongée sous-marine simple	Tranche bathymétrique (0 à -50 m)	Surfaces inférieures 250 000 m ²	À partir de 1 m
Plongée sous-marine avec prises de vues	Tranche bathymétrique (0 à -50 m)	Surfaces inférieures à 250 000 m ²	À partir de 1 m
Plongée sous-marine avec prélèvements	Tranche bathymétrique (0 à -50 m)	Surfaces inférieures à 10 m ²	À partir de 1 m

Aire étudiée (m ² /heure)	Intérêt	Limite
0.0025 à 0.01 2 500 à 40 000 m ²	Possibilité d'enregistrer les images. Bonne identification des faciès et associations. Possibilité d'évaluation semi quantitative. Détermination des espèces de grande taille. Récoltes ponctuelles. Large tranche bathymétrique. Méthode non destructive.	Nécessite le recours à des spécialistes en taxonomie. Difficulté d'observation et d'accès en fonction de la complexité des peuplements. Traitement et report de l'information long. Positionnement difficile en présence de courants. Coût élevé et importants moyens à la mer.
100 à 2 500 m ²	Grande précision pour l'identification, la caractérisation et la répartition des espèces. Prélèvement d'échantillons possibles. Méthode non destructive. Coût réduit et facilité de mise en œuvre.	Nécessite le recours à des spécialistes en taxonomie. Nombre d'espèces observées limité. Surfaces inventoriées réduites. Tranche bathymétrique limitée. Report peu précis. Temps de travail important. Réservé à des plongeurs expérimentés (sécurité et problèmes règlementaires).
100 à 10 000 m ²	Grande précision pour l'identification, la caractérisation et la répartition des espèces. Identification possible à <i>posteriori</i> . Prélèvement d'échantillons possibles. Méthode non destructive. Coût réduit et facilité de mise en œuvre.	Nécessite le recours à des spécialistes en taxonomie. Observations en deux dimensions. Nombre d'espèces observées limité. Surface inventoriée réduite. Tranche bathymétrique limitée. Temps de travail important. Matériel de prises de vues nécessaire. Réservé à des plongeurs expérimentés (sécurité et problèmes règlementaires).
1 à 2 m ²	Très grande précision pour l'identification (taxonomie) et la répartition des espèces (micro-cartographies). Prise en compte de toutes les espèces. Identification possible à <i>posteriori</i> . Coût réduit et facilité de mise en œuvre.	Surfaces inventoriées très réduites. Matériel de prélèvement nécessaire. Tranche bathymétrique limitée. Temps de travail important. Méthode destructive. Réservé à des plongeurs expérimentés (sécurité et problèmes règlementaires).

2. Suivi des peuplements coralligènes et de maërl

Le suivi des peuplements coralligènes et de maërl fait essentiellement appel à la plongée sous-marine bien que cette technique génère de nombreuses contraintes, du fait des conditions de milieu dans lesquelles se développent ces formations (profondeurs importantes, faible luminosité, températures basses, présence de courants,...) ; elle ne peut être utilisée que par des plongeurs confirmés et sur des durées limitées (Bianchi *et al.*, 2004 ; Tetzaff & Thorsen, 2005). Afin de s'affranchir de ces contraintes, il est possible de faire appel à de nouveaux outils d'investigations (ROV), qui offrent des opportunités dans l'optique d'un suivi, moins précis, mais sur de plus grandes surfaces, de ces peuplements. La complémentarité de ces techniques doit être prise en compte dans l'élaboration d'une stratégie opérationnelle.

D'autre part, si les contraintes liées à l'observation des peuplements coralligènes et de maërl sont indéniables, en revanche, leur vitesse de croissance réduite permet une faible périodicité de l'échantillonnage pour leur suivi à long terme, en dehors des secteurs où les pressions humaines sont importantes (Garrabou *et al.*, 2002) et les risques d'impacts élevés.

Le suivi des peuplements coralligènes sur substrat dur : nécessite la réalisation d'un état zéro ou un état de référence précis avec un impératif supplémentaire : la reproductibilité au cours du temps de l'information recueillie.

Aussi, le protocole expérimental revêt une importance capitale. Outre la localisation très précise de la mesure, nécessitant souvent la réalisation de micro-cartographie (quadrats, transects), les descripteurs pris en compte doivent faire l'objet d'un protocole standardisé et ne pas se limiter à la présence ou l'abondance de quelques espèces cibles (cf. caractérisation des peuplements coralligènes et de maërl).

Si les méthodes destructives (prélèvement de tous les organismes présents sur une surface déterminée) ont longtemps été utilisées car elles offrent d'excellents résultats pour la flore et la faune sédentaire, elles ne sont pas souhaitables pour des suivis à visée conservatoire et/ou à long terme (PNUE/PAM-CAR/ASP, 2008). De même, le recours à l'immersion de substrats artificiels peut constituer une méthode pratique pour suivre la dynamique d'installation et de colonisation de ces peuplements (Relini *et al.*, 1973 ; Bazzicalupo *et al.*, 1974 ; Pisano *et al.*, 1980, 1982 ; Relini *et al.*, 1983). Il convient plutôt de privilégier les méthodes non destructives comme l'échantillonnage photographique ou l'observation directe dans des surfaces déterminées (quadrats, transects permanents). Ces différentes méthodes peuvent être utilisées séparément ou combinées en fonction (i) des objectifs de l'étude, (ii) de la zone à inventorier et (iii) des moyens disponibles (Tableau III). Les méthodes non destructives sont de plus en plus utilisées et bénéficient, principalement pour l'échantillonnage photographique, d'avancées technologiques significatives.



© RAC/SPA, Université de Séville

| Suivi des peuplements coralligènes sur substrat dur

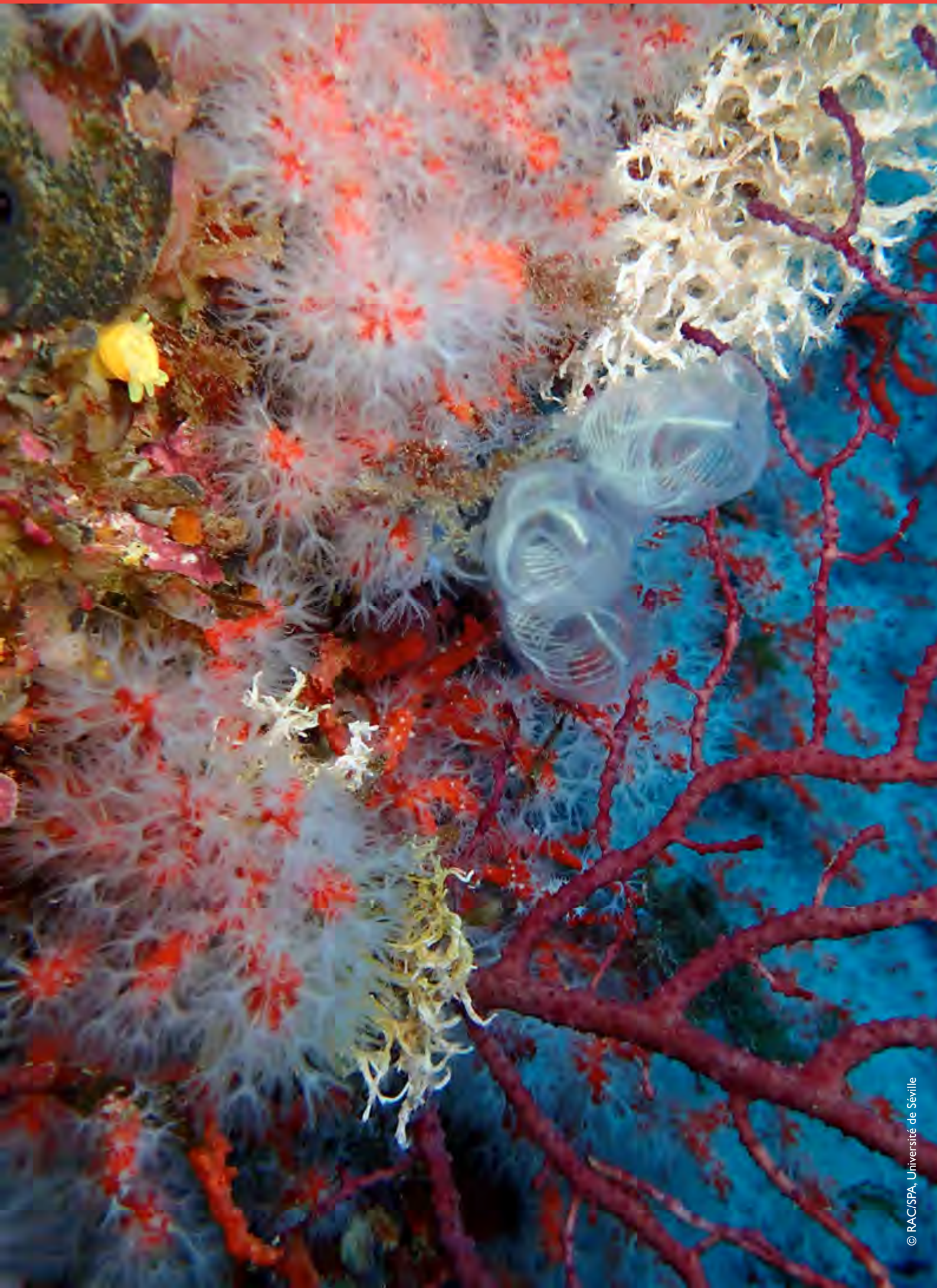


Tableau III : Comparaison des trois méthodes classiques d'échantillonnage des peuplements de substrats durs (Bianchi *et al.*, 2004)

Prélèvements <i>in situ</i>	
Avantages	Précision taxonomique, évaluation objective, échantillons de référence.
Inconvénients	Coût élevé, travail lent et laborieux, intervention de spécialistes, surface inventoriée limitée, méthode destructive.
Utilisation	Etudes intégrant une forte composante taxonomique.
Suivi vidéo ou photo	
Avantages	Evaluation objective, reproductibilité (si protocole précis), échantillons de référence, peut être automatisé, travail en plongée rapide, surface inventoriée importante, méthode non destructive, facilité d'acquisition des données à diverses échelles spatiales.
Inconvénients	Précision taxonomique variable selon les organismes, problème d'interprétation des images a posteriori
Utilisation	Etudes sur le cycle biologique ou le suivi temporel, gain de temps si la profondeur d'étude est élevée.
Observations directes	
Avantages	Faible coût, disponibilité immédiate des résultats, surface inventoriée importante, reproductibilité, méthode non destructive.
Inconvénients	Risque de subjectivité taxonomique, travail en plongée lent.
Utilisation	Etudes exploratoires, suivi des peuplements, études bionomiques.

Contrairement aux herbiers de magnoliophytes marines, les descripteurs pris à prendre en compte varient fortement d'une équipe à l'autre de même que leur protocole de mesure (Harmelin & Marinopoulos, 1994 ; Pérez *et al.*, 2000 ; Bianchi *et al.*, 2004 ; Cinelli, 2009). Des fiches « standardisées » sont en cours d'élaboration par des équipes scientifiques, notamment dans le cadre des programmes NATURA 2000 en mer et devraient permettre de solutionner, tout au moins en partie, ces difficultés (Figure 1 ; Annexe A).

Le suivi des peuplements de maërl et des fonds à rhodolithes peut également s'effectuer en plongée sous-marine mais l'observation à l'aide de ROV, de caméras tractées

et le prélèvement à l'aide de bennes sont privilégiés du fait de l'homogénéité plus importante de ces peuplements (Tableau IV). De même, le recours à des techniques acoustiques (sonar à balayage latéral), associées à une bonne géolocalisation, permet un suivi temporel précis des surfaces occupées par ce type de peuplements (Bonacorsi *et al.*, 2010). En revanche il n'existe pas de méthode de suivi aussi précise que celles développées pour les peuplements coralligènes de substrat dur (micro-cartographies, échantillonnage photographique). En effet, le déplacement sur le fond de ces peuplements, notamment sous l'action de l'hydrodynamisme, s'accorde mal avec ce type de techniques.



- Date : - Observateur : - N° de plongée & site :

- **Type de faciès :** *Cystoseira zosteroides* *Eunicella singularis*
Eunicella cavolinii *Lophogorgia sarmentosa*
Paramuricea clavata Autre :

• **Gorgone :**

Non → Oui

	--	-	+	++
Toutes les classes de taille				
Nécrose				
Gorgone arrachée				
Epibiontes				
Recrutement (<3cm)				

Gorgonaire	Espèce :
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm
.....cm	.....cm

• **Aspect général :**

Non → Oui

	--	-	+	++
Sédimentation / vase				
Voiles algaux				
Impression de diversité (très coloré)				
Faune cryptique riche				

- Filet
- Ancrage
- Fil
- Déchet

Profondeur d'observation des gorgonaires :

- Max :
- Min :

• **Inventaire :**

Macrophytes	
Lithophyllum & Mesophyllum en 3D	
Couverture de <i>Lithophyllum incusans</i> sans relief	
Taches blanches sur Lithophyllum ou Mesophyllum	
Présence d'espèces dressées <i>Halimeda, Udotea ; Cystoseira...</i>	

Ichtyofaune	
Présence d'espèces-cibles avec grands individus	
Poissons benthiques ou nectobenthiques	

• **Observation :**

Photos quadrats et paysagères à réaliser

Spongiaire & Bryzoaire	
Eponges perforantes (Clione)	
Espèces dressées (<i>Axinella sp., Spongia agaricina,...</i>)	
Grands bryozoaires branchus	



Figure 1 : Exemple de fiche synthétique utilisée dans le cadre des études NATURA 2000 par le GIS Posidonie (Antonoli, 2010).

Tableau IV : Méthodes utilisées pour le suivi des peuplements de maërl et des fonds à rhodolithes

Observations en plongée	
Avantages	Faible coût, disponibilité immédiate des résultats, méthode peu destructive, échantillons de référence, précision taxonomique, répartition des espèces
Inconvénients	Travail limité en profondeur, surface inventoriée réduite
Utilisation	Etudes exploratoires, suivi des peuplements, études bionomiques
Prélèvements en aveugle (benne, drague)	
Avantages	Faible coût, facilité de mise en œuvre, précision taxonomique, échantillons de référence, analyse du substrat (granulométrie, calcimétrie, % de matière organique), profondeur d'étude élevée
Inconvénients	Précision de l'observation, plusieurs réplicats nécessaires, surface inventoriée limitée, méthode destructive
Utilisation	Etudes localisées intégrant une composante taxonomique, validation des méthodes acoustiques
Suivi par ROV et caméras tractées	
Avantages	Evaluation objective, échantillons de référence (images), surface inventoriée importante, méthode non destructive, répartition des espèces, profondeur d'étude élevée
Inconvénients	Coût élevé, faible précision taxonomique, problème d'interprétation des images a posteriori, observations superficielles, peu d'information sur le substrat
Utilisation	Etudes de répartition et de suivi temporel, validation des méthodes acoustiques
Sonar à balayage latéral	
Avantages	Surfaces inventoriée très importantes, informations sur l'hydrodynamisme (figures sédimentaires), reproductibilité, méthode non destructive, profondeur d'étude élevée
Inconvénients	Coût élevé, interprétation des sonogrammes, validations complémentaires (intercalibration), observations superficielles, aucune information taxonomique
Utilisation	Etudes sur de grandes surfaces, suivi des peuplements, études bionomiques

C- RECOMMANDATIONS

A l'issue du deuxième Symposium méditerranéen sur la Conservation du Coralligène et autres Bio-Concrétions (Portorož, Slovenie, octobre 2014 ; PNUE/PAM-CAR/ASP, 2014), qui a réuni plus de 140 participants, originaires de 16 pays méditerranéens, il convient de souligner les nombreux progrès effectués en terme de connaissance de ces formations depuis le premier Symposium sur la Conservation du Coralligène et autres Bio-Concrétions Calcaires (Tabarka, Janvier 2009 ; PNUE-PAM-CAR/ASP, 2009). La forte participation de la communauté scientifique méditerranéenne, la qualité et la multiplicité des communications confirment l'intérêt de ces rencontres pour renforcer les connaissances sur les peuplements coralligènes (Actes du 2ème SMC&CBC 2014).

Dans ce Symposium, il a été recommandé de :

- ◆ D'encourager les états à élaborer leur plan d'action national pour la protection du coralligène et des autres bioconcrétionnements de Méditerranée et d'initier leur mise en œuvre dans les meilleurs délais.
- ◆ D'inciter les états à valider les cartes existantes, de façon à pouvoir les prendre en considération dans le cadre de l'application des réglementations relatives à la pêche professionnelle.
- ◆ Création d'un consensus générale pour établir des groupes de travail thématiques (liste des espèces typiques, la génétique, la cartographie, l'état de conservation, etc.) afin de coordonner les ressources humaines et afin de fournir la vue générale nécessaire sur les lacunes peuplements coralligènes / maërl. L'objectif serait par thématique de réunir les efforts (synthèse des connaissances actuelles, standardisation des méthodes de travail, etc.), de partager les informations pour proposer *in fine* des conclusions à même de permettre une meilleure gestion et conservation du coralligène et des autres bioconcrétionnements de Méditerranée.
- ◆ De proposer au CAR/ASP de :
 - ✓ Mettre en place des outils collaboratifs pour favoriser l'échange des données entre scientifiques

et toutes initiatives destinées à faciliter le partage d'expériences. À cet effet des groupes de travail, sur des thématiques scientifiques ciblées, pourraient être mis en place sur la base du volontariat et avec l'appui technique du Centre.

- ✓ Assister les pays à initier des campagnes de sensibilisation sur l'intérêt de la conservation des habitats coralligènes et en particulier des formations profondes.
- ✓ Initier un programme d'acquisition sur la distribution des habitats coralligènes et des autres bioconcrétionnements pour les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée.

Afin de i) actualiser la liste des espèces à prendre en considération dans le cadre de la cartographie et du suivi des habitats, ii) renforcer l'acquisition de nouvelles connaissances relatives aux espèces ou à la distribution de ces formations, et iii) améliorer l'acquisition des moyens d'appréhender leur bon état écologique iv) conforter les démarches à mettre en place pour les conserver plus efficacement, la mise en œuvre du Plan d'action pour la conservation du Coralligène a été approuvée durant la douzième Réunion des Points Focaux pour les ASP (Athènes, Grèce, 25 - 29 Mai 2015).

L'inventaire et le suivi des peuplements coralligènes et de maërl en Méditerranée constituent un challenge unique du fait de l'importance écologique et économique de ces peuplements et des menaces qui pèsent sur leur pérennité. Longtemps ignorés du fait de leur localisation et des moyens d'investigation limités ces peuplements doivent faire aujourd'hui l'objet de programmes prioritaires.

Cette démarche doit être encouragée et coordonnée au niveau régional, à travers l'organisation d'un atelier spécifique associant les principaux spécialistes travaillant habituellement à la surveillance des peuplements coralligènes et de maërl.

Même s'il est difficile de proposer une méthode standard unique pour la surveillance, ce type d'atelier est toujours utile pour (i) initier des collaborations, (ii) proposer un nombre «minimal» de descripteurs, (iii) valider des méthodes qui puissent être comparées ou inter-calibrées (PNUE/PAM-CAR/ASP, 2008).



D - BIBLIOGRAPHIE

Agnesi S., Annunziatellis A., Cassese M.L., La Mesa G., Mo G., Tunesi L., 2008. Synthesis of the cartographic information on the coralligenous assemblages and other biogenic calcareous formations in the Mediterranean Sea. Avenant N° 3/2008/RAC/SPA en référence au Mémorandum de coopération N° 6/2002/RAC/SPA : 50 pp.+ 4 annexes.

Antonoli PA., 2010, Fiche d'aide à la caractérisation de l'Habitat Natura 2000 Coralligène. GIS Posidonie publ.

Ballesteros E., 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 44: 123-195.

Bazzicalupo G., Relini G., Viale S., 1974. Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligene ed in una prateria di Posidonie. 4° Policheti sedentari e Cirripedi. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, 4 (4,5,6): 343-370.

Bianchi C.N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Frascchetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G. 2004. Hard bottoms. 185-215. In: M.C., Gambi and M. Dappiano (eds), *Mediterranean Marine Benthos*. *Biol. Mar. Mediterr.* 11 (suppl. 1): 1-604.

Bonacorsi M., Clabaut P., Pergent G., Pergent-Martini C., 2010. Cartographie des peuplements coralligènes du Cap Corse - Rapport de mission CAPCORAL, 4 Août – 11 Septembre 2010. Contrat Agence des Aires Marines Protégées / GIS Posidonies : 1-34+ annexes.

Boudouresque C.F., 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys* 3: 79-104.

Cinelli F., 2009. Field survey methods and mapping: 136-139. In G. Relini (eds). *Marine bioconstructions, Nature's architectural seascapes*. Italian Ministry of the Environment, Land and Sea Protection, Friuli Museum of Natural History, Udine. *Italian Habitats*, 22: 159 pages.

Coma R., Linares C., Ribes M., Díaz D., Garrabou J., Ballesteros E., 2006. Consequences of a mass mortality in populations of (Cnidaria: Octocorallia) in Menorca (NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 327: 51-60.

Frascchetti S., Bianchi C.N., Terlizzi A., Fanelli G., Morri C., Boero F., 2001. Spatial variability and human disturbance in shallow subtidal hard substrate assemblages: a regional approach. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 212: 1-12.

Garrabou J., Ballesteros E., Zabala M. 2002. Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient. *Est. Coast. Shelf Sci.* 55: 493-508.

Garrabou J., Perez T., Sartoretto S., Harmelin J.G., 2001. Mass mortality event in red coral (Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia) population in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 217: 263-272.

Garrabou J., Sala E., Arcas A., Zabala M., 1998. The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conserv. Biol.* 12: 302-312.

Georgiadis M., Papatheodorou G., Tzanatos E., Geraga M., Ramfos A., Koutsikopoulos C., Ferentinos G., 2009. Coralligène formations in the eastern Mediterranean Sea: Morphology, distribution, mapping and relation to fisheries in the southern Aegean Sea (Greece) based on high-resolution acoustics. *J.Exp. Mar. Bio. Ecol.* 368: 44-58

Grall J., Guillaumont B., Bajjouk T., 2009. Fiche de synthèse d'habitat «Maërl». Ifremer, REBENT/NATURA 2000 : 1-9.

Harmelin J.G., Marinopoulos J., 1994. Population structure and partial mortality of the gorgonian (Risso) in the north-western Mediterranean (France, Port-Cros Island). *Marine Life* 4: 5-13.

Harmelin J.G., 1990. Ichtyofaune des fonds rocheux de Méditerranée : structure du peuplement du coralligène de l'île de Port-Cros (parc national, France). *Mésogée*, 50 : 23-30.

Pérez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.G., Francour P., Vacelet J., 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *C.R. Acad. Sci. III, Life Sciences*, 323: 853-865.

Pisano E., Bianchi C.N., Relini G., 1980. Insestimento su substrati artificiali lungo la falesia di Portofino (Mar Ligure): metodologie e dati preliminari. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, 10 (suppl.): 269-274.

Pisano E., Bianchi C.N., Matricardi G., Relini G., 1982. Accumulo della biomassa su substrati artificiali immersi lungo la falesia di Portofino (Mar Ligure). *Atti del Convegno delle Unità Operative afferenti ai sottoprogetti Risorse Biologiche e Inquinamento marino*. (Roma, 10-11 Novembre 1981): 93-105.

PNUE/PAM, 2008. Rapport de la 15ème réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention pour la Protection de l'Environnement marin et des régions côtières de la Méditerranée et de ses Protocoles. Almería – Espagne, 15-18 Janvier 2008, UNEP(DEPI)/MED IG.17/10 : 1-27 + annexes.

PNUE/PAM-CAR/ASP, 2008. Plan d'action pour la conservation du coralligène et des autres bio-concrétionnements calcaires de Méditerranée. CAR/ASP Edit., Tunis : 21 pp.

PNUE/PAM-CAR/ASP, 2009. Actes du 1er symposium méditerranéen sur la conservation du coralligène et autres bio-concrétions calcaires (Tabarka, 15-16 Janvier 2009), C. Pergent-Martini & M. Bricchet édits., CAR/ASP publ., Tunis : 273p

Relini G., 2009. Marine bioconstructions, Nature's architectural seascapes. Italian Ministry of the Environment, Land and Sea Protection, Friuli Museum of Natural History, Udine. *Italian Habitats*, 22: 159 pages.

Relini G., Bianchi C.N., Matricardi G., Pisano E., 1983. Research in progress on colonization of hard substrata on the Ligurian sea. *Journée Etud. Récifs artif. et Maricult. suspend.* Cannes 1982: 77-78. Relini G., Faimali M., 2004. Biofouling: 267-307. In: M.C. Gambi, M. Dappiano (Eds), *Mediterranean Marine Benthos: a manual for its sampling and study*. *Biol. Mar. Mediterr.*, 11 (Suppl. 1): 1-604.

Relini G., Giaccone G., 2009. Gli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione / Priority habitat according to the SPA/BIO protocol (Barcelona Convention) present in Italy. Identification sheets. *Biol. Mar. Mediterr.*, 16 (suppl. 1): 372 pp.

Relini G., Relini Orsi L., Valsuani G., 1973. Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligene e in una prateria di Posidonie. 1° Caratteristiche generali. *Atti V Congresso Soc. It. Biol. Marina*. Ed. Salentina, Nardò: 226-260.

Tetzaff K., Thorsen E. 2005. Breathing at depth: physiological and clinical aspects of diving when breathing compressed air. *Clin. Chest Med.* 26: 355-380.

Annexe
Liste des principales espèces à considérer
dans les inventaires et le suivi des communautés
coralligènes/rhodolithes

LIST OF THE PRINCIPAL SPECIES TO BE CONSIDERED IN THE INVENTORYING

Coralligenous Population

Builders

Algal builders

Lithophyllum cabiochae (Boudouresque & Verlaque) Athanasiadis
Lithophyllum stictaeforme (Areschoug) Hauck 1877
Lithothamnion sonderi Hauck 1883
Lithothamnion philippii Foslie 1897
Mesophyllum alternans (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
Mesophyllum macedonis Athanasiadis 1999
Mesophyllum macroblastum (Foslie) Adey 1970
Neogoniolithon mammosum (Hauck) Setchell & L.R.Mason 1943
Peyssonnelia rosa-marina Boudouresque & Denizot 1973
Peyssonnelia polymorpha (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879
Sporolithon ptychoides Heydrich 1897

Animal builders

Foraminifera

Miniacina miniacea Pallas 1766

Bryozoans

Myriapora truncata Pallas 1766
Schizomavella spp.
Turbicellepora spp.
Adeonella calveti Canu & Bassler 1930
Smittina cervicornis Pallas 1766
Pentapora fascialis Pallas 1766
Schizotheca serratumargo Hincks 1886
Myriapora truncata Pallas 1766
Rhynchozoon neapolitanum Gautier 1962

Polychaeta

Serpula spp.
Spirorbis sp.
Spirobranchus polytrema Philippi 1844

Cnidaria

Caryophyllia inornata Duncan 1878
Caryophyllia smithii Stokes and Broderip 1828
Leptopsammia pruvoti Lacaze-Duthiers 1897
Hoplangia durotrix Gosse 1860
Polycyathus muelleri Abel 1959
Cladocora caespitosa Linnaeus 1767
Phyllangia americana mouchezii Lacaze-Duthiers 1897
Dendrophyllia ramea Linnaeus 1758
Dendrophyllia cornigera Lamarck 1816

BIOERODERS

Sponges

Clionidae (*Cliona*, *Pione*...)

Echinoids

Echinus melo Lamarck 1816
Sphaerechinus granularis (Lamarck, 1816)

Molluscs

Gastrochaena dubia Pennant 1777
Hiatella arctica Linnaeus 1767

Lithophaga lithophaga Linnaeus 1758
Petricola lithophaga Philipsson 1788

Polychaetes

Polydora spp.
Dipolydora spp.
Dodecaceria concharum Örsted 1843

Sipunculids

Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri Diesing, 1851
Phascolosoma (Phascolosoma) stephensoni Stephen 1942

(OTHER) RELEVANT SPECIES (*invasive; **disturbed or stressed environments-usually, when abundant)

Algae

Green algae

Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin 1987
Halimeda tuna (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux 1816
Palmophyllum crassum (Naccari) Rabenhorst 1868
Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh 1873*
Caulerpa taxifolia (M.Vahl) C.Agardh 1817*
Codium bursa (Olivi) C.Agardh 1817**
Codium fragile (Suringar) Hariot 1889*
Codium vermilara (Olivi) Chiaje 1829**

Brown algae

Cystoseira zosteroides C.Agardh 1820
Cystoseira spinosa var. *compressa* (Ercegovic) Cormaci, G.Furnari, Giaccone, Scammacca & D.Serio 1992
Laminaria rodriguezii Bornet 1888
Halopteris filicina (Grateloup) Kützting 1843
Phyllariopsis brevipes (C.Agardh) E.C.Henry & G.R.South 1987
Dictyopteris lucida M.A.Ribera Siguán, A.Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí & Rull Lluch 2005**
Dictyota spp.**
Stypopodium schimperi (Buchinger ex Kützting) Verlaque & Boudouresque 1991*
Acinetospora crinita (Carmichael) Kornmann 1953**
Stilophora tenella (Esper) P.C.Silva in P.C. Silva, Basson & Moe 1996**
Stictyosiphon adriaticus Kützting 1843**

"Yellow" algae (Pelagophyceae)

Nematochrysis marina (J.Feldmann) C.Billard 2000**

Red algae

Osmundaria volubilis (Linnaeus) R.E.Norris 1991
Rodriguezella spp.
Ptilophora mediterranea (H.Huvé) R.E.Norris 1987
Kallymenia spp.
Halymenia spp.
Sebdenia spp.
Peyssonnelia spp. (non calcareous)
Phyllophora crispa (Hudson) P.S.Dixon 1964
Gloiocladia spp.
Leptofauchea coralligena Rodríguez-Prieto & De Clerck 2009
Acrothamnion preissii (Sonder) E.M.Wollaston 1968*
Lophocladia lallemandii (Montagne) F.Schmitz 1893*
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon 1845*
Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E.Norris 1992*

Animals

Sponges

Acanthella acuta Schmidt 1862
Agelas oroides Schmidt 1864
Aplysina aerophoba Nardo 1843
Aplysina cavernicola Vacelet 1959
Axinella spp.
Chondrosia reniformis Nardo 1847
Clathrina clathrus Schmidt 1864
Cliona viridis
Dysidea spp.
Haliclona (Reniera) mediterranea Griessinger 1971
Haliclona (Soestella) mucosa Griessinger 1971
Hemimycale columella Bowerbank 1874
Ircinia fasciculata Esper 1794
Ircinia oros Schmidt 1864
Ircinia variabilis Schmidt 1862
Oscarella sp.
Petrosia ficiformis Poiret 1789
Phorbas tenacior Topsent 1925
Spirastrella cunctatrix Schmidt 1868
Spongia officinalis Linnaeus 1759
Spongia (Spongia) lamella Schulze 1879

Cnidaria

Alcyonium acaule Marion 1878
Alcyonium palmatum Pallas 1766
Corallium rubrum Linnaeus 1758
Paramuricea clavata Risso 1826
Eunicella .
Leptogorgia sarmentosa Esper 1789
Ellisella paraplexauroides Stiasny 1936
Antipathes spp.
Parazoanthus axinellae Schmidt 1862
Savalia savaglia Bertoloni 1819
Callogorgia verticillata Pallas 1766

Polychaeta

Sabella spallanzanii Gmelin 1791
Filograna implexa Berkeley 1835
Salmacina dysteri Huxley 1855
Protula spp.

Bryozoans

Chartella tenella Hincks 1887
Margaretta cereoides Ellis & Solander 1786
Hornera frondiculata Lamouroux 1821

Tunicates

Pseudodistoma cyrnusense Pérès 1952
Aplidium spp.
Microcosmus sabatieri Roule 1885
Halocynthia papillosa Linnaeus 1767

Molluscs

Charonia lampas Linnaeus 1758
Charonia variegata Lamarck 1816
Pinna rudis Linnaeus 1758
Erosaria spurca Linnaeus 1758
Luria lurida Linnaeus 1758

Decapoda

Palinurus elephas Fabricius 1787

Scyllarides latus Latreille 1803
Maja squinado Herbst 1788

Echinodermata

Antedon mediterranea Lamarck, 1816
Hacelia attenuata Gray 1840
Centrostephanus longispinus Philippi 1845
Holothuria (Panningothuria) forskali Delle Chiaje 1823
Holothuria (Platyperona) sanctori Delle Chiaje 1823

Pisces

Epinephelus spp.
Mycteroperca rubra Bloch 1793
Sciaena umbra Linnaeus 1758
Scorpaena scrofa Linnaeus 1758
Raja spp.
Torpedo spp.
Mustelus spp.
Phycis phycis Linnaeus 1766
Serranus cabrilla Linnaeus 1758
Scylliorhinus canicula Linnaeus 1758

RHODOLITH COMMUNITIES

(*invasive; **disturbed or stressed environments-usually, when abundant).

Species that can be dominant or abundant are preceded by #

Algae

Red algae (calcareous)

Lithophyllum racemus (Lamarck) Foslie 1901
Lithothamnion coralloides (P.L.Crouan & H.M.Crouan) P.L.Crouan & H.M.Crouan 1867
Lithothamnion valens Foslie 1909
Peyssonnelia crispata Boudouresque & Denizot 1975
Peyssonnelia rosa-marina Boudouresque & Denizot 1973
Phymatolithon calcareum (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin 1970
Spongites fruticulosa Kützing 1841
Tricleocarpa cylindrica (J.Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka 1990
Lithophyllum cabiochae (Boudouresque et Verlaque) *Athanasiadis*
Lithophyllum stictaeforme (Areschoug) Hauck 1877
Lithothamnion minervae Basso 1995
Lithothamnion philippii Foslie 1897
Mesophyllum alternans (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
Neogoniolithon brassica-florida (Harvey) Setchell & L.R.Mason 1943
Neogoniolithon mamillosum (Hauck) Setchell & L.R.Mason 1943
Peyssonnelia polymorpha (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879
Sporolithon ptychoides Heydrich 1897

Red algae (non builders)

Osmundaria volubilis (Linnaeus) R.E.Norris 1991
Phyllophora crispa (Hudson) P.S.Dixon 1964
Peyssonnelia spp. (non calcareous)

Acrothamnion preissii (Sonder) E.M.Wollaston 1968*
Aeodes marginata (Roussel) F.Schmitz 1894

Alsidium corallinum C.Agardh 1827
Brongiartella byssoides (Goodenough & Woodward) F.Schmitz 1893
Cryptonemia spp.
Gloiocladia microspora (Bornet ex Bornet ex Rodríguez y Femenías) N.Sánchez & C.Rodríguez-Prieto ex Berecibar, M.J.Wynne, Barbara & R. Santos 2009
Gloiocladia repens (C.Agardh) Sánchez & Rodríguez-Prieto in Rodríguez-Prieto et al. 2007
Gracilaria spp.
Halymenia spp.
Kallymenia spp.
Leptofauchea coralligena Rodríguez-Prieto & De Clerck 2009
Myriogramme tristromatica (J.J.Rodríguez y Femenías ex Mazza) Boudouresque in Boudouresque & Perret-Boudouresque 1987
Osmundea pelagosae (Schiffner) K.W.Nam in K.W. Nam, Maggs & Garbary 1994
Phyllophora heredia (Clemente) J.Agardh 1842
Polysiphonia subulifera (C.Agardh) Harvey 1834
Rhodophyllis divaricata (Stackhouse) Papenfuss 1950
Rytiphlaea tinctoria (Clemente) C.Agardh 1824
Sebdenia spp.
Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E.Norris 1992*

Green algae

Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin 1987
Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh 1873*
Caulerpa taxifolia (M.Vahl) C.Agardh 1817*
Codium bursa (Olivier) C.Agardh 1817
Microdictyon tenuius J.E.Gray 1866
Palmophyllum crassum (Naccari) Rabenhorst 1868
Umbraulva olivascens (P.J.L.Dangeard) G.Furnari in Catra, Alongi, Serio, Cormaci & G. Furnari 2006

Brown algae

Arthrocladia villosa (Hudson) Duby 1830
Laminaria rodriguezii Bornet 1888
Sporochnus pedunculatus (Hudson) C.Agardh 1820
Acinetospora crinita (Carmichael) Kornmann 1953**
Carpomitra costata (Stackhouse) Batters 1902
Cystoseira abies-marina (S.G.Gmelin) C.Agardh 1820
Cystoseira foeniculacea (Linnaeus) Greville 1830
Cystoseira foeniculacea f. latiramosa (Ercegovic?) A.Gómez Garreta, M.C.Barceló, M.A..Ribera & J.R.Lluch 2001
Cystoseira spinosa var. compressa (Ercegovic) Cormaci, G.Furnari, Giaccone, Scammacca & D.Serio 1992
Cystoseira zosteroides C.Agardh 1820
Dictyopteris lucida M.A.Ribera Siguán, A.Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí & Rull Lluch 2005
Dictyota spp.
Halopteris filicina (Grateloup) Kützing 1843
Nereia filiformis (J.Agardh) Zanardini 1846
Phyllariopsis brevipes (C.Agardh) E.C.Henry & G.R.South 1987
Spermatochnus paradoxus (Roth) Kützing 1843
Stictyosiphon adriaticus Kützing 1843
Stilophora tenella (Esper) P.C.Silva in P.C. Silva, Basson & Moe 1996
Zanardinia typus (Nardo) P.C.Silva in W.Greuter 2000

Animals

Sponges

Aplysina spp.
Axinella spp.
Cliona viridis Schmidt 1862

Dysidea spp.
Haliclona spp.
Hemimycale columella Bowerbank 1874
Oscarella spp.
Phorbas tenacior Topsent 1925
Spongia officinalis Linnaeus 1759
Spongia (Spongia) lamella Schulze 1879

Cnidaria

Alcyonium palmatum Pallas 1766
Eunicella verrucosa Pallas 1766
Paramuricea macrospina Koch 1882
Aglaophenia spp.
Adamsia palliata Fabricius 1779
Calliactis parasitica Couch 1838
Cereus pedunculatus Pennant 1777
Cerianthus membranaceus Spallanzani 1784
Funiculina quadrangularis Pallas 1766
Leptogorgia sarmentosa Esper 1789
Nemertesia antennina Linnaeus 1758
Pennatula spp.
Veretillum cynomorium Pallas 1766
Virgularia mirabilis Müller 1776

Polychaetes

Aphrodita aculeata Linnaeus 1758
Sabella pavonina Savigny 1822
Sabella spallanzanii Gmelin 1791

Bryozoans

Cellaria fistulosa Linnaeus 1758
Hornera frondiculata Lamouroux 1821
Pentapora fascialis Pallas 1766
Turbicellepora spp.

Tunicates

Aplidium spp.
Ascidia mentula Müller 1776
Diazona violacea Savigny 1816
Halocynthia papillosa Linnaeus 1767
Microcosmus spp.
Phallusia mammillata Cuvier 1815
Polycarpa spp.
Pseudodistoma crucigaster Gaill 1972
Pyura dura Heller 1877
Rhopalaea neapolitana Philippi 1843
Synoicum blochmanni Heiden 1894

Echinodermata

Astropecten irregularis Pennant 1777
Chaetaster longipes Retzius 1805
Echinaster (Echinaster) sepositus Retzius 1783
Hacelia attenuata Gray 1840
Holothuria (Panningothuria) forskali Delle Chiaje 1823
Leptometra phalangium Müller 1841
Luidia ciliaris Philippi 1837
Ophiocomina nigra Abildgaard in O.F. Müller 1789
Parastichopus regalis Cuvier 1817
Spatangus purpureus O.F. Müller 1776
Sphaerechinus granularis Lamarck 1816
Stylocidaris affinis Philippi 1845

Pisces

Mustelus spp.
Pagellus acarne (Risso, 1827)
Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758)
Raja undulata Lacepède, 1802
Scylliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)
Squatina spp.
Trachinus radiatus Cuvier, 1829

LIST OF THE PRINCIPAL SPECIES TOP BE CONSIDERED ON THE MONITORING

Coralligenous Populations

CORALLIGENOUS BUILDERS

Algal builders

Lithophyllum cabiochae (Boudouresque et Verlaque) Athanasiadis
Lithophyllum stictaeforme (Areschoug) Hauck 1877
Mesophyllum alternans (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
Mesophyllum macedonis Athanasiadis 1999
Mesophyllum macroblastum (Foslie) Adey 1970
Peyssonnelia polymorpha (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879
Peyssonnelia rosa-marina Boudouresque & Denizot 1973

Animal builders

Bryozoans

Adeonella calveti Canu & Bassler 1930
Pentapora fascialis Pallas 1766
Schizotheca serratimargo Hincks 1886
Smittina cervicornis Pallas 1766

Bioeroders

Echinoids

Echinus melo Lamarck 1816

(Other) Relevant species (*invasive; ^disturbed or stressed environments-usually, when abundant)

Algae

Green algae

Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh 1873*
Caulerpa taxifolia (M.Vahl) C.Agardh 1817*

Brown algae

Acinetospora crinita (Carmichael) Kornmann 1953 ^
Dictyopteris lucida M.A.Ribera Siguán, A.Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí & Rull Lluch 2005 ^
Dictyota spp. ^
Laminaria rodriguezii Bornet 1888
Stictyosiphon adriaticus Kützing 1843 ^
Stilophora tenella (Esper) P.C.Silva in P.C. Silva, Basson & Moe 1996 ^

"Yellow" algae (Pelagophyceae)

Nematochryopsis marina (J.Feldmann) C.Billard 2000 ^

Red algae

Acrothamnion preissii (Sonder) E.M.Wollaston 1968*
Lophocladia lallemandii (Montagne) F.Schmitz 1893*
Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E.Norris 1992*

Animals

Sponges

Axinella spp.
Spongia officinalis Linnaeus 1759
Spongia (Spongia) lamella Schulze 1879

Cnidaria

Corallium rubrum Linnaeus 1758
Eunicella spp.
Leptogorgia spp.
Paramuricea clavata Risso 1826
Savalia savaglia Bertoloni 1819

Polychaeta

Filograna implexa Berkeley 1835
Salmacina dysteri Huxley 1855

Bryozoans

Hornera frondiculata Lamouroux 1821

Tunicates

Halocynthia papillosa Linnaeus 1767

Molluscs

Charonia lampas Linnaeus 1758
Charonia variegata Lamarck 1816

Decapoda

Homarus gammarus Linnaeus 1758
Maja squinado Herbst 1788
Palinurus spp.
Scyllarides latus Latreille 1803

Pisces

Epinephelus spp.
Mustelus spp.
Mycteroperca rubra Bloch 1793
Phycis phycis Linnaeus 1766
Raja spp.
Sciaena umbra Linnaeus 1758
Scorpaena scrofa Linnaeus 1758
Scylliorhinus canicula Linnaeus 1758
Serranus cabrilla Linnaeus 1758
Torpedo spp.

RHODOLITH POPULATIONS

(*invasive; **disturbed or stressed environments-usually, when abundant).

Species that can be dominant or abundant are preceded by #

Algae

Red algae (calcareous)

Brunch

- # *Lithophyllum racemus* (Lamarck) Foslie 1901
- # *Lithothamnion corallioides* (P.L.Crouan & H.M.Crouan) P.L.Crouan & H.M.Crouan 1867
- # *Lithothamnion valens* Foslie 1909
- # *Phymatolithon calcareum* (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin 1970

Crust

- Lithophyllum cabiochae* (Boudouresque et Verlaque) Athanasiadis
- Lithophyllum stictaeforme* (Areschoug) Hauck 1877
- Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell & L.R.Mason 1943

- Neogoniolithon mamillosum* (Hauck) Setchell & L.R.Mason 1943
- Sporolithon ptychoides* Heydrich 1897

Peyssonneliaceae

- # *Peyssonnelia crispata* Boudouresque & Denizot 1975
- # *Peyssonnelia rosa-marina* Boudouresque & Denizot 1973
- Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) F.Schmitz in Falkenberg 1879

Thin encrusting coralline

- # *Spongites fruticulosa* Kützing 1841
- Lithothamnion minervae* Basso 1995
- Lithothamnion philippii* Foslie 1897
- Mesophyllum alternans* (Foslie) Cabioch & Mendoza 1998
- Mesophyllum expansum* (Philippi) Cabioch & Mendoza 2003
- # *Tricleocarpa cylindrica* (J.Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka 1990

Brown algae

- # *Laminaria rodriguezii* Bornet 1888

Animals

Sponges

- Axinella* spp.



United Nations Environment Programme
Mediterranean Action Plan
Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA)
Boulevard du leader Yasser Arafat - B.P. 337 - 1080 Tunis Cedex - TUNISIA
Tel.: (+216) 71 206 649 / 71 206 485 / 71 206 851 • Fax: (+216) 71 206 490
E-mail: car-asp@rac-spa.org • www.rac-spa.org