

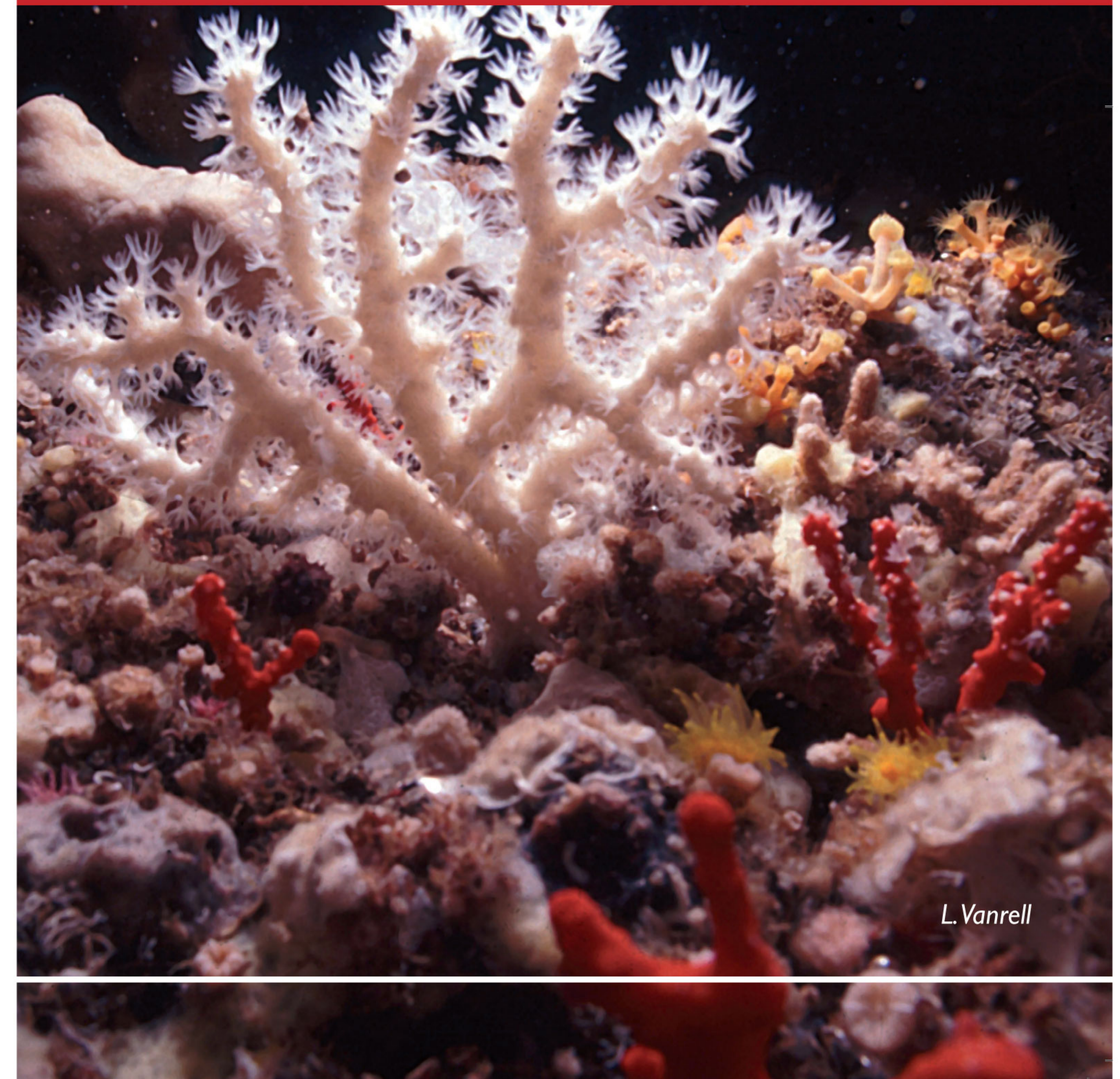
Regional Activity Centre For Specially Protected Areas  
**(RAC/SPA)**  
Boulevard du Leader Yasser Arafat  
B.P.337 - 1080 Tunis CEDEX - TUNISIA  
e-mail: car-asp@rac-spa.org

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



## **ACTION PLAN FOR THE CONSERVATION OF THE CORALLIGENOUS AND OTHER CALCAREOUS BIO-CONCRETIONS IN THE MEDITERRANEAN SEA**

## **PLAN D'ACTION POUR LA CONSERVATION DU CORALLIGÈNE ET DES AUTRES BIOCONSTRUCTIONS DE MEDITERRANEE**



L. Vanrell



*Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions in the mediterranean sea*



**ACTION PLAN FOR THE CONSERVATION OF  
THE CORALLIGENOUS AND OTHER  
CALCAREOUS BIO-CONCRETIONS IN THE  
MEDITERRANEAN SEA**



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 concerning the legal status of any State, Territory, city or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of their frontiers or boundaries.

©2008 United Nations Environment Programme(UNEP)  
Mediterranean Action Plan  
Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA)  
Boulevard du Leader Yasser Arafat  
BP 337 – 1080 Tunis Cedex – TUNISIA  
E-mail : [car-asp@rac-spa.org](mailto:car-asp@rac-spa.org)

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP-MAP-RAC/SPA would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source.

No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without permission in writing from UNEP-MAP-RAC/SPA.

For bibliographic purposes this volume may be cited as:

UNEP-MAP-RAC/SPA. 2008. Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions in the Mediterranean Sea. Ed. RAC/SPA, Tunis : 21 pp.

The draft version has been prepared for RAC/SPA, by:

Enric Ballesteros,  
Centre d'Estudis Avançats de Blanes–CSIC. Acc.  
Cala Sant Francesc 14.  
E-17300 Blanes, Girona, Spain  
Email : [kike@ceab.csic.es](mailto:kike@ceab.csic.es)

with contributions from Kerim Ben Mustapha, Ghazi Bitar, Rafel Coma, Joaquim Garrabou, Giuseppe Giaccone, Jean Georges Harmelin, Lucien Laubier; Cristina Linares, Alfonso Ramos and Leonardo Tunesi.

This document should not be considered as an official  
United Nations document.

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
I. CURRENT SITUATION OF CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES .....	5
I.1. Current knowledge .....	5
I.2. Distribution .....	5
I.3. Composition.....	6
II. DATA COLLECTION AND INVENTORIES .....	8
II.1. Specific inventories.....	8
II.2. Sites of particular interest .....	9
II.3. Specialized Institutions and researchers .....	10
III. MONITORING ACTIVITIES .....	10
III.1. Types of monitoring .....	11
III.2. Monitoring methods .....	11
IV. RESEARCH ACTIVITIES.....	13
IV.1. Taxonomy.....	13
IV.2. Long term evolution .....	14
IV.3. Functioning.....	14
V. CONSERVATION ACTIVITIES .....	15
V.1. Major Threats.....	15
V.1.1. Trawling.....	15
V.1.2. Artisanal and recreational fishing.....	16
V.1.3. Anchoring .....	16
V.1.4. Invasive species .....	17
V.1.5. Global warming.....	17
V.1.6. Waste water discharges .....	17
V.1.7. Aquaculture.....	17
V.1.8. Changes in land use and coastal infrastructure construction and urbanization .....	17
V.1.9. Recreational activities (excluding fishing).....	17
V.1.10. Mucilaginous and filamentous algal aggregates.....	17
V.2. Legislation and regulations .....	18
V.3. Creation of Marine Protected Areas .....	19
VI. COORDINATION OF THIS ACTION PLAN WITH OTHER TOOLS AND INITIATIVES .....	20
VII. TIMETABLE .....	21
VIII. REFERENCES .....	22



## FOREWORD

The Action plan for the protection of the coralligenous and others calcareous bio-concretion in the Mediterranean Sea follows a series of six Action plans adopted by the Mediterranean countries within the framework of the Barcelona Convention, devoted to the conservation of species or groups of species. These Action plans are:

- Action plan for the management of the Mediterranean monk seal.
- Action plan for the conservation of Mediterranean marine turtles.
- Action plan for the conservation of cetaceans in the Mediterranean Sea.
- Action plan for the conservation of the marine vegetation in the Mediterranean Sea
- Action plan for the conservation of bird species listed in Annex II of the Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean
- Action plan for the conservation of cartilaginous fishes (Chondrichthyan) in the Mediterranean Sea

Although they do not have a binding legal character, these Action plans were adopted by the Contracting Parties as regional strategies setting priorities and activities to be undertaken. In particular, they call for greater solidarity between the States of the region, and for co-ordination of efforts to protect the species in question. This approach has been proved to be necessary to ensure conservation and sustainable management of the concerned species in every Mediterranean area of their distribution.

This Action plan is the result of an adhoc meeting, organized in Tabarka (Tunisia), by RAC/SPA, during 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> May 2006. It focuses exclusively on coralligenous assemblages. Moreover calcareous assemblages such as *Dendropoma petraeum* rims and *Lithophyllum byssoides* “trottoirs” are already included in the Action plan for the Conservation of the Marine Vegetation and do not need further attention. Deep-water *Cystoseira* species, even if they have also been sometimes included or considered as special facies of coralligenous assemblages, they are also taken into account by the Marine Vegetation Action plan, and thus will not be considered here again. Maërl beds are in a very different situation, as they are calcareous formations, that even if they lack of a real calcareous framework, carbonate production is their main constitutive characteristic. Moreover, they are not usually considered in the Marine Vegetation Action plan and, at least in the Mediterranean, they thrive in the same places where coralligenous assemblages are found. Therefore, even if this Action plan is mainly devoted to the conservation of coralligenous assemblages, maërl beds will be included, not as a special facies of the coralligenous, but as carbonate environments also developing in dim light conditions and meriting almost the same conservation measures and management than coralligenous frameworks.

In this Action plan, the coralligenous is considered as a typical Mediterranean underwater seascape comprising coralline algal frameworks that grow in dim light conditions and in relatively calm waters (Ballesteros, 2006). Mediterranean maërl beds should be considered as sedimentary bottoms covered by a carpet of free-living calcareous algae (Corallinales or Peyssonneliaceae) also developing in dim light conditions.

## I. Current situation of coralligenous assemblages

### I.1. Current knowledge

Although there is a general knowledge on the composition and distribution of coralligenous assemblages and maërl beds there are several lacks. Regarding the distribution, coralligenous buildups seem to be common all around the Mediterranean coasts, even in the easternmost coasts (Bitar and Ramos, pers. comm.). However this is the picture at a large scale (in the order of hundreds of km) but what is really important is to know the distribution of coralligenous buildups at much smaller scales, which is important for an appropriate management of these structures. Regarding the composition of coralligenous and maërl assemblages, most of the information is based on data obtained in the northwestern Mediterranean, with also some data collected in southern Italy and the Alboran Sea. Therefore the available lists of species, as well as the main engineering species, are known from these areas, and they cannot be considered to be constant in the rest of the Mediterranean. However, nothing is known for sure.

In order to gather all the scientific information available, the first step of this Action plan would be to make a list of references dealing with coralligenous assemblages and maërl beds, with indication of the topics they cover (e.g. biodiversity and taxonomy, descriptive ecology, functional ecology, composition, environmental factors, cartography, conservation, disturbances).



L. Vanrell

### I.2. Distribution

One of the major gaps concerning the current state of knowledge of the coralligenous habitat and maërl beds is the absence of cartographical data. Some cartographical data have been published on given locations, such as the Banyuls sur Mer area (capes l'Abeille and Oullestreil), Medes Islands, Tabarca or Port-Cros. Geographical as well as depth distributional data are essential in order to know the real extent of these assemblages in the Mediterranean Sea as well as to implement appropriate



management measures to guarantee their conservation. In order to improve this situation the following actions are proposed:

- To compile all existing information at all levels and scales on the distribution of coralligenous assemblages and maërl beds. Besides easily available (published) information on the distribution of these assemblages in some MPAs (e.g. Ramos, 1985; Garcia Carrascosa, 1987; Gili & Ros, 1987; Templado & Calvo, 2002, Belsher *et al.*, 2005; Templado & Calvo, 2006), other unpublished reports gather a lot of information. Collaboration of MPAs managers is needed. Contacts with main marine agencies (e.g. IFREMER, IEO, ISPRA), universities and marine science research institutes are also suggested, as they have a lot of unpublished information regarding the distribution of coastal benthic communities. In Mediterranean countries lacking long-tradition marine science institutes, collaboration with fishermen and divers (professional/sport) can probably be the only information source.
- Punctual field missions have to be envisaged in potential places to host extensive and mostly unknown coralligenous assemblages and maërl beds. Eastern Mediterranean should be extensively scanned.

### 1.3. Composition

Coralligenous concretions are the result of the building activities of algal and animal builders and the physical as well as biological eroding processes. The final result is a very complex structure composed of several microhabitats. Environmental factors (i.e., light, water movement and sedimentation rates) can vary by orders of magnitude in parts of the same concretion situated very close to each other. This great environmental heterogeneity allows several different assemblages to coexist in a reduced space. Assemblages situated in open waters (from horizontal to almost vertical surfaces) can be easily distinguished from those situated in overhangs and cavities.

Algae usually dominate in horizontal to sub-horizontal surfaces although their abundance decreases with decreasing irradiance. Two main algal communities have been distinguished in the western Mediterranean: an assemblage dominated by *Halimeda tuna* and *Mesophyllum alternans* (*Lithophyllo-Halimedetum tunae*), thriving in relatively high light levels, and an assemblage dominated by encrusting corallines (*Lithophyllum frondosum*, *L. cabiochae*, *Neogoniolithon mamillosum*) and *Peyssonnelia rosa-marina* (*Rodriguezelletum strafforelloi*), and receiving low light levels. Animal assemblages can greatly differ according to light levels reaching the coralligenous outcrop but also according to current intensity, sedimentation rates and geographical areas. In the richest, relatively more eutrophic zones, with rather constant and low water temperature, gorgonians usually dominate the community, but they are completely absent or rare in the more oligotrophic or low-current areas with rather high or seasonally variable temperature, being replaced by poriferans, bryozoans or ascidians.

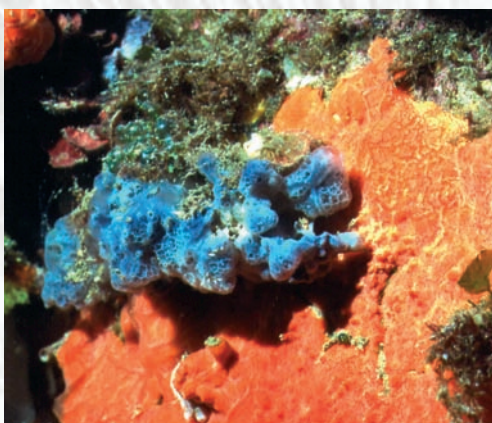
Maërl beds are also very diverse. Even if corallines are the main constituents (*Spongites fruticulosus*, *Lithothamnion corallioides*, *Phymatolithon calcareum*, *Lithothamnion valens*, *Lithothamnion minervae*, *Litophyllum racemus*, *Lithophyllum frondosum*, and others), *Peyssonnelia* species (mainly *Peyssonnelia rosa-marina*) can also be very important. The cover of erect algae depends on each particular site, displaying several facies (*Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*, Kallymeniales, *Laminaria rodriguezii*). Ascidians can also constitute facies and, in some cases, gorgonians and/or bryozoans can be relatively abundant.

The group of experts in Tabarka suggested using the Reference List of Habitat types appearing in the Standard Data Entry Form (SDF) for National Inventories when looking for the composition of coralligenous assemblages.

The suggestion when describing the composition of the coralligenous assemblages or the maërl beds would be to make these descriptions as accurate as possible, introducing the names of the main species of algae involved in the construction of the algal framework or being the dominant species in the maërl beds, together with the erect algae and invertebrates that are more conspicuous. Probably, the best way to do it would be listing the species in situ by trained biologists, quantified following the Braun-Blanquet (1979) methodology (Cebrian & Ballesteros, 2004). Alternatively, the algal assemblage can be identified considering the two main associations described for the coralligenous assemblages, which are the *Lithophyllo-Halimmedetum tunae* and the *Rodriguezelletum straforelloi*, and the names of the most prominent sponges, cnidarians or bryozoans. In maërl beds, description is also possible naming the main maërl species and erect algae, as well as the main macroinvertebrates.

Main algal builders to be distinguished are:

- *Mesophyllum alternans*
- *Mesophyllum expansum*
- *Lithophyllum frondosum* (= *L. stictaeforme*)
- *Lithophyllum cabiochae*
- *Neogoniolithon mamillosum*
- *Peyssonnelia rosa-marina*
- *Lithothamnion philippii*
- *Spongites fruticulosus*
- *Lithothamnion corallioides*
- *Lithothamnion valens*
- *Lithothamnion minervae*
- *Lithophyllum racemus*
- *Phymatolithon calcareum*



CAR/ASP

Main algae and invertebrates that can make facies are, at least, in the western Mediterranean:

#### Algae:

- *Halimeda tuna*
- *Flabellia petiolata*
- *Laminaria rodriguezii*
- *Phyllariopsis brevipes*
- Laminar Red Algae
- *Spongia agaricina*
- *Axinella polyoides*
- *Hexadella racovitzae*
- *Aplysina cavernicola*
- *Agelas oroides*
- Massive sponges (*Faciospongia* spp., *Cacospongia* spp., Ircinidae, Geodididae)
- *Spirastrella cunctatrix*
- *Eunicella cavolinii*
- *Eunicella singularis*

#### Invertebrates:

- *Paramuricea clavata*
- *Alcyonium acaule*
- *Corallium rubrum*
- *Leptopsammia pruvoti*
- *Parazoanthus axinellae*
- Large bryozoans (*Hornera frondiculata*, *Pentapora fascialis*)
- Encrusting bryozoans (*Schizomavella* spp., *Parasmittina* spp.)
- Big ascidians

Other facies can also be found.





## II. Data collection and inventories

### II. I. Specific inventories

The coralligenous habitat includes several assemblages due to its great heterogeneity. There is a small-scale variation in environmental factors throughout the coralligenous outcrops that determine different micro-habitats containing different species. In the surface of coralligenous outcrops, coralline algae usually dominate, together with a variable amount of erect algae and of suspension-feeders. Holes and cavities within the coralligenous structure sustain complex communities without algae and dominated by suspension-feeders. Small crevices and interstices are inhabited by a diverse endofauna, while many vagile species swarm everywhere, thriving also in the small patches of sediment retained by the framework. One of the consequences of this great environmental heterogeneity is the presence of a high biodiversity and a wide array of organisms in each coralligenous outcrop.

Maërl beds are considerably less complex than coralligenous outcrops although they have some epiflora and epifauna that are more related to plants and animals usually found in rocky substrata, but also they harbour typically invertebrates from sedimentary bottoms.

A considerable amount of research has been done on the biodiversity hosted by coralligenous frameworks. Ballesteros (2006) estimates a preliminary account of up to 1666 species at the scale of the Mediterranean Sea that have been reported from these frameworks. However these estimates are far from real and it is, thus, necessary to make a reference list of species that are found in coralligenous outcrops. It is also necessary to evaluate the total number of species of some relatively well known locations, as well as the level of species similarity between these locations in order to have an idea of the amount of large scale variability. The same kind of work has to be done for maërl beds.



L. Vanrell

There are several ways to proceed in order to obtain this list. We propose the following way:

- 1 To make preliminary lists (global and local scales) considering data obtained after consulting the available literature.
- 2 To circulate the resulting lists amongst specialists of each taxonomic group, who may increase the lists according to the more specific taxonomic literature and his own expertise.
- 3 To compile all the information giving the final species lists.

These lists should contain other interesting information such as:

- Precedence of the citations (bibliography/taxonomist) to check the original source.
- Geographical area.
- Abundance (e.g. very abundant, abundant, common, rare, accidental).
- Fidelity to coralligenous outcrops (e.g. exclusive characteristics, elective characteristics, preferential characteristics, indifferent, accidental) (see Pérès & Picard, 1964; Cormaci *et al.*, 2004).

Another interesting issue is the collection of new data. Several methodologies have been used in sampling rocky benthic systems and maërl beds (e.g. Bianchi *et al.*, 2004) and all of them present advantages and disadvantages. Moreover, suitability of each sampling method depends on the purposes of the study and on the taxonomic group considered.

As no sampling methodology can be universally accepted, when making new inventories it is recommended to:

- Use quantitative or semi-quantitative surveys instead of qualitative surveys wherever possible.
- Clearly state the sampling and quantification methodology, including the period of the year, in order that it could be repeated in the future by independent teams for further comparison of data.
- Samples have to be geographically positioned in the most accurate way.
- Sampling has to be representative. Therefore, sampling areas should be larger than minimal sampling areas. It has to be noted that different taxonomic groups must be sampled using completely different representative areas.

## **II.2. Sites of particular interest**

The coralligenous and maërl being communities thriving in deep waters it is impossible to have an appropriate cover of all the sites. Thus, it is recommended that inventories and monitoring be performed in sites of particular interest. These sites have to be selected according to previous information on the extension and ecological quality of coralligenous and maërl communities.

Amongst the criteria to be used in this selection, it is recommended the following ones:

- Existence of previous information on coralligenous assemblages or maërl beds at the site or, if there is no available information at all, sea bottom geomorphological features suitable for the development of coralligenous frameworks and/or rhodolites.
- Representativity of the coralligenous assemblages/maërl beds at a wide geographical area, whenever it is possible, according to present knowledge.
- Existence of control and/or management of anthropic activities at the site. In this sense, marine protected areas are suitable places to be selected.



- Especially healthy coralligenous and maërl communities are worth to be selected as reference points.
- Coralligenous communities and maërl beds under clearly recognisable direct or indirect anthropogenic disturbances are worth to be selected in order to assess the impact of these disturbances.



J.G. Harmelin

### II.3. Specialized Institutions and researchers

A data base including specialists working in the coralligenous/maërl environments should be obtained. Every specialist should be identified by:

Fields of knowledge:

- Taxonomy, with indication of the group/groups of expertise
- Environmental factors
- Descriptive ecology
- Functional ecology
- Conservation
- Cartography
- Management

### III. Monitoring activities

Even if changes in coralligenous/maërl communities proceed very slowly (Garrabou *et al.*, 2002), at least in the absence of punctual catastrophic disturbances, the study of their dynamics in the long term is of great interest to explain their formation and to foresee their evolution, both naturally or when affected by a disturbance. Thus, monitoring is necessary to understand long-term dynamics and changes in the communities as well as the success in the implementation of management measures.

### III.1. Types of monitoring

Monitoring should be addressed to answer questions concerning (1) the changes through time in the composition of coralligenous/maërl assemblages, (2) the viability of the populations of plants and animals thriving in these assemblages *per se* or (3) subjected to natural or anthropogenic disturbances, or (4) the selection of species that can be used as bioindicators. Every type of monitoring needs different methodological approaches.

### III.2. Monitoring methods

Monitoring methodologies change according to the objectives of each study. A comprehensive summary can be found in Bianchi *et al.* (2004). Several important limitations are however present when working in coralligenous/maërl assemblages due to the usual deep water environment where diving is performed: time restrictions are severe due to long decompression times and diver performance outstandingly decrease due to nitrogen narcosis (Tetzaff & Thorsen, 2005; Germonpre, 2006). Another problem is the high small scale heterogeneity of coralligenous outcrops which implies a large sampling area to be representative (Ballesteros, 2006). Also, the high medium to large scale heterogeneity makes it difficult comparison among sites. However, the low dynamic of coralligenous assemblages (Garrabou *et al.*, 2002) allows sampling periodicity to be low in long-term studies.

For practical purposes, and when describing assemblages, semi-quantitative evaluations are the most rapid methodology usually providing enough information for a rough characterisation of the assemblages. Coverages or abundances can be easily estimated by indices in a scale of 3 to 6 values. We recommend the use of phytosociological indices (Braun Blanquet, 1979; Cormaci *et al.*, 2004), which can be adequately transformed and used in further statistical ordination analysis.

However, monitoring usually needs the collection of precise quantitative data (e.g. densities, sizes, coverages). Both destructive and non-destructive methodologies are usually used. Destructive methodologies imply the collection of all organisms in an area by scraping a determined surface with a hammer and a chisel, sometimes with the help of a suction sampler (Boudouresque, 1971). This technique, feasible for punctual comparisons, offers excellent results for the flora and sedentary fauna. However it has the drawback of being destructive and, thus, it is not desirable for long term periodical monitorings. Two main methodologies are currently used in non destructive monitoring: photographic sampling and quadrats. Both of them do not require the removal of organisms and, as such, they are very suitable for long-term monitoring.

Photographic procedures consist in the photographic sampling of a defined area, previously delimited in periodical monitorings. Macro-lenses can be used to cover small areas (i.e. 400 cm<sup>2</sup>) and wide-angle lenses are better used to cover areas of up to 1 m<sup>2</sup>. However, with the introduction of digital cameras, with zoom lenses and auto-focusing, cover areas can be easily changed, even underwater. The use of external strobes greatly increases image quality. Photographs allow the estimation of species densities and abundances (cover) which can also be used to obtain data on community structure. Photographs repeated at regular time intervals in fixed sites allow the collection of information on population dynamics and demography of fauna and flora (Garrabou, 1998, 1999; Garrabou & Ballesteros, 2000; Garrabou & Zabala, 2001). Photography also allows the



collection of a great number of samples (photographs) in a reduced period of time, excelling in the ratio between obtained information and diving time. The decrease in diver performance with depth due to nitrogen narcosis and the resulting lack of accuracy of measures is also greatly avoided. However, an important drawback in photography is that whilst it performs very well in 2D organisms and structures, its application in 3D organisms (e.g. gorgonians, some sponges and bryozoans) is far much complicated and usually lacks of enough accuracy.



P. Sanchez

Quadrats, situated along a transect or haphazardly sampled, are largely used in benthos studies, both in benthic surveys and monitorings. In coralligenous assemblages they have been mainly used to estimate demographic parameters and to study the short and long term changes in gorgonian populations (e.g. Harmelin & Marinopoulos, 1994; Coma *et al.*, 2004; Linares *et al.*, 2005; Linares *et al.*, *in press*). Quadrats can be portable or can be permanent and fixed in the sea bottom by lines, following a transect. The size of the quadrat changes according to the objectives of the monitoring. Half to one square meter frames are recommended to monitor abundant large-sized organisms growing in coralligenous assemblages. Permanent quadrats are very useful to study the demography of the main species and the dynamics of the entire community, whilst non permanent quadrats are useful to study changes in sizes or abundances of one to several species. Quantification can easily be performed by individual counting (density measurements) in entire quadrats (e.g. Coma *et al.*, 2006). Quadrats can be subdivided into grids of smaller quadrats and this allows divers to estimate abundances in percentage cover (e.g. Fraschetti *et al.*, 2001), or frequency evaluations (number of sub-quadrats where a species is present; Sala & Ballesteros, 1997).

Monitoring of individuals/colonies is easily performed when a site is selected, all individuals mapped and/or tagged and identified by a numbered code to facilitate its re-identification (e.g. Ballesteros, 1991; Linares *et al.*, 2005). These permanent sites can be partitioned in quadrats of 10x10 to 50x50 cm (according to the size and distribution of monitored individuals) to facilitate mapping. The corners of



each quadrat can be marked using PVC screws or steel climbing parabolas fixed to the substratum by putty (e.g. Linares *et al.*, 2005).

Monitoring of some environmental variables is also needed if we want to relate changes in the coralligenous/maërl assemblages with disturbances. Amongst the most important variables to be monitored are: water temperature, sedimentation rates, nutrient concentration in seawater, particulate organic matter and water transparency.

A specific workshop should be carried out including most specialists currently working in the monitoring of coralligenous/maërl assemblages. Even if it is difficult amongst scientists to propose common standard methods for monitoring, it is always useful to make this kind of workshops in order to know which are the methodologies that are being used and try to adopt techniques that at least can be compared or intercalibrated. Main targets of this workshop should be devoted to methodologies addressed to:

- 1 Large scale comparison of assemblages.
- 2 Medium to long-term changes in assemblage composition and species abundances.
- 3 Monitoring of engineering species (corallines, main algal stands, gorgonians, engineering bryozoans, main sponges).
- 4 Monitoring of vagile species (fish, decapods, gastropods).
- 5 Growth and erosion rates in coralligenous/maërl assemblages.
- 6 Impact of main disturbances affecting coralligenous/maërl assemblages (trawling, mortality events, degradation by waste water, diving activities, invasive species, artisanal fishing, silting).

## IV. Research activities

### IV.1. Taxonomy

Coralligenous/maërl assemblages probably are two of the most important hot-spots of species diversity in the Mediterranean, together with *Posidonia oceanica* meadows (Ballesteros, 2006 ; BIOMAERL team, 2003). In comparison to the large amount of literature devoted to the study of *Posidonia oceanica* meadows, studies devoted to strengthen the knowledge of coralligenous/maërl biodiversity are very scarce. Therefore, due to the rich fauna, high heterogeneity at all scales, and complex structure of coralligenous/maërl assemblages, together with the paucity of studies dealing with coralligenous/maërl biodiversity, it can be assumed that at least coralligenous assemblages harbour more species than any other Mediterranean community. The check-list proposed in the second chapter of this Action plan will probably mention all the species found to date in coralligenous/maërl communities. However research in taxonomy is also needed as a large amount of taxonomic groups absolutely lack not only of a comprehensive study but almost any study dealing with species which can be found in coralligenous outcrops or maërl beds.

Taking into account the current knowledge of biodiversity in coralligenous/maërl communities (Ballesteros, 2006), the following taxonomic groups need an important investment in research:

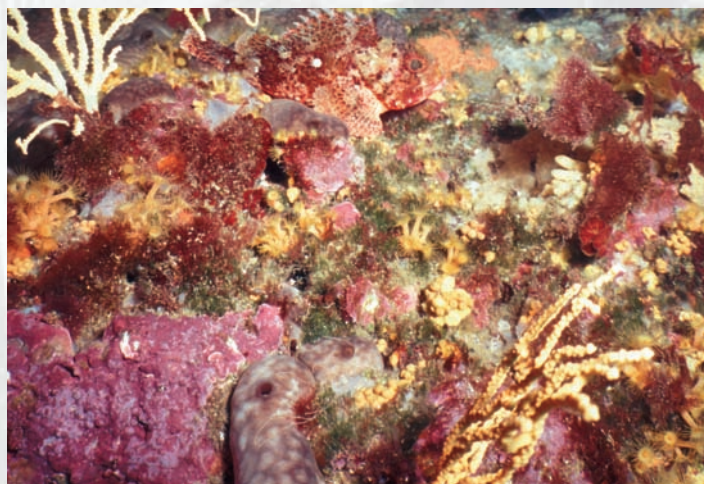


- Copepods
- Cumaceans
- Isopods
- Molluscs
- Mysids
- Nematods
- Nemerteans
- Ostracods
- Phyllocarids
- Polychaeta
- Pycnogonids
- Tanaidaceans

Further research in other groups is also acknowledged as it will surely provide new reports of species for coralligenous outcrops and maërl beds.

#### **IV.2. Long term evolution**

Processes taking place in coralligenous communities usually proceed very slowly (Garrabou *et al.*, 2002). Functioning of outstanding and key species also show low growth rates and low population dynamics (see review in Ballesteros, 2006). Therefore, even if some of the patterns and processes that have been described so far occur in short time periods (e.g. mortality events; Cerrano *et al.*, 2000; Garrabou *et al.*, 2001), evolution of coralligenous can only be understood from a long-term perspective. Maërl beds are even less known as there are no comprehensive revisions in this subject regarding Mediterranean rhodolites.



A. Bouajina

Monitored sites are recommended to be visited once a year. Even if seasonality in coralligenous/maërl communities is not as important as it is in shallower environments (Ballesteros, 2006), the monitoring is recommended to be always performed at the same period of the year in order to facilitate comparisons between years and sites. Summer and the beginning of autumn (July-October) is the best time period to undertake the surveys because diving in deep waters is more secure.



Sites should be selected according to (1) their representativeness at a large geographical scale, (2) their accessibility and (3) the logistical facilities that may contribute to guarantee the monitoring. Selection of reference sites are crucial to monitoring specifically addressed to determine the response of assemblages to particular disturbances.

The monitoring should be designed to be as simple as possible. No standard methods have been proposed and no environmental or ecological quality indexes have been established. A specific methodology for long term studies devoted to look for the evolution of coralligenous/maërl communities can be suggested in the workshop to be conducted for monitoring activities.

### IV.3. Functioning

Special care is to be taken for the study of the functioning of particular associations and species. Specifically, long-lived plants and animals that usually are the engineering species of the coralligenous or the most abundant calcareous algae in maërl beds, need a detailed knowledge of their growth, demographic patterns, vulnerability to disturbances and recovery capacities. RAC/SPA should encourage these studies. Kinds of studies that merit specific attention are:

- Environmental factors and biological processes that determine specific composition and structure of coralligenous/maërl communities.
- Age determination and growth history of coralligenous concretions and maërl rhodolits.
- Growth requirements carbonate production rates, erosion rates, competence studies in corallines and *Peyssonnelia rosa-marina*. Effects of sewage and silting on these processes.
- Importance of excavating sponges, bivalves and annelids to the bioerosion of the coralligenous/maërl rhodolits. Differences between currently growing and subfossil coralligenous outcrops. Effects of sewage and silting in bioerosion rates.
- Effects of invasive algal species in coralligenous outcrops and maërl beds: changes in biodiversity, functional structure and long term dynamics of populations and communities.
- Growth rates, ecophysiological features of structurally important soft algae: *Peyssonnelia* spp., *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna*, *Phyllariopsis brevipes*, *Laminaria rodriguezii*, *Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*.
- Contribution of bryozoans to coralligenous outcrops. Growth rates and carbonate production.
- Population dynamics of gorgonians and alcyonarians (*Paramuricea clavata*, *Corallium rubrum*, *Eunicella cavolinii*, *Alcyonium acaule* and others). Factors triggering mortality events. Species-specific responses and adaptations to stress and disturbances.
- Growth and population dynamics of specially relevant massive sponges (e.g. *Axinella polypoides*, *Axinella verrucosa*, *Spongia agaricina*, *Spongia officinalis*). Factors triggering mortality events.
- Growth and population dynamics of specially relevant massive ascidians (e.g. *Halocynthia papillosa*, *Pseudodistoma cyrnusense*, *Phallusia fumigata*, *Microcosmus* spp., *Aplidium* spp.). Factors triggering mortality events.
- Dispersion of species/populations and genetic fluxes between populations at the Mediterranean basin level.
- Development of physiological markers providing information about population health in response to different kinds of disturbances.





## V. Conservation activities

### V.1. Major Threats

Major threats affecting coralligenous/maërl communities roughly coincide with threats affecting Mediterranean marine biodiversity and are listed in the Strategic Action Programme for the Conservation of Biological Diversity (SAP BIO). However, due to its special habitat and features, not all the threats listed in the SAP BIO affect coralligenous/maërl communities, but some of them are specially relevant. It follows a brief description of the main threats.

#### V.1.1. Trawling


Trawling is probably the most destructive impact currently affecting coralligenous communities. Trawling is also completely destructive in maërl beds, being the main cause of maërl disappearance in large Mediterranean areas. The action of trawling gear over coralligenous/maërl assemblages leads to the death of most engineering, dominant and builder species, completely changing the environmental conditions of the coralligenous microhabitats and from the maërl environment. As most of these species are particularly long-lived, have low recruitment and complex demographic patterns, destruction of the coralligenous/maërl structure is critical as their recovery will probably take several decades or even centuries. Trawling has also a great impact on target species that, although not as vulnerable as most suspension feeders, they also suffer from this indiscriminate method of fishing. Finally, even the performance of trawling close to coralligenous outcrops or maërl beds affects negatively to algal growth and suspension-feeding due to an increase in turbidity and sedimentation.



CAR/ASP

#### V.1.2. Artisanal and recreational fishing

Certain fishes, mainly elasmobranchs, are severely decimated by artisanal fishing practices when fishing pressure is outstanding. This is the case, for example, of several small sharks such as *Scyliorhinus stellaris*, *Mustelus* spp. or *Squalus* spp. In several places, other species such as groupers and lobsters need the implementation of adequate fishery management.



Special care has to be taken with the commercial exploitation of red coral (*Corallium rubrum*), whose stocks have strongly declined in most areas. Adequate management of this extremely valuable and long-lived species is necessary. It is also important to remember that trammel nets and even nylon threads can exert an important impact on gorgonians and other erect species (e.g. *Laminaria rodriguezii*, *Axinella* spp., *Hornera frondiculata*) (Tunesi et al., 1991).

### **V.1.3. Anchoring**

Anchoring has a very severe impact in coralligenous concretions, as most of the engineering organisms are very fragile and are easily detached or broken by anchors and chains. Coralligenous concretions of frequently visited sites by recreational fishing or diving activities are degraded by the destructive potential of anchors.

### **V.1.4. Invasive species**

There is an absolute lack of knowledge on the effects that lessepsian species have on coralligenous/maërl communities in the Eastern Mediterranean. Currently, at least three algal species are threatening coralligenous/maërl communities in the Western Mediterranean: *Womersleyella setacea*, *Acrothamnion preissii*, *Caulerpa racemosa* v. *cylindracea* and *Caulerpa taxifolia*. All of them are only invasive in relatively shallow water coralligenous outcrops and maërl beds (until 60 m), where irradiance levels are sufficient to permit their growth. However, they are especially dangerous, because they completely cover the basal stratum of encrusting corallines and increase sedimentation rates which lead to a total shut down of coralligenous growth or the survival of rhodolites.

### **V.1.5. Global warming**

Anomalous high water temperatures seem to trigger large scale mortalities of several suspension feeders growing in coralligenous assemblages (Cerrano et al., 2000; Pérez et al., 2000). Thus, it is expected that if the current pattern of global warming continues, it will surely affect more frequently the populations of gorgonians and sponges thriving in coralligenous communities situated above the summer level of the thermocline, leading to their eventual total demise.

### **V.1.6. Waste water discharges**

Waste waters profoundly affect the structure of coralligenous communities by inhibiting coralline algal growth, increasing bioerosion rates, decreasing species richness and densities of the largest individuals of the epifauna, eliminating some taxonomical groups and increasing the abundance of highly tolerant species (Hong, 1980, 1982; Cormaci et al., 1985; Ballesteros, 2006). Although no information is available on the impact of eutrophication in Mediterranean maërl beds, the effects must be similar to those reported for coralligenous concretions.

### **V.1.7. Aquaculture**

Although there are no studies on the impact of aquaculture facilities situated over or at the proximity of coralligenous outcrops, nor maërl beds, their effects should match those produced by waste water dumping.



### **V.1.8. Changes in land use and coastal infrastructure construction and urbanization**

Most anthropogenic changes in coastal areas or at their vicinity involve an increase in water turbidity and/or sediment removal that affect coralligenous/maërl communities.

### **V.1.9. Recreational activities (excluding fishing)**

Uncontrolled or over-frequentation of divers in coralligenous communities has been described to produce an important effect over certain large or fragile suspension feeders inhabiting coralligenous communities (Sala *et al.*, 1996; Garrabou *et al.*, 1998; Coma *et al.*, 2004; Linares, 2006).

### **V.1.10. Mucilaginous and filamentous algal aggregates**


Blooms of mucilaginous and filamentous algal aggregates can cause severe damage over erect suspension feeders (mainly gorgonians). These blooms are still not well understood but they are apparently caused by eutrophication.



L. Vanrell

## **V.2. Legislation and regulations**

Coralligenous/maërl assemblages should be granted legal protection at the same level as *Posidonia oceanica* meadows. A first step would be the inclusion of coralligenous concretions and maërl beds as a priority natural habitat type in the EU Habitats Directive (92/43/EEC), which would enable EEC countries to undertake surveillance of the conservation status of coralligenous/maërl assemblages and also to set an ecological network of areas of conservation (LICs/ZECs) hosting coralligenous/maërl assemblages, which would ensure their conservation or restoration at a favourable conservation status. Although *Phymatolithon calcareum* and *Lithothamnion corallioides* are present in the Annex V of the Habitats Directive and as such they should be provided by management measures in case of exploitation (which is never the case in the Mediterranean), there is no specific protection for maërl beds. Similar actions should be encouraged in non-EEC countries through the existing tools of the Barcelona Convention.



Regarding again European countries, recently (21 December 2006), it was published a Council Regulation (EC) No 1967/2006 concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea, amending Regulation (EEC) No 2847/93 and repealing Regulation (EC) No 1626/94 which states that **“Fishing trawl nets, dredges, shore seines or similar nets above coralligenous habitats and maërl beds shall be prohibited”** (Article 4.2) and that this prohibition **“shall apply to all Natura 2006 sites, all special protected areas and all specially protected areas of Mediterranean interest (SPAMI) which have been designated for the purpose of the conservation of these habitats under either Directive 92/43/EEC or Decision 1999/800/EEC”** (Article 4.4).

National legislation for the protection of coralligenous assemblages is recommended to be promulgated as soon as possible.

Engineering and endangered species developing in coralligenous assemblages should get legal protection in order to control and, if necessary, to prohibit any type of destruction or disturbance of these species. Appropriate, scientifically-based, management plans have to be implemented for the exploitation of natural resources (e.g. fish, crustaceans, red coral, commercial sponges).

Anthropogenic activities being performed in or at the vicinity of coralligenous/maërl assemblages should be regulated in order to decrease the level of impact compatible with the sustainability of the assemblages and their populations. Specific measures aimed at protecting the coralligenous/maërl environments might include the following (Ballesteros, 2006):

- 1 Waste water dumping should be banned over coralligenous/maërl bottoms, and in their vicinity.
- 2 Trawling must be completely prohibited in areas with maërl beds and coralligenous outcrops and in their vicinity, the aim being to avoid not only the physical damage caused by trawling over coralligenous/maërl assemblages but also the indirect effects due to increased turbidity and silting.
- 3 Any other anthropogenic activity involving an increase in water turbidity and/or sediment removal (e.g. coastline modification, beach regeneration, dredging, aquaculture projects) should be avoided in the vicinity of coralligenous outcrops or maërl beds.
- 4 Correct management of traditional and recreational fisheries must be implemented in order to prevent stock depletion of target fish and invertebrates. Fishing nets have to be avoided in places with populations of long-lived erect invertebrates (e.g. gorgonians, some sponges) and algae (e.g. *Laminaria rodriguezii*).
- 5 The impact of diving must be compatible with the normal functioning and conservation of the coralligenous environment and their species.
- 6 The enactment of suitable legislation concerning the introduction of alien species is urgently needed.

Guidelines for the assessment of environmental impact on coralligenous/maërl assemblages will have to be elaborated.



### V.3. Creation of Marine Protected Areas

Most present Mediterranean MPAs are devoted to protect *Posidonia oceanica* meadows and other shallow water assemblages, in such a way that the percentage of coralligenous/maërl habitat currently protected in the Mediterranean is extremely low. Thus, it is necessary to establish marine protected areas (MPA) in order to protect representative coralligenous/maërl assemblages by applying the protection and management measures recommended by Articles 6 and 7 of the SPA/BD protocol. In fact, MPAs have to be established taking into account the seascape diversity and trying to include places with several relevant assemblages, as has been already applied in the creation and zonation of some MPAs (Villa et al., 2002; Di Nora et al., 2007).

Countries have to identify and cartography as soon as possible sea bottoms covered by coralligenous outcrops and maërl beds in order to design a network of MPAs that enables the protection of coralligenous/maërl assemblages.



G. Pergent

Seamounts situated far away from the coastline deserve special attention due to its isolated geographical position and, usually, lack of knowledge. In particular the following areas are of regional (Mediterranean) interest:



Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions in the Mediterranean sea

- Alboran Sea (Spain, Morocco)
- North and West coasts of Eivissa (Spain)
- North Minorca and the channel between Minorca and Mallorca (Spain)
- Banc Emile Baudot, south of Cabrera (Spain)
- Banks from South East Iberian peninsula: from Palos to San Antonio cape (Spain)
- Marseilles region (France)
- Western coast of Corsica (France)
- Northwestern coast of Sardinia (Italy)
- Strait of Messina (Italy)
- Isole Eoli and Ustica (Italy)
- Isole Pelagie (Italy)
- Sicily channel (Italy)
- Puglia coast (Italy)
- Hallouf bank (Tunisia)
- Algerian coast (Algeria)
- Cyclades islands (Greece)

Those Mediterranean MPAs, which contain coralligenous/maërl assemblages and for which management and monitoring plans have not yet been developed and implemented, must be provided with such plans as soon as possible.

## VI. Coordination of this Action plan with other tools and initiatives

The Standard Data Form (SDF), developed by RAC/SPA, can be used to identify potentially good sites for the establishment of MPAs devoted to protect coralligenous/maërl assemblages.

However the SDF is not appropriate to be used in the monitoring of coralligenous/maërl assemblages since it has been designed for the inventory of sites and habitats but not for an accurate assessment of multi-species population densities and their evolution. Annex B (habitat types) from the SDF should be slightly modified in the point IV.3.1 (Coralligenous biocenosis), according to current knowledge. Species appearing in annex C should be slightly enlarged in order to include several engineering coralligenous species according to the adopted criteria for amendments of the Annexes (II & III) of the Protocol SPA-BD.

This Action plan for the Conservation of Coralligenous and maërl assemblages should be included in the Action plan for the Conservation of Marine Vegetation (MVAP). Even if the MVAP concerns plant dominated assemblages, it doesn't exclude animal assemblages and most of the priorities at national and regional levels as well as some of the objectives are nearly the same.

MPAs classified as SPAMIs and containing coralligenous/maërl assemblages inside their protected areas should develop management and protection plans to ensure their conservation.



## Timetable

Taking into consideration all the observations stated above, the following actions can be considered:

Action	Time	who
Definition of what assemblages are to be included in this Action plan: Coralligenous frameworks and maërl beds or circalittoral rocky bottom communities?	As soon as possible	RAC/SPA & Partners
To provide a check list of all the species that are able to thrive in coralligenous/maërl communities using published literature, unpublished reports and expert assessment. Species names (with authorities), citations, geo-referenced localities, abundances, and habitat features have to be included. This check-list has to be designed as a data base with an incorporated GIS.	1 year from adoption	RAC/SPA & Partners
To create a website as a part of the Mediterranean CHM on marine & coastal biodiversity to help in the taxonomical identification of the main species thriving in coralligenous/maërl assemblages, including : A bibliographic data base with all the information concerning coralligenous/maërl assemblages with indication of the topics they cover (e.g. biodiversity and taxonomy, descriptive ecology, functional ecology, composition, environmental factors, cartography, conservation, disturbances). A data base on coralligenous/maërl assemblages. Directory of <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxonomists that could provide information on species thriving in coralligenous/maërl assemblages.</li> <li>• Scientists currently working in the coralligenous/maërl environment.</li> <li>• Research institutions</li> </ul>	Ongoing	RAC/SPA
To propose standard methodologies for the inventory and monitoring of coralligenous/maërl communities and their main species.	2 years from adoption	RAC/SPA & Partners
To support and/or encourage field missions devoted to increase the knowledge on the distribution, cartography and biodiversity of coralligenous/maërl assemblages. Special attention is to be paid in the Eastern Mediterranean and North of Africa.	Ongoing	RAC/SPA & Contracting Parties
To provide a geo-referenced list of all the sites known to harbour coralligenous/maërl communities, with indication of depth intervals and (if possible) coralligenous/maërl facies or more conspicuous species.	2 years from adoption	RAC/SPA
To propose the creation of MPAs in areas harbouring well developed coralligenous outcrops or maërl beds.	3 years from adoption	Contracting Parties
Organisation of a periodical Workshop devoted to coralligenous concretions and maërl beds (back to back with the symposium on marine vegetation)	Each 3 years	RAC/SPA
Organisation of practical training workshops in order to acquire good taxonomical skills and to learn monitoring methodologies.	As needed	RAC/SPA
To support and/or encourage taxonomic work to be made in some specially unknown groups.	Ongoing	RAC/SPA & Contracting Parties
To support and/or encourage scientific studies devoted to increase the knowledge on the functioning of coralligenous outcrops/maërl beds.	Ongoing	RAC/SPA & Contracting Parties
To promote the conservation of coralligenous/maërl assemblages	Ongoing	Contracting Parties
To foster the conservation of coralligenous/maërl assemblages situated in international waters (e.g. Alboran Sea, Sicily Channel).	4 years from adoption	RAC/SPA & Parties

## VII. References

- Ballesteros, E. 1991. Seasonality of growth and production of a deep-water population of *Halimeda tuna* (Chlorophyceae, Caulerpaceae) in the North-western Mediterranean. *Botanica Marina* 34: 291-301.
- Ballesteros, E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 44: 123-195.
- Belsher, T., Houlgatte, E., Boudouresque, C.F. 2005. Cartographie de la prairie à *Posidonia oceanica* et des principaux faciès sédimentaires marins du Parc National de Port-Cros (Var, France, Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park* 21: 19-28.
- 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. *Biol. Mar. Medit.* 11 (suppl. 1): 185-215.
- BIOMAERL Team, 2003. Conservation and management of Northeast Atlantic and Mediterranean Maerl Beds. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 13 (suppl. 1): 65-76.
- Boudouresque, C.F. 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys* 3: 79-104.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Blume. Madrid.
- Cebrian, E., Ballesteros, E. 2004. Zonation patterns of benthic communities in an upwelling area from the western Mediterranean (La Herradura, Alboran Sea). *Sci. Mar.* 68: 69-84.
- Cerrano, C., Bavestrello, G., Bianchi, C.N., Cattaneo-Vietti, R., Bava, S., Morganti, C., Morri, C., Picco, P., Sara, G., Schiaparelli, S., Siccardi, A., Sponga, F. 2000. A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (NW Mediterranean), summer 1999. *Ecol. Lett.* 3: 284-293.
- Coma, R., Linares, C., Ribes, M., Díaz, D., Garrabou, J., Ballesteros, E. 2006. Consequences of a mass mortality in populations of *Eunicella singularis* (Cnidaria: Octocorallia) in Menorca (NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 327: 51-60.
- Coma, R., Polà, E., Ribes, M., Zabala, M. 2004. Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. unprotected areas. *Ecol. Appl.* 14: 1466-1478.
- Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. 2004. Macrophytobenthos. *Biol. Mar. Medit.* 11(suppl. 1): 217-246.
- Cormaci, M., Furnari, G., Scamacca, B. 1985. Osservazioni sulle fitocenosi bentoniche del golfo di Augusta (Siracusa). *Bollettino dell'Accademia Gioenia Scienze Naturali* 18: 851-872.
- Di Nora, T., Agnesi, S., Tunesi, L. 2007. Planning of marine protected areas: useful elements to identify the most relevant scuba-diving sites. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 38.
- 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.





- García-Carrascosa, A.M. 1987. El bentos de los alrededores de las Islas Columbretes. Elementos para su cartografía bentónica. In: *Islas Columbretes: Contribución al estudio de su medio natural*. L.A. Alonso, J.L. Carretero & A.M. García-Carrascosa (coords.). COPUT, Generalitat Valenciana, Valencia: 477-507.
- Garrabou, J. 1998. Applying a Geographical Information System (GIS) to the study of growth of benthic clonal organisms. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 173: 227-235.
- Garrabou, J. 1999. Life history traits of *Alcyonium acaule* and *Parazoanthus axinellae* (Cnidaria, Anthozoa), with emphasis on growth. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 178: 193-204.
- Garrabou, J., Ballesteros, E. 2000. Growth of *Mesophyllum alternans* and *Lithophyllum frondosum* (Corallinaceae, Rhodophyta) in the Northwestern Mediterranean. *Eur. J. Phycol.* 35: 1-10.
- 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.
- Garrabou, J., Zabala, M. 2001. Growth dynamics in four Mediterranean demosponges. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 52: 293-303.
- Germonpre, P. 2006. The medical risks of underwater diving and their control. *Int. Sport. J.* 7: 1-15.
- Gili, J.M., Ros, J. 1987. Study and cartography of the benthic communities of Medes Islands (NE Spain). *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.* 6: 219-238.
- 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.
- Hong, J.S. 1980. *Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos)*. Thèse de Doctorat. Université d'Aix-Marseille II.
- Hong, J.S. 1982. Contribution à l'étude des peuplements d'un fond coralligène dans la région marseillaise en Méditerranée Nord-Occidentale. *Bulletin of Korea Ocean Research and Development Institute* 4: 27-51.
- Laborel, J. 1987. Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park* 13: 97-126.
- Linares, C., Coma, R., Diaz, D., Zabala, M., Hereu, B., Dantart, L. 2005. Immediate and delayed effects of mass mortality event on gorgonian population dynamics and benthic community structure in the NW Mediterranean. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 305: 127-137.



- Linares, C. 2006. *Population ecology and conservation of a long-lived marine species: the red gorgonian Paramuricea clavata*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona. 210 pp.
- Linares, C., Doak, D.F., Coma, R., Díaz, D., Zabala, M. *in press*. Life history and population viability of a long-lived marine invertebrate: the octocoral *Paramuricea clavata*. *Ecology*.
- Pérès, J., Picard, J.M. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine Endoume* 31(47): 1-131.
- 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. *Comptes Rendus Académie des Sciences Série III, Life Sciences* 323: 853-865.
- Ramos, A.A. 1985. Contribución al conocimiento de las biocenosis bentónicas litorales de la Isla Plana o Nueva Tabarca (Alicante). In: *La reserva marina de la Isla Plana o Nueva Tabarca (Alicante)*. A.A. Ramos (ed.), Ayuntamiento de Alicante-Universidad de Alicante: 111-147.
- Sala, E., Ballesteros, E. 1997. Partitioning of space and food resources by three fishes of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 152: 273-283.
- Sala, E., Garrabou, J., Zabala, M. 1996. Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Mar. Biol.* 126: 451-459.
- Templado, J., Calvo, M. (eds.). 2002. Flora y Fauna de la Reserva Marina de las Islas Columbretes. Secretaría Gral. De Pesca Marítima, M° de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 263 pp.
- Templado, J., Calvo, M. (eds.). 2006. Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la Isla de Alborán. Secretaría Gral. De Pesca Marítima, M° de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 269 pp.
- Tetzaff, K., Thorsen, E. 2005. Breathing at depth: physiological and clinical aspects of diving when breathing compressed air. *Clin. Chest Med.* 26: 355-380.
- Tunesi, L., Peirano, A., Romeo, G., Sassarini, M., 1991. Problématiques de la protection des faciès à Gorgonaires sur les fonds côtiers de "Cinque Terre" (Mer Ligure, Italie). In: *Les Espèces marines à protéger en Méditerranée* (C.F. Boudouresque, M. Avon & V. Gravez, eds.). GIS Posidonie, Marseille: 65-70.
- Villa, F., Tunesi, L., Agardy, T. 2002. Optimal zoning of marine protected areas through spatial multiple criteria analysis: the case of Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Conserv. Biol.* 16: 1-12.





*Plan d'action pour la conservation du coralligène et des autres bioconstructions de méditerranée*



**PLAN D'ACTION POUR  
LA CONSERVATION DU CORALLIGÈNE  
ET DES AUTRES BIOCONSTRUCTIONS  
DE MÉDITERRANÉE**



Note : Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du CAR/ASP et du PNUE aucune prise de position quant au statut juridique des états, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

© 2008 Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)  
Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM)  
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](mailto: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 du copyright, à condition de faire mention de la source. Le PNUE-PAM-CAR/ASP apprécierait recevoir une copie de toute publication utilisant la présente publication comme source.

Il n'est pas possible d'utiliser la présente publication pour la revente ou à toutes autres fins commerciales sans en demander au préalable par écrit la permission au PNUE-PAM-CAR/ASP.

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

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

La version préliminaire a été préparé pour le CAR/ASP par :  
Enric Ballesteros,  
Centre d'Estudis Avançats de Blanes – CSIC. Acc.  
Cala Sant Francesc 14. E-17300 Blanes, Girona, Espagne  
Email : [kike@ceab.csic.es](mailto:kike@ceab.csic.es)

Avec la contribution de : Kerim Ben Mustapha, Ghazi Bitar, Rafel Coma, Joaquim Garrabou, Giuseppe Giaccone, Jean Georges Harmelin, Lucien Laubier, Cristina Linares, Alfonso Ramos et Leonardo Tunesi.

Traduction en français : C. Pergent Martini

Ce document n'est pas un document  
officiel des Nations Unies



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	30
I. LA SITUATION ACTUELLE DU CORALLIGÈNE.....	31
I.1. Les connaissances actuelles.....	31
I.2. La distribution .....	31
I.3. La composition.....	32
II. LE RECUEIL DE DONNÉES ET LES INVENTAIRES .....	34
II.1. Les inventaires spécifiques.....	34
II.2. Les sites d'intérêt particulier.....	36
II.3. Les institutions et les chercheurs spécialisés.....	37
III. LES ACTIVITÉS DE SUIVI.....	37
III.1. Les types de suivi .....	37
III.2. Les méthodes de suivi.....	37
IV. LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE.....	40
IV.1. La taxonomie.....	40
IV.2. Evolution à long terme.....	42
IV.3. Le fonctionnement.....	43
V. LES ACTIVITÉS DE CONSERVATION .....	44
V.1. Les principales menaces.....	44
V.1.1. Le chalutage.....	44
V.1.2. La pêche artisanale et de loisirs .....	45
V.1.3. L'ancrage.....	45
V.1.4. Les espèces envahissantes.....	45
V.1.5. Le réchauffement planétaire.....	46
V.1.6. Les déversements d'eaux usées.....	46
V.1.7. L'aquaculture .....	46
V.1.8. Les changements dans l'usage des terres et l'urbanisation et la construction d'infrastructure côtière.....	46
V.1.9. Les activités de loisirs (en dehors de la pêche) .....	45
V.1.10. Les agrégats d'algues mucilagineuses et filamenteuses .....	46
V.2. La législation et les règlements .....	47
V.3. La création d'Aires Marines Protégées .....	49
VI. COORDINATION DU PLAN D'ACTION AVEC D'AUTRES OUTILS ET INITIATIVES.....	51
VII. CALENDRIER .....	52
VIII. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	53



## AVANT-PROPOS

Le plan d'action pour la conservation du coralligène et des autres bio-concrétionnements calcaires de Méditerranée, fait suite à une série de six plans d'action adoptés par les pays méditerranéens dans le cadre de la Convention de Barcelone et consacrés à la conservation d'espèces ou groupes d'espèces. Ces plans d'action sont :

- Plan d'action pour la gestion du phoque moine de Méditerranée
- Plan d'action pour la conservation des tortues marines de Méditerranée
- Plan d'action pour la conservation des cétacés en mer Méditerranée
- Plan d'action pour la conservation de la végétation marine en mer Méditerranée
- Plan d'Action pour la conservation des espèces d'oiseaux inscrites en annexe II du Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la diversité Biologique en Méditerranée.
- Plan d'action pour la conservation des poissons cartilagineux (Chondrichthyens) en Méditerranée

Bien qu'ils n'aient pas un caractère juridique contraignant, ces plans d'action ont été adoptés par les Parties contractantes en tant que stratégies régionales fixant les priorités et les activités à mener. Ils appellent notamment à plus de solidarité entre les Etats de la région et à la coordination des efforts pour sauvegarder les espèces en question. Cette approche s'est avérée nécessaire pour assurer une conservation et une gestion durable des espèces concernées dans toute leur aire de répartition méditerranéenne.

Ce plan d'action est le résultat d'une réunion d'experts organisée à Tabarka (Tunisie), par le CAR/ASP, les 6 et 7 Mai 2006. Il donne la priorité aux peuplements coralligènes, d'autant que les bio-concrétionnements superficiels tels que les trottoirs à *Dendropoma petraeum* ou à *Lithophyllum byssoides* sont déjà inclus dans le Plan d'Action pour la Conservation de la Végétation Marine en Méditerranée et ne requièrent pas une attention supplémentaire. Il en est de même pour les espèces de *Cystoseira* spp. d'eaux profondes, qui ont parfois été référencées comme faciès particulier des peuplements coralligènes, mais ne sont pas prises en compte dans ce document. Les bancs de maërl représentent un cas particulier, dans la mesure où la production de carbonate constitue leur caractéristique principale même s'ils manquent de réelles structures calcaires. De plus, ils ne sont habituellement pas pris en considération dans le cadre du Plan d'Action pour la Conservation de la Végétation Marine en Méditerranée, et ils se développent dans les mêmes sites que les assemblages coralligènes.

Par conséquent, même si ce plan d'action est consacré à la conservation des formations coralligènes, les bancs de maërl y sont inclus, non pas en tant que faciès particulier du coralligène mais en tant qu'environnement carbonaté se développant dans des conditions de lumière réduite et méritant des mesures de protection et de gestion identiques à celles des structures coralligènes.

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 (Ballesteros, 2006). Les bancs de maërl méditerranéens doivent être considérés comme des fonds sédimentaires couverts par un tapis d'algues calcaires vivantes libres (Corallinales ou Peyssoneliaceae) qui se développent également dans des conditions de faible luminosité.

## I. La situation actuelle du coralligène

### I.1. Les connaissances actuelles

Même si l'on dispose de connaissances générales relatives à la composition et à la distribution du coralligène et des bancs de maërl, il existe de nombreuses lacunes. En termes de distribution, les concrétionnements coralligènes semblent être courants sur tout le littoral méditerranéen, y compris sur les côtes les plus orientales (Bitar et Ramos, comm. pers.). Toutefois, il s'agit d'une image à une échelle globale (de l'ordre de centaines de kilomètres) et il est plus important de connaître la distribution des concrétionnements coralligènes à des échelles bien plus précises, car c'est essentiel pour une gestion appropriée de ces structures. Concernant la composition des peuplements coralligènes et du maërl, la majorité des informations s'appuient sur les données obtenues dans le Nord-Ouest de la Méditerranée, avec également quelques données recueillies au Sud de l'Italie et en mer d'Alboran. Par conséquent, les listes d'espèces disponibles, de même que les principales espèces structurantes, sont connues dans ces zones et ne peuvent être considérées comme constantes dans le reste de la Méditerranée. Toutefois, rien n'est certain.

Afin de réunir toutes les informations scientifiques disponibles, la première étape de ce Plan d'action consisterait à établir une liste de références traitant des peuplements coralligènes et des bancs de maërl, avec une indication des sujets qu'elles couvrent (notamment la biodiversité et la taxonomie, l'écologie descriptive, l'écologie fonctionnelle, la composition, les facteurs environnementaux, la cartographie, la conservation, les perturbations).

### I.2. La distribution

L'absence de données cartographiques sur la distribution générale des peuplements coralligènes constitue l'une des plus importantes lacunes relative à l'état actuel des connaissances sur l'habitat du coralligène et des bancs de maërl. Certaines données cartographiques ont été publiées sur des emplacements déterminés, notamment pour la zone de Banyuls sur mer (les caps l'Abeille et Oullestreil), les Iles Mèdes, Tabarca ou Port-Cros. Les données géographiques, de même que celles sur la distribution en profondeur, sont essentielles pour connaître l'étendue réelle de ces peuplements en mer Méditerranée et pour mettre en œuvre des mesures de gestion appropriées pour garantir leur conservation. Afin d'améliorer cette situation, les actions suivantes sont proposées :

I.- Compiler toutes les informations existantes, à tous les niveaux et toutes les échelles, sur la distribution des peuplements coralligènes et des bancs de maërl. Parallèlement à ces informations facilement disponibles (car publiées) sur la distribution de ces peuplements dans certaines Aires Marines Protégées (AMP ; notamment Ramos, 1985; Garcia Carrascosa, 1987; Gili & Ros, 1987; Templado & Calvo, 2002; Belsher *et al.*, 2005; Templado & Calvo, 2006), il existe d'autres rapports non publiés rassemblant de nombreuses informations. La collaboration des gestionnaires des AMP est requise. Il est suggéré de prendre contacts également avec les principales agences travaillant sur le milieu marin (notamment IFREMER, IEO, ISPRA), les universités et les instituts de recherche sur les sciences marines, car ils possèdent de nombreuses informations non publiées sur la distribution des communautés benthiques côtières. Dans les pays méditerranéens qui n'ont pas de longue





tradition d'instituts sur les sciences marines, la collaboration avec les pêcheurs et les plongeurs (professionnels ou sportifs) peut probablement constituer la seule source d'information.

2.- Des missions ponctuelles sur le terrain doivent être envisagées dans des lieux peu connus mais qui sont supposés abriter de grands peuplements coralligènes et de bancs de maërl. La Méditerranée orientale devrait être étudiée de façon extensive.

### 1.3. La composition

Les concrétions coralligènes sont le résultat d'activités de construction, par des algues et des animaux constructeurs, et des processus d'érosion physique et biologique. Le résultat final est une structure extrêmement complexe composée de plusieurs microhabitats. Les facteurs environnementaux (e.g. lumière, mouvements de l'eau, taux de sédimentation) peuvent varier de plusieurs ordres de magnitude, en différents points, très proches les uns des autres, d'une même concrétion.. Cette grande hétérogénéité environnementale permet à des peuplements divers de cohabiter dans un espace réduit. Les formations situées en milieux ouverts (surfaces horizontales à pratiquement verticales) peuvent être facilement distinguées de celles situées en surplomb et dans des cavités.



A. Bouajina

Les algues dominent généralement sur les surfaces horizontales à subhorizontales, même si leur abondance décroît avec l'intensité lumineuse. Deux communautés principales ont été observées en Méditerranée occidentale : un peuplement dominé par *Halimeda tuna* et *Mesophyllum alternans* (*Lithophyllo-Halimedetum tunae*), qui se développe dans des niveaux à forte intensité lumineuse et un peuplement dominé par les corallines encroûtantes (*Lithophyllum frondosum*, *L. cabiochae*, *Neogoniolithon mamillosum*) et *Peyssonnelia rosa-marina* (*Rodriguezellum strafforelloii*), recevant de faibles intensités lumineuses. Les peuplements animaux peuvent différer fortement en fonction du niveau de lumière qui atteint les affleurements coralligènes mais également en fonction de l'intensité du courant, des taux de sédimentation et des zones géographiques. Dans les zones les plus riches, relativement plus

eutrophisées, avec une température de l'eau plutôt constante et basse, les gorgonaires dominent généralement la communauté, mais elles sont complètement absentes ou rares dans les zones plus oligotrophes ou à faible courant avec une température plutôt élevée ou variable en fonction de la saison, et sont remplacées alors par les éponges, les bryozoaires ou les ascidies.

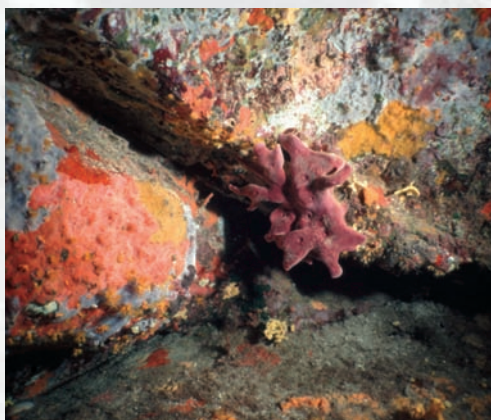
Les bancs de maërl sont également très divers. Même si ils sont constitués principalement de corallines (*Spongites fruticulosus*, *Lithothamnion corallioides*, *Phymatolithon calcareum*, *Lithothamnion valens*, *Lithothamnion minervae*, *Lithophyllum racemus*, *Lithophyllum frondosum* et autres), les espèces de *Peyssonnelia* (principalement *Peyssonnelia rosa-marina*) peuvent aussi être très importantes. La couverture des algues dressées dépend de chaque site particulier, affichant plusieurs faciès (*Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*, *Kallymeniales*, *Laminaria rodriguezii*). Les ascidies peuvent également constituer des faciès et, dans certains cas, les gorgonaires et/ou les bryozoaires peuvent être relativement abondants.

Le groupe d'experts, à Tabarka, avait suggéré d'utiliser la Liste de référence des types d'habitats qui apparaît sur le Formulaire Standard des Données (FSD) pour les inventaires nationaux, lors de l'examen de la composition des peuplements coralligènes.

Il est suggéré lors de la description de la composition des peuplements coralligènes et des bancs de maërl d'être le plus précis possible, en introduisant les noms des principales espèces d'algues impliquées dans la construction de la structure algale ou qui sont dominantes dans les bancs de maërl, de même que les algues dressées et les invertébrés les plus visibles. La meilleure façon pour y parvenir serait de demander à des biologistes entraînés d'établir une liste des espèces *in situ*, quantifiée selon la méthode de Braun-Blanquet (1979) (Cebrian & Ballesteros, 2004). Alternativement, il serait possible d'identifier le peuplement algal en tenant compte des deux principales associations décrites pour les peuplements coralligènes, qui sont *Lithophyllo-Halimedetum tunae* et *Rodriguezelletum strauforelloi*, ainsi que les noms des éponges, des cnidaires ou des bryozoaires les plus visibles. Pour les bancs de maërl, cette description est également possible en nommant les principales espèces de maërl et d'algues dressées, ainsi que les principaux macro invertébrés.

Les principaux constructeurs algaux qu'il convient de distinguer sont :

- *Mesophyllum alternans*
- *Mesophyllum expansum*
- *Lithophyllum frondosum* (= *L. stictaeforme*)
- *Lithophyllum cabiochae*
- *Neogoniolithon mamillosum*
- *Peyssonnelia rosa-marina*
- *Lithothamnion philippii*
- *Spongites fruticulosus*
- *Lithothamnion corallioides*
- *Lithothamnion valens*
- *Lithothamnion minervae*
- *Lithophyllum racemes*
- *Phymatolithon calcareum*



C. Pergent Martini



Les principaux invertébrés et algues qui peuvent constituer le faciès sont, du moins en Méditerranée occidentale :

**Algues :**

- *Halimeda tuna*
- *Flabellia petiolata*
- *Laminaria rodriguezii*
- *Phyllariopsis brevipes*
- Les algues rouges laminaires
- *Spongia agaricina*
- *Axinella polypoides*
- *Hexadella racovitzae*
- *Aplysina cavernicola*
- *Agelas oroides*
- Les éponges massives (*Faciospongia* spp., *Cacospongia* spp., *Ircinidae*, *Geodidae*)
- *Spirastrella cunctatrix*
- *Eunicella cavolinii*

**Invertébrés :**

- *Eunicella singularis*
- *Paramuricea clavata*
- *Alcyonium acaule*
- *Corallium rubrum*
- *Leptopsammia pruvoti*
- *Parazoanthus axinellae*
- Les grands bryozoaires (*Hornera frondiculata*, *Pentapora fascialis*)
- Les bryozoaires encroutants (*Schizomavella* spp., *Parasmittina* spp.)

D'autres faciès peuvent également être trouvés




P. Sanchez

## II. Le recueil de données et les inventaires

### II.1. Les inventaires spécifiques

L'habitat coralligène comprend plusieurs peuplements en raison de sa grande hétérogénéité. Il existe de petites échelles de variations des paramètres environnementaux au sein des affleurements coralligènes qui déterminent différents micro-habitats abritant différentes espèces. A la surface des affleurements coralligènes, les algues corallines dominent généralement, associées à une quantité variable d'algues dressées et de suspensivores. Les orifices et les cavités, au sein de la structure coralligène, accueillent des communautés complexes sans algues et dominées par les suspensivores. Les petits interstices et crevasses sont habités par une endofaune variée alors que de nombreuses



espèces vagiles fourmillent partout, se développant également dans les petites taches de sédiments emprisonnées par la structure. L'une des conséquences de cette importante hétérogénéité environnementale est la présence d'une biodiversité élevée et d'un large éventail d'organismes dans chaque affleurement coralligène.

Les bancs de maërl sont considérablement moins complexes que les affleurements de coralligène bien qu'ils accueillent une épiflore et une épifaune plus proches des plantes et des animaux habituellement rencontrés sur substrat rocheux, mais aussi des invertébrés typiques des fonds sédimentaires.

Une quantité considérable de recherches ont été effectuées sur la biodiversité abritée par les structures coralligènes. Ballesteros (2006), à partir d'une étude préliminaire rapporte pour ces structures un nombre de plus de 1666 espèces à l'échelle de la mer Méditerranée. Toutefois, ces estimations sont peut être loin de la réalité et il est donc nécessaire d'établir une liste de référence des espèces à partir des affleurements coralligènes. Il convient également d'évaluer le nombre total d'espèces de quelques sites relativement bien connus, de même que le niveau de similitude des espèces entre ces sites afin d'évaluer la variabilité à grande échelle. Le même type de travail doit être réalisé pour les bancs de maërl.

Il existe plusieurs façons de procéder afin d'obtenir cette liste. La démarche suivante est proposée :

- 1- Etablir des listes préliminaires (à l'échelle régionale et locale) en tenant compte des données obtenues après consultation de la littérature disponible.
- 2- Distribuer ces listes aux spécialistes de chaque groupe taxonomique qui pourraient les compléter en fonction de la littérature taxonomique spécifique et de leur propre expertise.
- 3- Compiler l'ensemble des informations pour établir les listes finales d'espèces.

Ces listes devraient comprendre d'autres informations intéressantes, notamment :

- L'origine de la (des) citation(s) (bibliographiques/taxonomiques) en vue de vérifier la source originale.
- La zone géographique.
- L'abondance (notamment très abondant, abondant, commun, rare, accidentel).
- La fidélité aux affleurements coralligènes (e.g. caractéristique exclusive, caractéristique élective, caractéristique préférentielle, indifférente, accidentelle ; se référer à Pérès & Picard, 1964; Cormaci *et al.*, 2004).

Le recueil de nouvelles données constitue également une autre question intéressante. Plusieurs méthodes ont été utilisées pour l'échantillonnage des systèmes benthiques rocheux et des bancs de maërl (notamment par Bianchi *et al.*, 2004) et toutes présentent des avantages et des inconvénients. Toutefois, la pertinence de chaque méthode d'échantillonnage est fonction de l'objectif de l'étude et du groupe taxonomique pris en compte. Etant donné qu'aucune méthode d'échantillonnage ne peut être universellement utilisée, il est recommandé lors de la réalisation de nouveaux inventaires de :



- Réaliser des mesures quantitatives ou semi-quantitatives plutôt que des mesures qualitatives, à chaque fois que cela est possible.
- Indiquer clairement la méthode d'échantillonnage et de quantification utilisée, en précisant la période de l'année de manière à ce que les mesures puissent être répétées dans le futur par des équipes indépendantes pour une plus large comparaison des données.
- Positionner géographiquement les sites d'échantillonnages avec précision.
- L'échantillonnage doit être représentatif. Par conséquent, les zones d'échantillonnage doivent être plus grandes que les aires d'échantillonnage minimales. Il convient de noter que les différents groupes taxonomiques doivent être échantillonnés dans des aires représentatives dont la taille diffère complètement.

## **II.2. Les sites d'intérêt particulier**

Le coralligène et le maërl étant des communautés d'eaux profondes, il est impossible d'avoir une couverture appropriée de l'ensemble des sites. Par conséquent, il est recommandé de réaliser les inventaires et le suivi dans des sites d'intérêt particulier. Ces sites doivent être sélectionnés en fonction d'informations préalables relatives à l'étendue et à la qualité écologique des communautés coralligènes et du maërl.



CAR/ASP

Pour cette sélection de sites, il est recommandé d'utiliser les critères suivants :

- Existence d'informations préalables sur les peuplements coralligènes ou les bancs de maërl du site ou, s'il n'existe aucune information, présence de caractères géomorphologiques du fond appropriés au développement de structures coralligènes et/ou de rhodolithes.
- Représentativité des peuplements coralligènes/maërl sur une vaste zone géographique, à chaque fois que cela est possible, en fonction des connaissances actuelles.

- Existence de mesures de contrôle et/ou de gestion des activités anthropiques sur le site. Dans ce sens, les aires marines protégées sont des sites appropriés à sélectionner.
- Les communautés de coralligènes et de maërl particulièrement saines méritent d'être sélectionnées en tant que points de référence.
- Les communautés de coralligènes et les bancs de maërl sous l'influence directe ou indirecte de perturbations anthropogéniques, clairement reconnaissables, méritent d'être sélectionnés en vue d'évaluer l'impact de ces perturbations.

### II.3. Les institutions et les chercheurs spécialisés

Il convient de mettre en place une base de données des spécialistes qui travaillent sur l'environnement du coralligène et du maërl. Chaque spécialiste devrait être identifié par domaines de connaissance :

- o Taxonomie, avec une indication du(des) groupe(s) d'expertise
- o Facteurs environnementaux
- o Ecologie descriptive
- o Ecologie fonctionnelle
- o Conservation
- o Cartographie
- o Gestion

## III. Les activités de suivi

Même si les changements sur les communautés de coralligènes et de maërl se produisent très lentement (Garrahou *et al.*, 2002), du moins en l'absence de perturbations catastrophiques ponctuelles, l'étude de leur dynamique sur le long terme présente un grand intérêt pour expliquer leur formation et prévoir leur évolution, à la fois naturelle ou lorsque celle-ci est affectée par une perturbation. Par conséquent, le suivi est nécessaire afin de comprendre les dynamiques et changements à long terme au sein de ces communautés ainsi que la réussite de la mise en œuvre de mesures de gestion.

### III.1. Les types de suivi

Le suivi devrait permettre de répondre aux questions relatives (1) aux changements au cours du temps dans la composition des peuplements coralligènes/maërl, (2) à la viabilité des populations de flore et de faune qui se développent dans ces concrétionnements *per se* ou (3) soumis aux perturbations naturelles ou anthropogéniques, ou (4) à la sélection d'espèces qui peuvent être utilisées en tant que bio-indicateurs. Chaque type de suivi requiert des approches méthodologiques différentes.

### III.2. Les méthodes de suivi

Les méthodes de suivi changent en fonction des objectifs de chaque étude. Un résumé complet peut être trouvé chez Bianchi *et al.* (2004). Plusieurs limitations importantes sont toutefois rencontrées lorsque l'on travaille sur les peuplements coralligènes/maërl en raison de la profondeur habituelle où les plongées sont réalisées : les restrictions en matière de temps sont strictes à cause des longues périodes de décompression et les performances des plongeurs baissent considérablement en raison de l'ivresse des grandes profondeurs (Tetzaff & Thorsen, 2005; Germonpre, 2006). Un autre problème est la forte hétérogénéité à petite échelle des affleurements coralligènes, qui implique une



vaste zone d'échantillonnage pour être représentative (Ballesteros, 2006). De même, l'hétérogénéité élevée, à moyenne et grande échelles, rend la comparaison entre sites difficile. Toutefois, la faible dynamique des peuplements coralligènes (Garrabou *et al.*, 2002) permet une faible périodicité de l'échantillonnage lors des études sur le long terme.

A des fins pratiques, et lors de la description des peuplements, les évaluations semi-quantitatives constituent la méthode la plus rapide, offrant généralement suffisamment d'informations pour une caractérisation grossière des peuplements. Il est possible de facilement estimer la couverture ou l'abondance par des indices sur une échelle de valeurs de 3 à 6. Il est recommandé d'utiliser les indices phyto-sociologiques (Braun Blanquet, 1979; Cormaci *et al.*, 2004) qui peuvent être transformés de façon adéquate et utilisés pour d'autres analyses d'ordination statistiques.

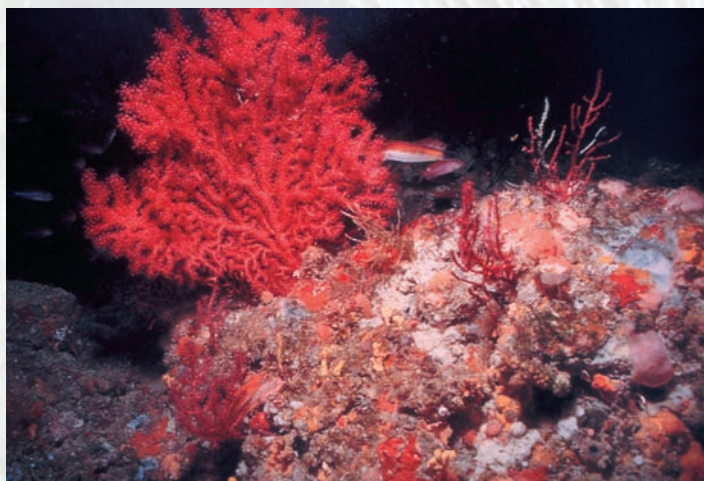
Toutefois, le suivi nécessite généralement un recueil de données quantitatives précises (notamment sur la densité, la taille, le recouvrement). Deux types de méthodes, destructives et non destructives, sont généralement utilisés. Les méthodes destructives impliquent le recueil de l'ensemble des organismes dans une zone en grattant une surface déterminée avec un marteau et un burin, parfois avec l'aide d'une suceuse (Boudouresque, 1971). Cette technique, possible pour des comparaisons ponctuelles, offre d'excellents résultats pour la faune sédentaire et la flore. Toutefois, elle présente l'inconvénient d'être destructive et, par conséquent, n'est pas souhaitable pour les suivis périodiques à long terme. Deux principales méthodes sont actuellement utilisées pour du suivi non destructif : l'échantillonnage photographique et les quadrats. Ces deux méthodes ne nécessitent pas le prélèvement des organismes et sont donc tout à fait appropriées pour un suivi à long terme.



A. Bouajina

Les procédures photographiques consistent en un échantillonnage photographique d'une zone définie, préalablement délimitée, lors de suivis périodiques. Il est possible d'utiliser de la macro afin de couvrir de petites zones (notamment 400 cm<sup>2</sup>) et un grand angle convient pour couvrir des zones allant jusqu'à 1 m<sup>2</sup>. Toutefois, avec l'introduction des appareils photographiques numériques,

avec des objectifs à focale variable et une mise au point automatique, il est possible de changer facilement la surface de la zone couverte, même en milieu sous-marin. L'utilisation de « stroboscopes » augmente grandement la qualité de l'image. Les photographies permettent d'estimer la densité des espèces et leur abondance (recouvrement) qui peuvent être également utilisées en vue d'obtenir des données sur la structure de la communauté. Les photographies répétées à des intervalles de temps réguliers, dans des sites, fixes permettent le recueil d'informations sur la dynamique des populations et la démographie de la faune et de la flore (Garrabou, 1998, 1999; Garrabou & Ballesteros, 2000; Garrabou & Zabala, 2001). La photographie permet également le recueil d'un grand nombre d'échantillons (photographies) en un laps de temps réduit, optimisant le rapport entre informations obtenues et temps de plongée. La baisse des performances du plongeur, en raison de la narcose à l'azote, et l'absence de mesures exactes, qui en résulte, sont ainsi évitées. Toutefois, la photographie présente un important inconvénient car bien qu'elle permette de très bons résultats en termes d'organismes et de structures en 2D, son application sur les organismes en 3D (notamment les gorgonaires, certains bryozoaires et éponges) est bien plus complexe et manque souvent de précision suffisante.



A. Ramos

Les quadrats, situés le long d'un transect ou placés au hasard, sont grandement utilisés dans les études sur le benthos, tant dans les études de suivis que de surveillances. Pour les peuplements coralligènes, ils ont été largement utilisés pour estimer les paramètres démographiques et étudier les changements à court et long termes dans les populations de gorgonaires (notamment Harmelin & Marinopoulos, 1994; Coma *et al.*, 2004; Linares *et al.*, 2005; Linares *et al.*, *sous-pressé*). Les quadrats peuvent être transportables ou permanents et fixés sur le fond en lignes, suivant un transect. La taille du quadrat change en fonction des objectifs de surveillance. Des cadres de 0,5 à 1 m<sup>2</sup> sont recommandés pour la surveillance de l'abondance des organismes de grande taille qui se développent dans les peuplements coralligènes. Les quadrats permanents sont très utiles pour





étudier la démographie de l'espèce principale et la dynamique de l'ensemble de la communauté, alors que les quadrats non permanents sont utiles pour étudier les changements de taille ou d'abondance d'une ou de plusieurs espèces. Une quantification peut être facilement réalisée par des comptages individuels (mesures de la densité) dans des quadrats entiers (e.g. Coma *et al.*, 2006). Les quadrats peuvent être aussi subdivisés en grilles de plus petits quadrats, ce qui permet aux plongeurs d'estimer l'abondance en pourcentage de couverture (e.g. Fraschetti *et al.*, 2001), ou d'évaluer la fréquence (nombre de sous-quadrats dans lequel une espèce est présente; Sala & Ballesteros, 1997).

Le suivi d'individus/de colonies est facilement réalisable lorsqu'un site est choisi, tous les individus cartographiés et/ou marqués et identifiés par un code numéroté pour faciliter leur ré-identification ultérieure (e.g. Ballesteros, 1991; Linares *et al.*, 2005). Ces sites permanents peuvent être divisés en quadrats de 10 x 10 à 50 x 50 cm (en fonction de la taille et de la distribution des individus étudiés) en vue de faciliter la cartographie. Les angles de chaque quadrat peuvent être marqués en utilisant des vis en PVC ou des boulons d'escalade en acier fixés sur le substrat par du mastic (Linares *et al.*, 2005).

Le suivi de certaines variables environnementales est également nécessaire si nous souhaitons lier les changements des peuplements coralligènes/maërl aux perturbations. Parmi les variables les plus importantes à surveiller, on note : la température de l'eau, le taux de sédimentation, la concentration en nutriments dans l'eau de mer, la teneur en matière organique particulaire et la transparence de l'eau.

Un atelier spécifique pourrait être organisé avec la participation de plusieurs spécialistes travaillant habituellement à la surveillance des peuplements de coralligène/maërl. Même s'il est difficile, parmi les scientifiques, de proposer une méthode standard commune pour la surveillance, ce type d'atelier est toujours utile à mener de manière à savoir quelles sont les méthodes qui ont été utilisées et essayer d'adopter des techniques qui au moins puissent être comparées ou inter-calibrées. Les principaux objectifs de cet atelier seraient consacrés aux méthodes de :

- 1.- Comparaison des peuplements à grande échelle.
- 2.- Changements à moyen et long terme dans la composition des peuplements et de l'abondance des espèces.
- 3.- Suivi des espèces structurantes (corallines, principaux peuplements algaux, gorgonaires, bryozoaires constructeurs, principales éponges).
- 4.- Suivi des espèces vagiles (poissons, décapodes, gastropodes).
- 5.- Taux de croissance et d'érosion des peuplements coralligènes/maërl.
- 6.- Impact des principales perturbations qui affectent les peuplements coralligènes/maërl (chalutage, phénomènes de mortalité, dégradation par les eaux usées, activités de plongée, espèces envahissantes, pêche artisanale, envasement).

## IV. Les activités de recherche

### IV.1. La taxonomie

Les peuplements coralligènes/maërl constituent probablement deux des plus importants « points chauds » de la diversité des espèces en Méditerranée, avec les herbiers à *Posidonia oceanica* (équipe

BIOMAERL, 2003 ; Ballesteros, 2006). Comparativement au volume considérable de littérature, consacrée à l'étude des herbiers à *Posidonia oceanica*, les études consacrées au renforcement des connaissances sur la biodiversité du coralligène et du maërl sont très rares. Par conséquent, en raison de la faune très riche, de l'hétérogénéité élevée à toutes les échelles et de la structure complexe des peuplements coralligènes/maërl, parallèlement à la rareté des études qui abordent la biodiversité de ces peuplements, on peut supposer que les peuplements coralligènes abritent plus d'espèces que tout autre communauté méditerranéenne. La liste de contrôle proposée dans le deuxième chapitre de ce Plan d'action mentionnera probablement toutes les espèces découvertes jusqu'à présent dans les communautés coralligènes/maërl. Toutefois, la recherche en taxonomie est également nécessaire car un grand nombre de groupes taxonomiques manque totalement non seulement d'études complètes mais aussi d'études abordant les espèces que l'on peut trouver dans les affleurements coralligènes ou les bancs de maërl.



C. Pergent Martini

En tenant compte des connaissances actuelles sur la biodiversité des communautés coralligènes/maërl (Ballesteros, 2006), les groupes taxonomiques suivants requièrent un investissement considérable en termes de recherche :

- Copépodes
- Cumacéens
- Isopodes
- Mollusques
- Mysidacés
- Nématodes
- Némertiens
- Ostracodes
- Phyllocaridés
- Polychètes
- Pycnogonides
- Tanaïdacés

Des recherches supplémentaires sur d'autres groupes sont également nécessaires car elles offriront certainement de nouvelles signalisations d'espèces pour les affleurements coralligènes et les bancs de maërl.



## IV.2. Evolution à long terme

Les processus qui se produisent dans les communautés coralligènes sont généralement très lents (Garrabou *et al.*, 2002). Le fonctionnement des espèces clés et remarquables montre également des taux de croissance lents et une dynamique de population lente (voir la revue de Ballesteros, 2006). Par conséquent, même si certains modèles et processus qui ont été décrits jusqu'à présent surviennent sur de courtes périodes de temps (e.g. phénomènes de mortalité ; Cerrano *et al.*, 2000; Garrabou *et al.*, 2001), on ne peut comprendre l'évolution du coralligène que dans une perspective à long terme. Les bancs de maërl sont encore moins connus dans la mesure où il n'y a pas eu de révisions complètes à ce sujet concernant les rhodolithes méditerranéens.



CAR/ASP

Il est recommandé de visiter les sites surveillés une fois par an. Même si l'aspect saisonnier n'est pas aussi important pour les communautés coralligènes/maërl qu'il ne l'est pour les environnements superficiels (Ballesteros, 2006), il est recommandé d'effectuer la surveillance à la même période de l'année, afin de faciliter les comparaisons entre années et sites. L'été et le début de l'automne (juillet-octobre) sont les meilleures périodes pour effectuer ces études car la plongée en eaux profondes y est plus sûre.

Les sites devraient être choisis en fonction de : (1) leur représentativité sur une vaste échelle géographique, (2) leur accessibilité et (3) les installations logistiques qui peuvent contribuer à garantir la surveillance. La sélection de sites de référence est cruciale pour la surveillance, tout particulièrement en vue de déterminer la réaction des peuplements à des perturbations particulières.

La surveillance devrait être conçue aussi simplement que possible. Aucune méthode standard n'est proposée et aucun indice de qualité environnemental ou écologique n'a été établi. L'atelier relatif aux activités de surveillance pourrait suggérer une méthodologie spécifique pour des études à long terme consacrées à l'examen de l'évolution des communautés coralligènes/maërl.

### IV.3. Le fonctionnement

Une attention particulière doit être portée à l'étude du fonctionnement d'associations et d'espèces particulières. En particulier, les espèces de la flore et de la faune à durée de vie longue, qui constituent généralement les espèces structurantes du coralligène ou les algues calcaires les plus abondantes dans les bancs de maërl, requièrent une connaissance détaillée de leur croissance, de leurs modèles démographiques, de leur vulnérabilité aux perturbations et de leurs capacités de récupération. Le CAR/ASP devrait encourager ce type d'études. Les études qui méritent une attention particulière sont les suivantes :

- Les facteurs environnementaux et les processus biologiques qui déterminent la composition et la structure spécifique des communautés coralligènes/maërl.
- La détermination de l'âge et de l'historique de la croissance des concrétions coralligènes et des rhodolithes du maërl.
- Les demandes en taux de production de carbonates pour la croissance, les taux d'érosion, les études sur la connaissance des corallines et de *Peyssonnelia rosa-marina*. Les effets des eaux usées et de l'envasement sur ces processus.
- L'importance des éponges perforantes, des mollusques bivalves et des annélides dans la bioérosion du coralligène et des rhodolithes de maërl. Les différences entre les affleurements coralligènes en cours de croissance et subfossiles. Les effets des eaux usées et de l'envasement sur le taux de bioérosion.
- Les effets des espèces d'algues envahissantes sur les affleurements coralligènes et les bancs de maërl : changements de la biodiversité, de la structure fonctionnelle et de la dynamique à long terme des populations et des communautés.
- Les taux de croissance, les caractéristiques écophysiological des algues molles importantes structurellement : *Peyssonnelia* spp., *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna*, *Phyllariopsis brevipes*, *Laminaria rodriguezii*, *Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*.
- La contribution des bryozoaires aux affleurements coralligènes. Les taux de croissance et la production de carbonate.
- La dynamique des populations de gorgonaires et d'alcyonaires (*Paramuricea clavata*, *Corallium rubrum*, *Eunicella cavolinii*, *Alcyonium acaule* et autres) les facteurs déclencheurs des phénomènes de mortalité. Les réactions spécifiques des espèces et les adaptations au stress et aux perturbations.
- La dynamique de croissance et de population des éponges massives particulièrement importantes (notamment *Axinella polyoides*, *Axinella verrucosa*, *Spongia agaricina*, *Spongia officinalis*). Les facteurs déclencheurs des phénomènes de mortalité.
- La dynamique de croissance et de population des ascidies massives particulièrement importante (notamment *Halocynthia papillosa*, *Pseudodistoma cyrusense*, *Phallusia fumigata*, *Microcosmus* spp., *Aplidium* spp.). Les facteurs déclencheurs des phénomènes de mortalité.
- La dispersion des espèces/des populations et les flux génétiques entre populations à l'échelle du bassin méditerranéen.
- L'élaboration de marqueurs physiologiques qui fournissent des informations sur la santé de la population en réaction aux différents types de perturbation.



P. Sanchez

## V. Les activités de conservation

### V.1. Les principales menaces

Les principales menaces qui affectent les communautés coralligènes/maërl correspondent globalement aux menaces qui affectent la biodiversité marine de la Méditerranée et qui sont inscrites dans le Programme d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique (PAS BIO). Toutefois, en raison de leurs caractéristiques et de leur habitat particulier, toutes ces menaces n'affectent pas les communautés coralligènes/maërl, mais certaines revêtent une importance particulière. Une brève description des principales menaces est présentée ci-après.

#### V.1.1. Le chalutage

Le chalutage constitue probablement l'impact le plus destructeur qui affecte actuellement les communautés coralligènes. Le chalutage est également très destructif pour les bancs de maërl, pour lequel il représente la principale cause de disparition au niveau de grandes zones de Méditerranée. L'action des chaluts sur les peuplements coralligènes/maërl entraîne la mort de la majorité des espèces structurantes dominantes et constructrices, modifiant complètement les conditions environnementales des micro-habitats coralligènes et de l'environnement du maërl. Comme la majorité de ces espèces a une durée de vie particulièrement longue, un faible recrutement et des modèles démographiques complexes, la destruction des structures de coralligènes et de maërl est critique car leur récupération nécessitera très certainement des dizaines d'années voire des siècles. Le chalutage a également un grand impact sur les espèces cibles, qui, bien qu'elles ne soient pas aussi vulnérables que la plupart des suspensivores, souffrent également de cette méthode de pêche non sélective. Enfin, même le chalutage à proximité des affleurements coralligènes ou des bancs de maërl affecte négativement la croissance des algues et des suspensivores en raison d'une augmentation de la turbidité et de la sédimentation.



G. Pergent

### V.1.2. La pêche artisanale et de loisirs

Certains poissons, essentiellement les élaémobranches, sont gravement décimés par les pratiques de la pêche artisanale lorsque la pression de pêche est considérable. Ceci est le cas, notamment, de plusieurs petits requins tels que *Scyliorhinus stellaris*, *Mustelus* spp. ou *Squalus* spp. Dans plusieurs lieux, d'autres espèces telles que les mérours et les homards nécessitent la mise en œuvre d'une gestion adéquate de la pêche. Il convient de faire particulièrement attention à l'exploitation commerciale du corail rouge (*Corallium rubrum*), dont les stocks ont fortement baissé dans la plupart des zones. Une gestion adéquate de cette espèce extrêmement précieuse et longévive est nécessaire. Il convient également de ne pas oublier que les trémails et même les fils de nylon peuvent avoir un impact important sur les gorgonaires et autres espèces dressées (e.g. : *Laminaria rodriguezii*, *Axinella* spp., *Hornera frondiculata*) (Tunesi et al., 1991).

### V.1.3. L'ancrage

L'ancrage a de graves effets sur les concrétions coralligènes car la majorité des organismes structurants sont très fragiles et sont très facilement détachés ou cassés par les ancrs et les chaînes. Les concrétions coralligènes des sites très fréquentés par la pêche de loisirs ou les activités de plongée sous-marines sont dégradées par le potentiel destructeur des ancrs.

### V.1.4. Les espèces envahissantes

Il y a une absence totale de connaissance des effets des espèces lessepsiennes sur les communautés coralligènes/maërl de Méditerranée orientale. Actuellement, au moins trois espèces d'algues menacent les communautés coralligènes/maërl en Méditerranée occidentale : *Womersleyella setacea*, *Caulerpa racemosa* v. *cylindracea* et *Caulerpa taxifolia*. Toutes ces espèces ne sont envahissantes qu'au niveau des affleurements coralligènes et des bancs de maërl relativement peu profonds (jusqu'à 60 mètres), où les niveaux de rayonnement solaire sont suffisants pour permettre leur croissance. Toutefois, elles sont particulièrement dangereuses car elles recouvrent complètement la strate des corallines encroustées et qu'elles augmentent les taux de sédimentation, ce qui conduit à une interruption totale de la croissance du coralligène ou de la survie des rhodolithes.



### **V.1.5. Le réchauffement planétaire**

Des températures anormalement élevées de l'eau semblent déclencher une mortalité à grande échelle de plusieurs espèces suspensivores qui se développent dans les peuplements coralligènes (Cerrano *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2000). Par conséquent, il est prévu que si la tendance actuelle de réchauffement planétaire continue, cela affectera certainement plus fréquemment les populations de gorgonaires et d'éponges qui vivent dans les communautés coralligènes situées au-dessus du niveau estival de la thermocline, conduisant à leur mort totale et définitive.

### **V.1.6. Les déversements d'eaux usées**

Les eaux usées affectent profondément la structure des communautés coralligènes en inhibant la croissance des algues corallines, en augmentant les taux de bioérosion, en diminuant la richesse spécifique et la densité des plus grands individus de l'épifaune, en éliminant certains groupes taxonomiques et en augmentant l'abondance des espèces hautement tolérantes (Hong, 1980, 1982; Cormaci *et al.*, 1985; Ballesteros, 2006). Bien qu'aucune information ne soit disponible sur l'impact de l'eutrophisation des bancs de maërl en Méditerranée, les effets doivent être similaires à ceux rapportés pour les concrétions coralligènes.

### **V.1.7. L'aquaculture**

Bien qu'il n'y ait pas d'études sur l'impact des installations d'aquaculture situées au-dessus ou à proximité des affleurements coralligènes ou des bancs de maërl, leurs effets devraient correspondre à ceux produits par le déversement d'eaux usées.

### **V.1.8. Les changements dans l'usage des terres et l'urbanisation et la construction d'infrastructure côtière**

La plupart des changements anthropogéniques dans les zones côtières ou dans leur voisinage implique une augmentation de la turbidité de l'eau et/ou de la remise en suspension des sédiments qui affectent les communautés coralligènes.

### **V.1.9. Les activités de loisirs (en dehors de la pêche)**

La surfréquentation ou la fréquentation incontrôlée des communautés coralligènes par les plongeurs ont été décrits comme produisant des effets importants sur certains grands ou fragiles suspensivores habitant les communautés coralligènes (Sala *et al.*, 1996; Garrabou *et al.*, 1998; Coma *et al.*, 2004; Linares, 2006).

### **V.1.10. Les agrégats d'algues mucilagineuses et filamenteuses**

La prolifération d'algues mucilagineuses et filamenteuses peut provoquer de graves dommages sur les espèces suspensivores dressées (essentiellement les gorgonaires). Ces proliférations ne sont pas encore bien comprises mais elles sont apparemment provoquées par l'eutrophication.

## V.2. La législation et les règlements

Les peuplements coralligènes/maërl devraient bénéficier d'une protection juridique comparable à celle des herbiers de *Posidonia oceanica*. L'inscription de concrétions coralligènes et des bancs de maërl en tant que type d'habitat naturel prioritaire dans la Directive 'Habitats' (92/43/EEC) de l'Union Européenne pourrait constituer une première mesure, ce qui permettrait aux pays de la Communauté européenne d'entreprendre une surveillance du statut de conservation des peuplements coralligènes/maërl et de mettre en place un réseau écologique des aires de conservation (LIC/ZEC) qui abritent des peuplements coralligènes/maërl. Ceci garantirait leur conservation ou leur restauration à un état de conservation favorable. Bien que *Phymatolithon calcareum* et *Lithothamnion corallioides* soient présents à l'Annexe V de la Directive Habitat et, comme tels, devraient bénéficier de mesures de gestion en cas d'exploitation (ce qui n'est jamais le cas en Méditerranée), il n'existe aucune protection spécifique pour les bancs de maërl. Des actions similaires devraient être encouragées dans les pays non européens, par le biais des outils apportés par la Convention de Barcelone.



P. Sanchez

Pour revenir aux pays européens, un règlement du Conseil (CE) N° 1967/2006 a été récemment publié (21 décembre 2006) concernant les mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en mer Méditerranée, modifiant le Règlement (CEE) N° 2847/93 et abrogeant le Règlement (CE) N° 1626/94. Ce nouveau règlement stipule que **“au-dessus des habitats coralligènes et des bancs de maërl, il est interdit de pêcher en utilisant des chaluts, dragues, sennes de plage ou filets similaires”** (Article 4.2) et que cette interdiction **“s'applique [...] à tous les sites Natura 2000, à toutes les aires spécialement protégées et à toutes les aires spécialement protégées d'importance méditerranéenne (ASPIM) désignés à des fins de conservation de ces habitats conformément à la Directive 92/43/CEE ou à la Décision 1999/800/CEE”** (Article 4.4).





La promulgation de législation nationale pour la protection des peuplements coralligènes est recommandée dans les meilleurs délais.

Les espèces structurantes et en danger qui se développent sur les peuplements coralligènes devraient obtenir une protection juridique de manière à contrôler et, le cas échéant, à interdire tous types de destruction ou de perturbation de ces espèces. Des plans de gestion appropriés, basés sur des fondements scientifiques, doivent être mis en œuvre pour l'exploitation des ressources naturelles (notamment les poissons, les crustacés, le corail rouge et les éponges commerciales).

Les activités anthropiques, réalisées au niveau ou à proximité des peuplements coralligènes/maërl, devraient être réglementées afin de diminuer le niveau d'impact pour qu'il soit compatible avec la maintenance des peuplements et de leurs populations. Des mesures spécifiques, visant la protection des environnements coralligènes/maërl, pourraient inclure ce qui suit (Ballesteros, 2006) :

- 1 Interdire les déversements d'eaux usées sur et à proximité des fonds coralligènes/maërl.
- 2 Interdire complètement le chalutage au niveau et à proximité des affleurements coralligènes et des bancs de maërl, l'objectif étant d'éviter non seulement les dommages physiques provoqués par les chaluts sur les peuplements coralligènes/maërl mais également les effets indirects dus à l'augmentation de la turbidité et de l'envasement.
- 3 Éviter toute autre activité anthropique impliquant une augmentation de la turbidité de l'eau et/ou la remise en suspension des sédiments (e.g. projets de modification du trait de côte, de réensablement des plages, de dragage, d'aquaculture) à proximité des affleurements coralligènes ou des bancs de maërl.
- 4 Mettre en œuvre une gestion correcte de la pêche traditionnelle et de loisirs afin d'éviter l'épuisement des stocks de poissons cibles et d'invertébrés. Éviter les filets de pêche dans les lieux qui abritent des populations d'invertébrés dressés longévives (e.g. gorgonaires, certaines éponges) et des algues (e.g. *Laminaria rodriguezii*).
- 5 Faire en sorte que l'impact de la plongée sous-marine soit compatible avec le fonctionnement normal et la conservation de l'écosystème coralligène et de ses espèces.
- 6 Promulguer, de toute urgence, une législation appropriée relative à l'introduction d'espèces non-indigènes.

Il conviendra d'élaborer des lignes directrices relatives à l'évaluation de l'impact environnemental sur les peuplements coralligènes/maërl.

### V.3. La création d'Aires Marines Protégées

La majorité des Aires Marines Protégées (AMP) méditerranéennes actuelles sont consacrées à la protection des herbiers de *Posidonia oceanica* et d'autres peuplements superficiels, de telle sorte que le pourcentage d'habitats coralligènes/maërl actuellement protégé en Méditerranée est extrêmement faible. Par conséquent, il convient de créer des AMP en vue de protéger les peuplements coralligènes/maërl représentatifs en appliquant les mesures de protection et de gestion recommandées par les Articles 6 et 7 du Protocole ASP/DB. En fait, les AMP doivent être créées en tenant compte de la diversité des paysages sous-marins et en essayant d'inclure les lieux qui abritent plusieurs peuplements pertinents, comme cela a déjà été appliqué pour la création et le zonage de certaines AMP (Villa et al., 2002; Di Nora et al., 2007).

Les pays doivent identifier et cartographier, dès que possible, les fonds marins recouverts par des affleurements coralligènes et des bancs de maërl afin de mettre en place un réseau d'AMP qui permette la protection des peuplements coralligènes/maërl.

Les montagnes sous-marines, éloignées du rivage, méritent une attention particulière en raison de leur position géographique isolée et, de façon générale, du manque de connaissance à leur égard. A cet effet, les aires suivantes présentent un intérêt régional (méditerranéen) :



G. Pergent



- 1 La mer d'Alboran (Espagne, Maroc)
- 2 Les côtes nord et ouest d'Eivissa (Espagne)
- 3 Le Nord de Minorque et le canal entre Minorque et Majorque (Espagne)
- 4 Le banc Emile Baudot, au sud de Cabrera (Espagne)
- 5 Les rives du sud-est de la péninsule ibérique : de Palos au cap San Antonio (Espagne)
- 6 La région de Marseille (France)
- 7 La côte ouest de la Corse (France)
- 8 La côte nord-ouest de la Sardaigne (Italie)
- 9 Le détroit de Messine (Italie)
- 10 Les îles Eoli et Ustica (Italie)
- 11 Les îles Pélagies (Italie)
- 12 Le canal de Sicile (Italie)
- 13 La côte des Pouilles (Italie)
- 14 Le banc de Hallouf (Tunisie)
- 15 Le littoral algérien (Algérie)
- 16 Les îles Cyclades (Grèce)

Les AMP méditerranéennes qui abritent des peuplements coralligènes/maërl et pour lesquelles des plans de gestion et de suivi n'ont pas encore été élaborés et mis en œuvre, doivent être dotées de ces plans dès que possible.



J.G. Harmelin

## VI. Coordination du Plan d'action avec d'autres outils et initiatives

Le Formulaire Standard de Données (FSD), élaboré par le CAR/ASP, peut être utilisé pour identifier les sites potentiellement favorables à la création d'AMP consacrées à la protection des peuplements coralligènes/maërl.

Toutefois, le FSD n'est pas approprié pour le suivi des peuplements coralligènes puisqu'il a été conçu pour l'inventaire des sites et des habitats et non pour une évaluation précise de la densité de populations multi spécifiques et de son évolution. L'annexe B (types d'habitats) du FSD devrait être légèrement modifiée au point IV. 3.1 (Biocénose coralligène) de façon à intégrer les connaissances actuelles. Les espèces qui apparaissent à l'annexe C devraient être légèrement étendues en vue d'inclure plusieurs espèces coralligènes structurantes, conformément aux critères adoptés pour les amendements des Annexes (II & III) du Protocole ASP/DB.

Ce Plan d'action pour la Conservation des peuplements coralligènes et de maërl devrait être inclus dans le Plan d'Action pour la Conservation de la Végétation Marine (PAVM). Même si le PAVM concerne les peuplements dominés par les végétaux, il n'exclue pas les peuplements animaux et la plupart des priorités aux plans national et régional de même que certains objectifs sont pratiquement identiques.

Les AMP inscrites comme ASPIM et qui abritent des peuplements coralligènes/maërl, dans le périmètre protégé, devraient développer des plans de gestion et de protection, afin d'assurer leur conservation.



L. Vanrell



## VII. Calendrier

À la lumière de toutes les observations mentionnées ci-dessus, les actions suivantes peuvent être envisagées :

Action	Délai	Qui
Définition des peuplements qui doivent être inclus dans le Plan d'action : Structures coralligènes ou communautés des fonds rocheux du circalittoral ?	Dès que possible	CAR/ASP & partenaires
Établir une liste de référence de l'ensemble des espèces en mesure de vivre dans les communautés coralligènes, sur la base des publications, de la littérature grise (rapports) et de « dire » d'experts. Les noms des espèces (avec les autorités), les citations, les localisations géo-référencées, l'abondance et les caractéristiques de l'habitat doivent être inclus. Cette liste de référence doit être conçue comme une base de données avec un SIG incorporé.	1 an après adoption	CAR/ASP & partenaires
Créer un site web en tant que partie du Centre d'échange de données sur la biodiversité marine et côtière de Méditerranée, en vue d'aider l'identification taxonomique des principales espèces qui se développent au niveau des peuplements coralligènes/maërl, incluant. Une base de données bibliographique s'appuyant sur toutes les informations relatives aux peuplements coralligènes/maërl avec une indication des thèmes qu'elles couvrent (notamment la biodiversité et la taxonomie, l'écologie descriptive, l'écologie fonctionnelle, la composition, les facteurs environnementaux, la cartographie, la conservation, les perturbations). Une base de données sur les peuplements coralligènes/maërl	Dès que possible et de manière continue	CAR/ASP
Un répertoire : • Des experts taxonomistes, à même d'apporter des informations sur les espèces des peuplements coralligènes/maërl • Des scientifiques, travaillant sur l'environnement coralligène/maërl. • Des institutions de recherche		
Proposer des méthodes standardisées pour l'inventaire et le suivi des communautés coralligènes/maërl et de leurs principales espèces.	2 ans après adoption	CAR/ASP & partenaires
Appuyer et/ou encourager les missions sur le terrain visant à améliorer les connaissances relatives à la distribution, la cartographie et la biodiversité des peuplements coralligènes/maërl. Il convient de mettre l'accent tout particulièrement sur la Méditerranée orientale et l'Afrique du Nord.	En continu	CAR/ASP & Parties contractantes
Établir une liste géo-référencée de tous les sites connus pour abriter des communautés coralligènes/maërl, avec une indication des tranches bathymétriques et (le cas échéant) des faciès coralligènes/maërl ou des espèces les plus remarquables	2 ans après adoption	CAR/ASP
Proposer la création d'AMP dans les zones qui abritent des affleurements coralligènes ou des bancs de maërl bien développés.	3 ans après adoption	Parties Contractantes
Organiser régulièrement un atelier consacré aux concrétions coralligènes et aux bancs de maërl (appuyé au symposium sur la végétation marine)	Tous les 3 ans	CAR/ASP
Organiser des ateliers de formation en vue d'acquérir de bonnes compétences en taxonomie et de méthodes de surveillance	Selon les besoins	CAR/ASP
Appuyer et/ou encourager le travail sur la taxonomie de certains groupes particulièrement peu connus.	En continu	CAR/ASP & Parties contractantes
Appuyer et/ou encourager les études scientifiques, consacrées à l'amélioration des connaissances relatives au fonctionnement des affleurements coralligènes et des bancs de maërl.	En continu	CAR/ASP Parties contractantes
Promouvoir la conservation des peuplements coralligènes et des bancs de maërl	En continu	Parties contractantes
Encourager la conservation des peuplements coralligènes situés dans les eaux internationales (e.g. mer d'Alboran, canal de Sicile).	4 ans après l'adoption	CAR/ASP & partenaires

## VIII. Références bibliographiques

Ballesteros, E. 1991. Seasonality of growth and production of a deep-water population of *Halimeda tuna* (Chlorophyceae, Caulerpales) in the North-western Mediterranean. *Botanica Marina* 34: 291-301.

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

Belsher, T., Houlgatte, E., Boudouresque, C.F. 2005. Cartographie de la prairie à *Posidonia oceanica* et des principaux faciès sédimentaires marins du Parc National de Port-Cros (Var, France, Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park* 21: 19-28.

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. *Biol. Mar. Medit.* 11 (suppl. 1): 185-215.

BIOMAERL Team, 2003. Conservation and management of Northeast Atlantic and Mediterranean Maerl Beds. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 13 (suppl. 1): 65-76.

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

Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología*. Blume. Madrid.

Cebrian, E., Ballesteros, E. 2004. Zonation patterns of benthic communities in an upwelling area from the western Mediterranean (La Herradura, Alboran Sea). *Sci. Mar.* 68: 69-84.

Cerrano, C., Bavestrello, G., Bianchi, C.N., Cattaneo-Vietti, R., Bava, S., Morganti, C., Morri, C., Picco, P., Sara, G., Schiaparelli, S., Siccardi, A., Sponga, F. 2000. A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (NW Mediterranean), summer 1999. *Ecol. Lett.* 3: 284-293.

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

Coma, R., Polà, E., Ribes, M., Zabala, M. 2004. Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. unprotected areas. *Ecol. Appl.* 14: 1466-1478.

Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. 2004. Macrophytobenthos. *Biol. Mar. Medit.* 11(suppl. 1): 217-246.

Cormaci, M., Furnari, G., Scamacca, B. 1985. Osservazioni sulle fitocenosi bentoniche del golfo di Augusta (Siracusa). *Bollettino dell'Accademia Gioenia Scienze Naturali* 18: 851-872.

Di Nora, T., Agnesi, S., Tunesi, L. 2007. Planning of marine protected areas: useful elements to identify the most relevant scuba-diving sites. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 38.



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.

García-Carrascosa, A.M. 1987. El bentos de los alrededores de las Islas Columbretes. Elementos para su cartografía bentónica. In: *Islas Columbretes: Contribución al estudio de su medio natural*. L.A. Alonso, J.L. Carretero & A.M. García-Carrascosa (coords.). COPUT, Generalitat Valenciana, Valencia: 477-507.

Garrabou, J. 1998. Applying a Geographical Information System (GIS) to the study of growth of benthic clonal organisms. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 173: 227-235.

Garrabou, J. 1999. Life history traits of *Alcyonium acaule* and *Parazoanthus axinellae* (Cnidaria, Anthozoa), with emphasis on growth. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 178: 193-204.

Garrabou, J., Ballesteros, E. 2000. Growth of *Mesophyllum alternans* and *Lithophyllum frondosum* (Corallinaceae, Rhodophyta) in the Northwestern Mediterranean. *Eur. J. Phycol.* 35: 1-10.

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.

Garrabou, J., Zabala, M. 2001. Growth dynamics in four Mediterranean demosponges. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 52: 293-303.

Germonpre, P. 2006. The medical risks of underwater diving and their control. *Int. Sport. J.* 7: 1-15.

Gili, J.M., Ros, J. 1987. Study and cartography of the benthic communities of Medes Islands (NE Spain). *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.* 6: 219-238.

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.

Hong, J.S. 1980. *Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos)*. Thèse de Doctorat. Université d'Aix-Marseille II.

Hong, J.S. 1982. Contribution à l'étude des peuplements d'un fond coralligène dans la région marseillaise en Méditerranée Nord-Occidentale. *Bulletin of Korea Ocean Research and Development Institute* 4: 27-51.

Laborel, J. 1987. Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park* 13: 97-126.

Linares, C., Coma, R., Díaz, D., Zabala, M., Hereu, B., Dantart, L. 2005. Immediate and delayed effects of mass mortality event on gorgonian population dynamics and benthic community structure in the NW Mediterranean. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 305: 127-137.

Linares, C. 2006. *Population ecology and conservation of a long-lived marine species: the red gorgonian Paramuricea clavata*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona. 210 pp.

Linares, C., Doak, D.F., Coma, R., Díaz, D., Zabala, M. in press. Life history and population viability of a long-lived marine invertebrate: the octocoral *Paramuricea clavata*. *Ecology*.

Pérès, J., Picard, J.M. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine Endoume* 31(47): 1-131.

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. *Comptes Rendus Académie des Sciences Série III, Life Sciences* 323: 853-865.

Ramos, A.A. 1985. Contribución al conocimiento de las biocenosis bentónicas litorales de la Isla Plana o Nueva Tabarca (Alicante). In: *La reserva marina de la Isla Plana o Nueva Tabarca (Alicante)*. A.A. Ramos (ed.), Ayuntamiento de Alicante-Universidad de Alicante: 111-147.

Sala, E., Ballesteros, E. 1997. Partitioning of space and food resources by three fishes of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 152: 273-283.

Sala, E., Garrabou, J., Zabala, M. 1996. Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Mar. Biol.* 126: 451-459.

Templado, J., Calvo, M. (eds.). 2002. Flora y Fauna de la Reserva Marina de las Islas Columbretes. Secretaría Gral. De Pesca Marítima, M° de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 263 pp.

Templado, J., Calvo, M. (eds.). 2006. Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la Isla de Alborán. Secretaría Gral. De Pesca Marítima, M° de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 269 pp.

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

Tunesi, L., Peirano, A., Romeo, G., Sassarini, M., 1991. Problématiques de la protection des faciès à Gorgonaires sur les fonds côtiers de "Cinque Terre" (Mer Ligure, Italie). In: *Les Espèces marines à protéger en Méditerranée* (C.F. Boudouresque, M. Avon & V. Gravez, eds.): 65-70. GIS Posidonie, Marseille.

Villa, F., Tunesi, L., Agardy, T. 2002. Optimal zoning of marine protected areas through spatial multiple criteria analysis: the case of Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Conserv. Biol.* 16: 1-12.



