

**Décision IG 17/15: "Plan d'action pour la protection du coralligène et des autres bio-concrétions calcaires de Méditerranée"**

La Quinzième réunion des Parties contractantes,

*Rappelant* l'article 11 du Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée, ci-après dénommé "le Protocole", sur les mesures nationales pour la protection et la conservation des espèces,

*Rappelant* l'article 12 du Protocole, sur les mesures concertées pour la protection et la conservation des espèces, et en particulier le paragraphe 3 sur l'élaboration et la mise en place de plans d'action pour leur conservation et restauration,

*Rappelant également* la recommandation adoptée par la Quatorzième réunion des Parties contractantes (Portoroz, novembre 2005) de formuler un programme de travail sur la protection du coralligène et autres bio-concrétions calcaires de Méditerranée,

*Prenant note* avec satisfaction des travaux effectués par la réunion du groupe ad hoc d'experts méditerranéens, tenue à Tabarka (Tunisie) en mai 2006, chargée de formuler un programme de travail sur la protection du coralligène et des autres bio-concrétions calcaires de Méditerranée,

*Confirmant* la demande de la Huitième réunion des Points focaux nationaux pour les ASP (Palerme, juin 2007) d'adopter un Plan d'action spécifique sur la protection du coralligène et autres bio-concrétions calcaires, distinct du Plan d'action sur la conservation de la végétation marine,

**Décide** d'adopter le "Plan d'action pour la protection du coralligène et autres bio-concrétions calcaires de Méditerranée, figurant en annexe à la présente décision,

**Demande** aux Parties contractantes de prendre les mesures nécessaires pour mettre en œuvre le présent Plan d'action dans les délais fixés dans le calendrier de mise en œuvre et présenter un rapport sur sa mise en œuvre conformément au cycle et au cadre du système de rapports du PAM,



## ANNEXE

### Plan d'action pour la protection du coralligène et des autres bio-concrétions calcaires de Méditerranée

#### Avant-propos

Une réunion ad hoc, organisée à Tabarka par le CAR/ASP, a eu lieu les 6 et 7 mai 2006, avec pour objectif de proposer des lignes directrices pour mettre en place un programme de travail sur la protection des peuplements coralligènes et autres bio-concrétionnements calcaires de Méditerranée. Le contenu de ce programme de travail est développé dans ce document.

A Tabarka, les experts ont décidé de ne pas inclure dans ce programme de travail les associations de coraux blancs caractéristiques du bathyal, mais ils ont considéré qu'il serait utile d'inclure les structures calcaires des eaux peu profondes (voire littorales) comme les trottoirs à *Dendropoma petraeum* ou à *Lithophyllum byssoïdes*. Néanmoins, lors de la discussion sur le programme de travail les peuplements coralligènes ont monopolisé toute l'attention. En outre, il est très difficile de mettre en place un programme de travail identique pour protéger des habitats ou des peuplements qui (1) se rencontrent dans des environnements complètement différents, (2) ont une composition en espèces absolument différente, (3) présentent une dynamique différente et (4) sont soumis à des facteurs de stress également très différents, et ce, même s'ils sont morphologiquement semblables. Par conséquent, dans ce programme, l'accent est donné prioritairement aux peuplements coralligènes, d'autant que les bio-concrétionnements superficiels tels que les trottoirs à *Dendropoma petraeum* ou à *Lithophyllum byssoïdes* 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 prise 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 programme de travail 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 programme de travail, 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 Peyssonneliaceae) qui se développent également dans des conditions de faible luminosité.

## La situation actuelle du coralligène

### 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 & 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 Programme de travail 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).

### 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 :

- 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, ICRAM), 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.

- 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.

### 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.

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* (*Rodriguezelletum 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 straforelloji*, 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*

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

Invertébrés :

- *Spongia agaricina*
- *Axinella polypoides*
- *Hexadella racovitzai*
- *Aplysina cavernicola*
- *Agelas oroides*
- Les éponges massives (*Faciospongia* spp., *Cacospongia* spp., *Ircinidae*, *Geodididae*)
- *Spirastrella cunctatrix*
- *Eunicella cavolinii*
- *Eunicella singularis*
- *Paramuricea clavata*
- *Alcyonium acaule*
- *Corallium rubrum*

- *Leptosammia pruvoti*
- *Parazoanthus axinellae*
- Les grands bryozoaires (*Hornera frondiculata*, *Pentapora fascialis*)
- Les bryozoaires encrustants (*Schizomavella spp.*, *Parasmittina spp.*)

D'autres facies peuvent également être trouvés.

## **Le recueil de données et les inventaires**

### 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, associée 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 coralligènes 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 :

- Etablir des listes préliminaires (à l'échelle mondiale et locale) en tenant compte des données obtenues après consultation de la littérature disponible.
- 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.
- 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, caractéristiques électives, caractéristiques préférentielles, 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 différentes.

#### 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. 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 sélectionnées en vue d'évaluer l'impact de ces perturbations.

### 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 connaissances :

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

### **Les activités de suivi**

Même si les changements sur les communautés de coralligènes et de maërl se produisent très lentement (Garrabou *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.

### 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.

### 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, destructive et non destructive, 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.

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, est ainsi évitée. 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.

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-presse). 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 :

- Comparaison des peuplements à grande échelle.
- Changements à moyen et long terme dans la composition des peuplements et de l'abondance des espèces.
- Suivi des espèces structurantes (corallines, principaux peuplements algaux, gorgonaires, bryozoaires constructeurs, principales éponges).
- Suivi des espèces vagiles (poissons, décapodes, gastropodes).
- Taux de croissance et d'érosion des peuplements coralligènes/maërl.
- 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).

## **Les activités de recherche**

### 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, consacré 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 Programme de travail 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.

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
- Tanaidacés

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.

### 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.

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.

### 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 rosamarina*. 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 polypoides*, *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 cyrnusense*, *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.

## **Les activités de conservation**

### 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.

### 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.

### 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 mérus 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).

### 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 ancres 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 ancres.

### 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 (<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 encrustantes 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.

### 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.

### 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.

### 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.

### 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.

### 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).

### 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.

### 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 coralloides* 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.

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 maintient des peuplements et de leurs populations. Des mesures spécifiques, visant la protection des environnements coralligènes/maërl, pourraient inclure ce qui suit (Ballesteros, 2006) :

- Interdire les déversements d'eaux usées sur et à proximité des fonds coralligènes/maërl.
- 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.
- Eviter tout 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.
- Mettre en oeuvre une gestion correcte de la pêche traditionnelle et de loisirs afin d'éviter l'épuisement des stocks de poissons cibles et d'invertébrés. Eviter 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*).
- 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.
- 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.**

#### 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) :

- La mer d'Alboran (Espagne, Maroc)
- Les côtes nord et ouest d'Eivissa (Espagne)
- Le Nord de Minorque et le Canal entre Minorque et Majorque (Espagne)
- Le Banc Emile Baudot, au sud de Cabrera (Espagne)
- Les rives du sud-est de la Péninsule ibérique : de Palos au Cap San Antonio (Espagne)
- La région de Marseille (France)
- La côte ouest de la Corse (France)
- La côte nord-ouest de la Sardaigne (Italie)
- Le Détroit de Messine (Italie)
- Les îles Eoli et Ustica (Italie)
- Les îles Pélagies (Italie)
- Le Canal de Sicile (Italie)
- La côte des Pouilles (Italie)
- Le banc de Hallouf (Tunisie)
- Le littoral algérien (Algérie)
- 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 oeuvre, doivent être dotées de ces plans dès que possible.

#### Coordination du Programme de travail 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 Programme de travail pour la Conservation des peuplements coralligènes et de maërl devrait être inclus dans le Plan d'Action pour la Conservation de la Végétation Marine (PAV). Même si le PAV 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.

### Calendrier

A 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 Programme de travail : Structures coralligènes ou communautés des fonds rocheux du circalittoral ?	Dès que possible	CAR/ASP & partenaires
Etablir 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 Un répertoire : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des experts taxonomiste, à même d'apporter des informations sur les espèces des peuplements coralligènes/maërl</li> <li>• Des scientifiques, travaillant sur l'environnement coralligène/maërl.</li> <li>• Des institutions de recherche</li> </ul>	Dès que possible et de manière continue	CAR/ASP
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
Etablir 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

## 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., 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, Mº 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, Mº 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.