



UNITED
NATIONS

EP

UNEP(DEPI)/MED WG.408/9



UNEP



**PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR L'ENVIRONNEMENT
PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE**

22 Mai 2015
Français
Original : Anglais

Douzième réunion des Points focaux pour les Aires spécialement protégées

Athènes, Grèce, 25-29 Mai 2015

Point 7 de l'ordre du jour : Conservation des écosystèmes

7.2. Action Plan for the Conservation of the Coralligenous and other Calcareous Bio-concretions in the Mediterranean Sea

Projet de mise à jour du Plan d'action pour la conservation du Coralligène et des autres bio-constructions de Méditerranée

Pour des raisons écologiques et économiques, ce document est imprimé en nombre limité et ne sera pas distribué à la réunion. Les délégués sont invités à se munir de leur exemplaire aux réunions et à ne pas demander de copies supplémentaires.

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 Etats, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

© 2015 Programme des Nations Unies pour l'Environnement / Plan d'Action pour la Méditerranée(PNUE/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

La version originale de ce document a été préparée par le Centre d'activités régionales des Aires spécialement protégées (CAR/ASP) : Joaquim GARABOU, Consultant du CAR/ASP, avec la contribution de Atef OUERGHI, Chargé du Programme de conservation des écosystèmes et des données.

Projet de mise à jour du Plan d'action pour la conservation du Coralligène et des autres bio-constructions de Méditerranée

I. La situation actuelle du coralligène

I.1. Les connaissances actuelles

1. Il existe actuellement des connaissances générales relatives à la répartition, à la composition des espèces et au fonctionnement des peuplements coralligènes et autres bio-concrétions calcaires. Toutefois, en dépit des efforts déployés depuis l'adoption en 2008 du Plan d'action pour la conservation du coralligène et des autres bioconstructions de Méditerranée, il convient d'aborder des questions essentielles afin de garantir la conservation de ces habitats emblématiques de Méditerranée (voir les sections spécifiques).
2. Il est fort probable que le nombre et la qualité des exposés du 2^{ème} Symposium méditerranéen sur la conservation du coralligène et des autres bioconcrétions calcaires (Portorož, Slovénie, du 29 au 30 octobre 2014) constituent le meilleur témoignage de l'intérêt de la communauté méditerranéenne de scientifiques/gestionnaires pour l'amélioration des connaissances sur ces peuplements (Actes de la 2^{ème} MSC&CBD 2014).
3. Malgré cela, il a également été noté (i) que la majorité des actions concernaient des efforts individuels et nationaux et, (ii) l'absence de structures de coordination efficace des actions de recherche régionales et/ou pan-méditerranéennes. Un consensus a été obtenu lors du Symposium, afin de mettre en place une série de Groupes de travail pour coordonner les ressources humaines et donner une vue globale nécessaire des lacunes relatives aux peuplements coralligènes/aux bancs de maërl.

I.2. Distribution

4. Les concrétionnements coralligènes et les fonds de maërl sont courants le long du littoral méditerranéen, même à l'extrémité orientale des côtes (Giakoumi et al. 2013, Martin et al. 2014). Les habitats coralligènes abondent en mer Adriatique, Egée et Thyrénienne, de même que dans le Bassin algéro-provençal. Le coralligène est moins abondant en mer Levantine et sur le Plateau tunisien/Golfe de Syrte (Maritn et al. 2014). De façon générale, les données disponibles couvrent près de 30% des côtes méditerranéennes et il n'existe pas d'informations sur les 70% restants (Martin et al. 2014). En ce qui concerne la répartition du coralligène en fonction de la profondeur, la majorité des informations couvrent les profondeurs de 10 à 50 m et il existe moins d'informations pour la répartition du coralligène dans les zones plus profondes de 50 à 200 m de profondeur. En plus de ces évaluations à grande échelle sur la répartition, des progrès ont été réalisés au plan local, en termes de données cartographiques dans certaines zones, notamment dans les aires marines protégées (en particulier pour la Réserve Naturelle de Scandola, le Parc National de Zembra, l'aire marine protégée de Tavolara Punta Coda Cavallo, l'aire marine protégée de Zakynthos). En d'autres termes, nous n'avons pas d'informations complètes et précises sur la répartition de l'habitat coralligène et des autres bio-constructions calcaires.
5. Les principales contraintes pour arriver à une image globale de la répartition du coralligène et des autres habitats calcaires sont (a) leur répartition hétérogène intrinsèque liée aux modèles spatiaux des conditions géophysiques et océanographiques permettant leur développement et, (b) les contraintes techniques et financières des opérations de cartographie sur le terrain, débouchant sur des efforts de cartographie déséquilibrés en Méditerranée.
6. Les données sur la répartition géographique et dans les profondeurs sont essentielles afin de connaître la véritable portée de ces peuplements en Méditerranée, de même que pour mettre en œuvre des mesures de gestion appropriées permettant de garantir leur conservation.

1.3. Composition

7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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*).
11. 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. En 2011, le PNUE-CAR/ASP (2011)¹ a préparé une liste des espèces à prendre en compte dans l'inventaire et/ou dans la surveillance des communautés coralligènes. Ces espèces ont été réparties selon les catégories suivantes :
 - Les constructeurs algaux
 - Les constructeurs animaux
 - Les animaux contribuant aux concrétionnements
 - Les bio-foreurs
 - Les espèces d'importance particulière (particulièrement abondantes, sensibles, importantes en termes d'architecture ou présentant une valeur économique)
 - Les espèces envahissantes
12. La caractérisation du coralligène, en s'appuyant sur la liste des catégories mentionnées ci-dessus, peut grandement aider notre compréhension des modèles coralligènes en Méditerranée. Du fait que différentes régions et zones dans les régions sont caractérisées par une composition différente, l'évaluation tenant compte des catégories morpho-fonctionnelles proposées peut apporter une base comparative intéressante pour une vision générale des peuplements coralligènes de Méditerranée. Cette approche, parallèlement aux données sur la composition, permet de donner un point de vue fonctionnel qui facilite grandement l'élaboration d'indicateurs pour la surveillance du Bon état écologique, dans le

¹PROPOSITIONS DE MÉTHODES STANDARDISÉES POUR L'INVENTAIRE ET LE SUIVI DES PEUPELEMENTS DE CORALLIGÈNES ET DE RHODOLITHES UNEP-MAP-RAC/SPA (2011)

contexte de la Directive-cadre ‘Stratégie pour le milieu marin’ et de la “Décision COP18 EcAp” (voir la section Législation et réglementation).

13. Il est suggéré lors de la description de la composition des peuplements coralligènes et des bancs de maërl, de fournir une estimation quantitative ou semi-quantitative de l'abondance des espèces typiques / indicateurs. Différentes méthodes visuelles et photographiques, ainsi que la combinaison des deux ont été proposées pour obtenir des estimations d'abondance. Par exemple, l'adoption de la méthodologie de Braun-Blanquet (1979) pour la caractérisation des structures marines (Cebrian & Ballesteros, 2004). Grâce à ces évaluations en plus de données sur la composition, les estimations de l'abondance des espèces trouvées dans les catégories considérées peut fournir un aperçu de l'état écologique / conservation des ces structures. Par exemple, la présence d'espèces envahissantes (soit non indigène ou non d'origine naturelle dans l'habitat) sont souvent considérés comme très bons indicateurs de l'état de conservation défavorable
14. En ce qui concerne les con-crétonnements des bancs de maërl, cette même approche pourrait être abordée, bien que les connaissances actuelles doivent être améliorées, afin de mieux définir les listes de catégories et de composition. Pour les bancs de maërl, la description est également possible en appliquant une dénomination aux principales espèces de maërl et d'algues érigées, de même qu'aux principaux macro-invertébrés.

II. Le recueil de données et les inventaires

II.1. Les inventaires spécifiques

15. Comme cela a été mentionné, l'habitat coralligène comprend plusieurs peuplements, en raison de sa grande hétérogénéité. Il existe une hétérogénéité à petite échelle des facteurs environnementaux sur l'ensemble des affleurements coralligènes qui détermine les différents micro-habitats comprenant diverses espèces. A la surface des affleurements coralligènes, les corallines dominant généralement, de même qu'une quantité variable d'algues érigées et de suspensivores. Les orifices et les cavités des structures coralligènes nourrissent des communautés complexes sans algues et dominées par les suspensivores. Les petites crevasses et interstices sont habités par une endofaune variée, alors que de nombreuses espèces vagiles fourmillent partout et prospèrent également dans les petites parcelles sédimentaires retenues par la structure. Les grands poissons (notamment *Epinephelus marginatus*, *Scorpaena scrofa*, *Phycis phycis*) et les décapodes (notamment *Palinurus elephas*, *Homarus gammarus*) résident dans les peuplements coralligènes. L'une des conséquences de cette grande hétérogénéité environnementale est la présence d'une forte biodiversité et d'une grande variété d'organismes dans chaque affleurement coralligène.
16. Les bancs de maërl sont considérablement moins complexes que les affleurements coralligènes, bien qu'ils présentent une épiflore et une épifaune qui sont plus apparentées aux plantes et aux animaux généralement observés dans le substrat rocheux. Ils abritent également habituellement des invertébrés de fonds sédimentaires.
17. 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. Il y a au moins deux niveaux d'information qui devrait être considéré i) en études taxonomiques fines et détaillées spécialement pour les groupes les moins étudiés et ii) des enquêtes approfondies de la biodiversité dans des zones géographiques ciblées. Cette information sera complétée par la détermination des espèces typiques / indicateur structures coralligènes dans différents zones/régions à travers la Méditerranée
18. De façon générale, avec ces informations, nous pourrions améliorer les estimations du nombre total d'espèces associées au coralligène et analyser les modèles de variabilité géographique de la biodiversité en tenant compte des diverses échelles spatiales. Il faudrait adopter la même approche pour les bancs de maërl.
19. Les méthodes. Pour le recueil de données, plusieurs méthodologies ont été utilisées pour l'échantillonnage des systèmes benthiques sur substrat rocheux et des bancs de maërl (notamment

Bianchi *et al.*, 2004, Kipson et al. 2011, Cechi et al. 2010, Gatti et al. 2015) et toutes présentent des avantages et des inconvénients. En outre, l'applicabilité de chaque méthode d'échantillonnage dépend des objectifs de l'étude et du groupe taxonomique étudié.

20. 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.
 - Utilisez les photos pour aider à l'identification des espèces

II.2. Les sites d'intérêt particulier

21. 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.
22. Amongst the criteria to be used in this selection, it is recommended the following ones:
- 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 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.

III. Les activités de suivi

23. Même si les changements sur les communautés de coralligènes et de maërl se produisent très lentement (Garrabou et al. , 2002, Teixidó et al. 2011), du moins en l'absence de perturbations catastrophiques ponctuelles (Teixidó et al. 2013), 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.
24. La surveillance est nécessaire afin de comprendre les processus qui sous-tendent la dynamique des peuplements et se trouve au cœur de la mise en œuvre et de l'évaluation des plans de gestion efficaces. Parallèlement, des activités de surveillance des peuplements coralligènes sont requises pour la mise en œuvre de la Directive-cadre européenne 'Stratégie pour le milieu marin' (MSFD 2008/56/EC) et la Décision² de la Convention de Barcelone (voir la section Législation et réglementation) visant à maintenir le bon état écologique des peuplements.

² La Décision IG.21/3 relative à l'approche écosystémique, notamment l'adoption des définitions du Bon état écologique (BEE) et des objectifs

III.1. Les types de suivi

25. Le mécanisme de base de la surveillance comprend une évaluation périodique des paramètres de référence (indicateurs) qui informent sur l'état de conservation des peuplements coralligènes/des bancs de maërl. La surveillance doit être conçue pour être aussi simple que possible. Ni des méthodes standards n'ont été proposées ni des indices environnementaux ou écologiques n'ont encore été établis pour les peuplements coralligènes.
26. En raison de l'hétérogénéité et de la complexité des habitats, la surveillance devrait être réalisée par une combinaison de méthodes permettant de rassembler des données sur l'habitat, les espèces et le degré des impacts.
27. Les paramètres de surveillance doivent donner des informations sur :

Les paramètres structurels et fonctionnels des peuplements :

- La composition/l'abondance des espèces/des catégories (données semi-quantitatives ou quantitatives)
- Les indicateurs du degré de complexité des habitats coralligènes
- Les indicateurs du fonctionnement du coralligène : les bio-foreurs et les bio-constructeurs
- Les indicateurs qualitatifs, semi-quantitatifs et quantitatifs sur les impacts des différentes perturbations des communautés coralligènes (notamment la présence de filets de pêche, les espèces envahissantes, la pression élevée de la plongée)

Les paramètres environnementaux

-La température, la sédimentation

III.2. Les types de suivi

III.2.1. Considérations générales relatives aux stratégies d'échantillonnage pour les mécanismes de surveillance

28. En fonction de la répartition des peuplements coralligènes /des bancs de maërl dans les profondeurs, les méthodes de surveillance devront être adaptées au temps de travail limité des plongeurs dans les fonds marins (en raison des longues périodes de décompression et de la limite des performances des plongeurs en eaux profondes) (Tetzaff & Thorsen, 2005; Germonpre, 2006) et à la limite d'utilisation des véhicules sous-marins télécommandés (VST) au-delà des profondeurs opérationnelles des plongeurs (0-40m).

III.2.2. Echelles spatiales.

29. Le fort degré d'hétérogénéité des affleurements coralligènes implique une vaste zone d'échantillonnage pour être représentative (Ballesteros, 2006). Actuellement, des études ont déterminé les zones d'échantillonnage minimales requises pour certains peuplements (Kipson et al. 2011), et il convient de suivre des approches similaires pour d'autres morphotypes coralligènes. De façon générale, afin de rassembler des données pertinentes sur les différents indicateurs de chaque site de surveillance, la zone totale d'échantillonnage (notamment les diverses stratégies de reproductibilité) doit couvrir entre 5 à 30 m² (Deter et al. 2012, Garrabou et al. 2014, Gatti et al. 2015).
30. Il convient de déterminer, pour chaque site, la fourchette de profondeur spécifique dans laquelle la surveillance sera réalisée (par exemple, 30-35 m), afin d'éviter les répercussions potentielles de la profondeur sur les résultats de l'enquête. Dans la fourchette de profondeur sélectionnée, afin de limiter les effets de l'hétérogénéité locale sur les résultats de l'enquête, il convient de déterminer, lorsque cela est possible, à l'aide de repères singuliers du paysage marin, la zone de surveillance spécifique (il doit s'agir notamment d'une zone de plusieurs 100 m²) de chaque site échantillon. Enfin, il est possible de fixer certains repères afin de faciliter l'échantillon dans la même zone de surveillance. Dans chaque

zone géographique ciblée, il convient de surveiller plusieurs sites afin de mieux déduire les tendances de conservation des peuplements.

31. Lors de la sélection des sites de surveillance, il convient de garder à l'esprit l'existence d'informations précédentes relatives à l'extension et à la qualité écologique des habitats coralligènes. Au cours du processus de sélection, il est recommandé de tenir compte des questions suivantes :
- Existe-t-il des informations précédentes relatives aux peuplements coralligènes sur le site ou, s'il n'existe pas d'informations disponibles, les caractéristiques géomorphologiques du fond marin sont-elles appropriées pour le développement de structures coralligènes ?
 - Selon les connaissances actuelles, les peuplements coralligènes pris en compte sont-ils représentatifs d'une zone géographique plus vaste ?
 - Les peuplements coralligènes étudiés sont-ils particulièrement sains pour servir de points de référence ?
 - Les peuplements coralligènes étudiés sont-ils sujets à des perturbations anthropogènes directes ou indirectes reconnaissables qui permettraient l'évaluation des effets de ces perturbations ?

III.2.3. Echelles temporelles.

32. La faible dynamique des peuplements coralligènes (Garrabou *et al.*, 2002, Casas *et al.* 2015) permet de définir la périodicité de l'échantillonnage entre 3 à 5 ans, à des fins de surveillance. En ce qui concerne la période de surveillance, la période idéale est la fin de l'été (fin août à début octobre). A cette époque, la transparence et la température de l'eau permettent de meilleures performances en termes de recueil de données et d'échantillonnage photographique. En outre, si une mortalité massive se produit pendant l'été, elle pourra être observée pendant cette période.

III.2.4. Techniques d'échantillonnage

33. Au cours de ces dernières années, différentes approches ont été adoptées pour l'évaluation de l'état de conservation des peuplements coralligènes au moyen d'enquêtes visuelles et/ou photographiques (notamment Cormaci *et al.*, 2004, Kipson *et al.* 2011, Deter *et al.* 2012, Garrabou *et al.* 2014, Gatti *et al.* 2015). Les approches d'échantillonnage élaborées s'appuient sur des méthodes non destructrices visant à apporter des évaluations quantitatives et semi-quantitatives rapides de divers paramètres.
34. Les paramètres de base évalués par échantillonnage photographique et recensement visuel sont l'abondance (notamment la couverture, la densité) des espèces observées dans les peuplements et les estimations du degré des effets des divers processus clé (notamment la mortalité, la bioérosion, la pêche) sur la conservation des peuplements coralligènes.
35. La surveillance des paramètres environnementaux est également requise si nous souhaitons lier les changements des peuplements coralligènes/des bancs de maërl aux perturbations dues aux conditions hydrographiques. Les variables les plus importantes à surveiller sont : la température de l'eau, les taux de sédimentation, la concentration de nutriments dans l'eau de mer, les particules de matière organique et la transparence de l'eau.
36. Les diverses initiatives (le présent Plan d'action et les directives de l'UE) mettent l'accent sur l'élaboration d'indicateurs relatifs à la conservation et au bon état écologique du coralligène. Nous pourrions obtenir des indicateurs utiles, par le biais des activités de surveillance présentées, (voir Annexe). Ces indicateurs visent à éclairer les décideurs et les parties prenantes et à appuyer la planification de la conservation et de la gestion (notamment la conception de réseaux d'AMP), afin de garantir la conservation de l'habitat coralligène.
37. Il convient d'élaborer des protocoles standardisés relatifs à la caractérisation des peuplements coralligènes/des bancs de maërl. Cette Action vise essentiellement à effectuer une évaluation comparative des outils et des conceptions d'échantillonnage à appliquer à la caractérisation des habitats coralligènes (notamment en termes de diversité des espèces (α , β , γ), de complexité structurelle et de principaux processus écologiques) et une évaluation des répercussions des pressions humaines.

38. Il convient d'élaborer des indices et/ou un interétalonnage des initiatives en vue de déterminer l'état de conservation environnementale du coralligène pour analyser les indices disponibles élaborés en vue de déterminer le Bon état écologique du coralligène et fournir un cadre commun permettant de comparer l'état du coralligène dans l'ensemble du bassin méditerranéen.

IV. Les activités de recherche

IV.1. La taxonomie

39. 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. L'utilisation d'outils génétiques permettrait de résoudre les "problèmes" taxonomiques et la découverte d'espèces cryptiques (notamment Dailianis et al. 2014).
40. 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
 - Tanaïdés
41. 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

42. Afin de comprendre la dynamique à long terme des peuplements coralligènes dans certaines zones, il convient de mettre en place des sites sentinelles/de référence. Les processus qui surviennent dans les communautés coralligènes en l'absence de perturbations affichent généralement une dynamique lente – c'est-à-dire des décennies - (Garrabou *et al.*, 2002). La dynamique des populations des espèces clés remarquables enregistre de faibles taux de croissance et une faible dynamique de population (notamment Coma *et al.* 1998, Teixidó *et al.* 2011). Par conséquent, même si certains des modèles et des processus décrits jusque là se produisent lors de périodes très courtes (notamment la mortalité, Cerrano *et al.*, 2000; Garrabou *et al.*, 2009), l'évolution du coralligène ne peut être comprise que sur le long terme. Les bancs de maërl sont encore moins connus du fait qu'il n'existe pas de révisions détaillées de ce sujet concernant les rhodolites de Méditerranée.
43. Il est recommandé de visiter les sites sentinelles/de référence une fois par an en vue d'obtenir des séries temporelles solides. Même si l'aspect saisonnier des communautés coralligènes/de maërl n'est pas aussi

important que dans les environnements moins profonds (Ballesteros, 2006, Garrabou et al. 2002), il est recommandé que la surveillance soit toujours réalisée à la même période de l'année afin de faciliter les comparaisons entre années et sites.

44. Ces sites doivent être sélectionnés en fonction (1) de leur représentativité sur une grande échelle géographique, (2) de leur accessibilité et (3) des installations logistiques qui peuvent contribuer à garantir et à faciliter les opérations de surveillance. Nous recommandons la mise en place de sites sentinelles/de référence dans les zones entièrement protégées dans le cadre d'aires marines protégées. Les AMP offrent d'excellentes modalités pour les études à long terme et les conditions optimales permettant d'aborder le fonctionnement 'vierge' des peuplements coralligènes. Ces précieuses informations peuvent servir de référence pour orienter l'adoption des objectifs de conservation et de gestion aux divers plans nationaux et internationaux.

IV.3. Le fonctionnement

45. 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
46. Les actions de recherche afin de combler les lacunes des connaissances actuelles devraient mettre l'accent sur (a) la dynamique des bioconcrétions (les processus de construction et d'érosion); (b) la dynamique des populations d'espèces typiques/indicatrices; (c) l'établissement de la réponse des espèces clé/typiques aux différents éléments de stress.

V. Les activités de conservation

V.1. Les principales menaces

47. 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. Chalutage

48. 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.

V.1.2. La pêche artisanale et de loisirs

49. 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 mérous et les homards nécessitent la mise en oeuvre d'une gestion adéquate de la pêche.

50. 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*) (Tunési et al. , 1991).

V.1.3. L'ancrage

51. 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.

V.1.4. Les espèces envahissantes

52. 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 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.

V.1.5. Le réchauffement planétaire

53. 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

54. 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

55. 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

56. 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)

57. La surféquentation 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

58. 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

59. 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.
60. 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).
61. En 2008, l'Union européenne adopte la Directive-cadre 'Stratégie pour le milieu marin (DCSMM-MSFD 2008/56/EC) qui exige de maintenir le "Bon état écologique" (BEE) des eaux marines européennes. La DCSMM comprend 11 descripteurs pour l'évaluation de la BEE, dont l'intégrité des fonds marins, définie comme suit : "le niveau d'intégrité des fonds marins garantit que la structure et les fonctions des écosystèmes sont préservées et que les écosystèmes benthiques, en particulier, ne sont pas perturbés." (Rice et al. 2012). Ce descripteur concerne directement les structures biogéniques, telles que le coralligène méditerranéen et diverses initiatives sont en cours afin de déterminer le BEE des habitats coralligènes (notamment Gatti et al. 2015). La surveillance des divers indicateurs (notamment ceux indiqués dans le présent document et d'autres proposés par d'autres auteurs) doivent permettre de déterminer les conditions de référence à des échelles régionales et la proposition d'un indice quantitatif afin d'évaluer le BEE dans chaque zone. L'objectif final de la DCSMM consiste à orienter les actions de gestion et de conservation afin de maintenir et, le cas échéant, de rétablir, le bon état écologique des eaux.
62. Conformément à la DCSMM, les Parties contractantes à la Convention de Barcelone fixent des objectifs permettant de réaliser le BEE de la mer Méditerranée et de son littoral à l'horizon 2020. En réalisant ces objectifs, l'importance d'appliquer l'approche écosystémique (EcAp) à la gestion des activités humaines qui pourraient affecter le milieu marin et côtier méditerranéen a été reconnue pour la promotion du développement durable (PNUE/PAM 2007). En outre, par le biais de la Décision IG 21/3 (dénommée "COP 18 EcAP Decision"), les Parties contractantes ont convenu de concevoir un programme intégré de surveillance et d'évaluation pour la prochaine réunion des parties contractantes

(COP19) et ont donné pour mission au Secrétariat d'effectuer une évaluation de l'état écologique de la Méditerranée en 2017 qui devra nécessairement inclure les habitats coralligènes/les bancs de maërl (PNUE/PAM, 2013).

V.3. Creation of Marine Protected Areas

63. Les pays se sont engagés, dans le cadre de la Convention sur la Diversité biologique (CBD), à protéger, à l'horizon 2020, "10% des zones côtières et marines, et en particulier celles relevant d'une importance particulière pour les services liés à la biodiversité et à l'écosystème, soient conservées grâce à des systèmes d'aires protégées gérés de manière efficace, équitable, et écologiquement représentatives, et à d'autres mesures de conservation locales efficaces, et intégrées à des paysages terrestres et marins peu étendus" (Objectif 11 du Plan stratégique d'Aichi pour la diversité biologique de 2020) et de la Feuille de route pour un réseau complet et cohérent d'AMP efficacement gérées, en vue de réaliser l'Objectif 11 d'Aichi en Méditerranée. De façon générale, seul près de 1% des eaux côtières méditerranéennes susceptibles d'abriter des peuplements coralligènes/des bancs de maërl, est protégé.
64. 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).
65. 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.
66. 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

V.4. Plans nationaux

67. Afin de s'assurer d'envisager des mesures plus efficaces pour la mise en oeuvre de ce Plan d'action, les pays méditerranéens sont invités à se doter de plans nationaux pour la conservation du coralligène et d'autres bioconcrétions calcaires. Chaque plan national doit tenir compte des caractéristiques particulières du pays concerné, voire des zones concernées. Il doit suggérer des mesures législatives appropriées, notamment relatives à l'évaluation de l'impact environnemental des infrastructures côtières (travaux de construction, canalisations qui se déversent dans la mer et dépôts de matières de dragage) et un contrôle des activités qui pourraient affecter les peuplements coralligènes/les bancs de maërl. Le plan national doit s'appuyer sur les données scientifiques disponibles et comprendre les programmes afin (i) de recueillir et mettre à jour régulièrement les données, (ii) de prévoir des cours de formation et de recyclage à l'intention des spécialistes, (iii) de sensibiliser et d'éduquer le grand public, les acteurs et les décideurs et (iv) de conserver les peuplements coralligènes/les bancs de maërl d'importance pour le milieu marin méditerranéen. Les plans nationaux doivent être portés à l'attention de l'ensemble des acteurs concernés et, dans la mesure du possible, coordonnés avec les plans nationaux pertinents (notamment le plan d'urgence pour traiter de la pollution).

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

68. 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. (Martin et al. 2014).
69. 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.

70. 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.

VII. STRUCTURE DE COORDINATION REGIONALE

71. La coordination régionale pour la mise en œuvre du présent Plan d'action sera garantie par le Secrétariat du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) par le biais du Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées. Les principales fonctions de la structure de coordination consisteront à :
- recueillir, valider et diffuser les données au plan méditerranéen ;
 - encourager l'établissement d'inventaires des espèces, herbiers et autres peuplements végétaux d'importance pour le milieu marin méditerranéen ;
 - encourager la coopération transfrontalière ;
 - encourager et appuyer la création de réseaux de surveillance de la végétation marine ;
 - préparer les rapports d'avancement de la mise en œuvre du Plan d'action, à soumettre à la réunion des Points focaux nationaux pour les ASP et aux réunions des Parties contractantes ;
 - organiser des réunions d'experts sur les thèmes scientifiques liés à la végétation marine et des sessions de formation.
72. Il convient d'encourager les travaux complémentaires effectués par d'autres organisations internationales et visant les mêmes objectifs, de promouvoir la coordination et d'éviter toute duplication possible des efforts.

VIII. PARTICIPATIONS A LA MISE EN OEUVRE

73. La mise en œuvre du présent Plan d'action relève des autorités nationales des Parties contractantes. Les organisations internationales et/ou les ONG, laboratoires et toute organisation ou organisme concernés sont invités à se joindre aux travaux requis pour la mise en œuvre du présent Plan d'action. Lors de leurs réunions ordinaires, les Parties contractantes peuvent, sur suggestion de la réunion des Points focaux nationaux pour les ASP, octroyer le statut "d'Associé au Plan d'action" à toute organisation ou laboratoire qui le demande et qui réalise, ou appuie (financièrement ou autrement) la réalisation d'actions concrètes (conservation, recherche, etc.) qui peuvent faciliter la mise en œuvre du présent Plan d'action, en tenant compte des priorités énoncées ci-dessus. 2
74. La structure de coordination doit mettre en place un mécanisme de dialogue régulier entre les organisations participantes et, le cas échéant, organiser des réunions à cet effet. Ce dialogue doit s'effectuer essentiellement par courrier, notamment par mail.

ANNEX: IMPLEMENTATION TIMETABLE

Action	Délai	à mettre en oeuvre par
1. Elaborer un répertoire des scientifiques et des institutions de recherche travaillant sur les peuplements coralligènes et les bancs de maërl.	2016	RAC/SPA
2. Lignes directrices pour l'évaluation de l'impact environnemental sur les peuplements coralligènes / maërl		
3. Mise en place de groupes de travail sur les peuplements coralligènes et des bancs de maërl.	2016	RAC/SPA- Contracting Parties
4. Mise en place base de données en ligne sur la distribution des peuplements coralligènes / maërl	2018	RAC/SPA- Contracting Parties
5. Améliorer les méthodes de modélisation des habitats pour fournir de nouveaux modèles prédictifs sur la distribution coralligène et guider des enquêtes de terrain rentables pour l'acquisition de données	2017	Contracting Parties
6. Caractérisation des habitats coralligènes à l'échelle régionale	2018	RAC/SPA- Contracting Parties
7. Mettre en place une Check-list une liste d'espèces / référence pour les structures coralligènes	2016	RAC/SPA
8. Développement de protocoles standardisés pour la caractérisation des peuplements coralligènes / maërl.	2017	RAC/SPA- Contracting Parties
9. Développement des indices et / ou initiatives d'interétalonnage afin de déterminer l'état de conservation de l'environnement du coralligène	2017	RAC/SPA- Contracting Parties
10. Définir un réseau de sites sentinelles pour le coralligène à travers la Méditerranée	2020	RAC/SPA- Contracting Parties
11. Promouvoir des programmes de recherche sur les peuplements coralligènes et des bancs de maërl	2016	Contracting Parties
12. Élaborer et mettre en œuvre des initiatives législatives pour la conservation des peuplements coralligènes	ongoing	Contracting Parties
13. Coordonner la conception d'un programme d'évaluation intégré de suivi et pour l'évaluation de l'Etat des peuplements coralligènes / bancs de maërl en vue d'être inclus dans l'évaluation de l'état de la Méditerranée	2016	Contracting Parties
14. Promouvoir la déclaration d'aires marines protégées pour préserver les peuplements coralligènes dans les zones côtières et en mer ouverte	2018	RAC/SPA- Contracting Parties
15. mettre en place une plate-forme de coordination des différentes initiatives consacrées aux peuplements coralligènes / maërl	2017	RAC/SPA
16. Organiser un symposium sur coralligène et des bancs de maërl tous les 3 ans	2018	RAC/SPA
17. Préparation d'un plan de communication visant à sensibiliser sur l'importance de coralligène et des bancs de maërl pour la conservation de la biodiversité méditerranéenne	2017	RAC/SPA

IV. 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. *Bot. Mar.* 34: 291-301.
- Ballesteros, E. 2006. Mediterranean coralligenous peuplements: 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 nat. 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.
- Casas, E., Teixidó, N., Garrabou, J., Cebrian, E. 2015. Structure and biodiversity of coralligenous peuplements over broad spatial and temporal scales. *Mar. Biol.* 162:901-912
- Cebrian, E., Rodríguez-Prieto, C., 2012. Marine Invasion in the Mediterranean Sea: The Role of Abiotic Factors When There Is No Biological Resistance. *PLoS ONE* 7(2): e31135. doi:10.1371/journal.pone.0031135
- Cebrian, E., Linares, C., Marschal, C., Garrabou, J. 2012. Exploring the effects of invasive algae on the persistence of gorgonian populations. *Biol. Inv.* 14: 2647-2656 DOI: 10.1007/s10530-012-0261-66
- 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.
- Cecchi, E., Piazzoli, L. 2010. A new method for the assessment of the ecological status of coralligenous assemblages. *Biol. Mar. Mediterr.* 17(1), 162-163.
- Cerrano, C., Danovaro, R., Gambi, C., Pusceddu, A., Riva, A., Schiaparelli S (2010) Gold coral (*Savalia savaglia*) and gorgonian forests enhance benthic biodiversity and ecosystem functioning in the mesophotic zone. *Biodivers. Conserv.* 19:153-167.
- 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.
- Dailianis, T., Tsigenopoulos, C.S., Dounas, C., Voultsiadou, E. 2014. Genetic diversity of the imperilled bath sponge *Spongia officinalis* Linnaeus, 1759 across the Mediterranean Sea: patterns of population differentiation and implications for taxonomy and conservation. *Molec. Ecol.* 20:3757-3772
- Danovaro, R., Fonda Umani, S., Pusceddu, A. 2009. Climate Change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 4(9): e7006

- De Caralt, S., Cebrian, E. 2013. Impact of an invasive alga (*Womersleyella setacea*) on sponge assemblages: compromising the viability of future populations. *Biol. inv.* 15:1591-1608
- Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P., Holon, F. 2012. A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. *Ecol. Indicat.* 20:345–352.
- 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.
- García-Rubies, A., Hereu, B, Zabala, M. 2013. Long-Term Recovery Patterns and Limited Spillover of Large Predatory Fish in a Mediterranean MPA. *PLoS ONE* 8(9): e73922. doi:10.1371/journal.pone.0073922
- Garrabou, J., Kipson, S., Kaleb, S., Kruzic, P., Jaklin, A., Zuljevic, A., Rajkovic, Z., Rodic P., Jelic, K., Zupan, D. 2014. Monitoring Protocol for Reefs - Coralligenous Community, MedMPAnet Project
- Garrabou, J., Coma, R., Bally, M., Bensoussan, N., Chevaldonné, P., Cigliano, M., Diaz, D., Harmelin, J.G., Gambi, M.C., Kersting, D.K., Lejeusne, C., Linares, C., Marschal, C., Pérez, T., Ribes, M., Romano, J.C., Serrano, E., Teixido, N., Torrents, O., Zabala, M., Zuberer, F., Cerrano, C. 2009. Mass mortality in northwestern Mediterranean rocky benthic communities : effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology* 15:1090-1103
- 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.
- Gatti G, Bianchi CN, Morri C, Montefalcone M, Sartoretto S. 2015. Coralligenous reefs state a long anthropized coasts: Application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach. *Ecol. Indicat.* 52:567-576
- Gatti, G., Montefalcone, M., Rovere, A., Parravicini, V., Morri, C., Albertelli, G., Bianchi, C.N. 2012. Seafloor integrity down the harbor waterfront: the coralligenous shoals off Vado Ligure (NW Mediterranean). *Adv Ocean Limnol* 3(1):51–67.
- Germonpre, P. 2006. The medical risks of underwater diving and their control. *Int. Sport. J.* 7: 1-15.
- Giakoumi, S. et al. 2013. Ecoregion-Based Conservation Planning in the Mediterranean: Dealing with Large-Scale Heterogeneity. *PLoS One* 8, e76449 (2013).
- 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 assemblages d'un fond coralligène dans la région marseillaise en Méditerranée Nord-Occidentale. *Bulletin of Korea Ocean Research and Development Institute* 4: 27-51.
- Kipson, S, Fourt, M, Teixido, N, Cebrian, E, Casas, E, Ballesteros, E, Zabala, M, Garrabou, J. 2011. Rapid Biodiversity Assessment and Monitoring Method for Highly Diverse Benthic Communities: a Case Study of Mediterranean Coralligenous Outcrops. *PLoS ONE* 6(11): e27103 doi:10.1371/journal.pone.0027103
- Laborel, J. 1987. Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park* 13: 97-126.
- Linares, C., Garrabou, J., Hereu, B., Díaz, D., Marschal, C., Sala, E., Zabala, M. 2012. Beyond fishes: assessing the effectiveness of marine reserves on overexploited long-lived sessile invertebrates. *Conserv. Biol.* 26:88-96
- 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., 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., 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*.
- Martin et al. 2014. Coralligenous and maerl habitats: predictive modelling to identify their spatial distributions across the Mediterranean Sea. *Scientific Reports* 4: 5073
- 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.
- Teixido N, Casas E, Cebrián E, Linares C, Garrabou J (2013) Impacts on coralligenous outcrop biodiversity of a dramatic coastal storm. *PLoS ONE* 10.1371/journal.pone.0053742
- Teixido, N, Garrabou, J Harmelin, J.G. 2011. Low dynamics, high longevity and persistence of sessile structural species dwelling on Mediterranean coralligenous outcrops. *PLoS ONE* 6(8): e23744. doi:10.1371/journal.pone.0023744
- 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.
- Trygonis, V., Sini, M., 2012. photoQuad: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 424-425, 99-108. doi:10.1016/j.jembe.2012.04.018
- 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.

UNEP-MAP-RAC/SPA (2011) Draft Lists of coralligenous/ maërl populations and of main species to be considered by the inventory and monitoring. Expert Meeting to propose standard methodologies for the inventory and monitoring of coralligenous/maërl communities and their main species. Rome, Italy, 7-8 April 2011, 11 pp.

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.