

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'INVENTAIRE ET LE SUIVI DES PEUPELEMENTS OBSCURS EN MER MEDITERRANEE

**Droits d'auteur** : Tous les droits de propriété des textes et des contenus de différentes natures de la présente publication appartiennent au SPA/RAC. Ce texte et contenus ne peuvent être reproduits, en tout ou en partie, et sous une forme quelconque, sans l'autorisation préalable du SPA/RAC, sauf dans le cas d'une utilisation à des fins éducatives et non lucratives, et à condition de faire mention de la source.

© 2018 - Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
Plan d'Action pour la Méditerranée  
Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées  
B.P. 337  
1080 Tunis Cedex - Tunisia.  
E-mail : car-asp@spa-rac.org

**Pour des fins bibliographiques, cette publication peut être citée comme suit :**

SPA/RAC - ONU Environnement/PAM, OCEANA, 2017. Lignes directrices pour l'inventaire et le suivi des peuplements obscurs en mer Méditerranée. Par Vasilis GEROVASILEIOU, Ricardo AGUILAR, Pilar MARÍN. Ed. SPA/RAC - Projet Deep Sea Lebanon, Tunis : 42 pp + Annexes

La version originale de ce document a été préparée pour le Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (SPA/RAC) par Ricardo AGUILAR & Pilar MARÍN, OCEANA et Vasilis GEROVASILEIOU, Consultant du SPA/RAC avec la contribution de Tatjana BAKRAN PETRICIOLI, Enric BALLESTEROS, Hocein BAZAIRI, Carlo NIKE BIANCHI, Simona BUSSOTTI, Simonepietro CANESE, Pierre CHEVALDONNÉ, Douglas EVANS, Maia FOURT, Jordi GRINYÓ, Jean Georges HARMELIN, Alain JEUDY DE GRISSAC, Vesna MAČIĆ, Covadonga OREJAS, Maria DEL MAR OTERO, Gérard PERGENT, Donat PETRICIOLI, Alfonso A. RAMOS ESPLÁ, Antonietta ROSSO, Rossana SANFILIPPO, Marco TAVIANI, Leonardo TUNESI, Maurizio WÜRTZ.

**Mise en page :**

Amen Allah OUAKAJJA

**Crédit photo couverture :**

© Amen Allah OUAKAJJA

Ce document a été édité dans le cadre du projet Deep-Sea Lebanon avec le soutien financier de la Fondation MAVA.



Pour plus d'informations :

[www.unepmap.org](http://www.unepmap.org)

[www.spa-rac.org](http://www.spa-rac.org)

**LIGNES DIRECTRICES POUR L'INVENTAIRE ET  
LE SUIVI DES PEUPELEMENTS OBSCURS  
EN MER MEDITERRANEE**

## TABLE DES MATIERES

A. LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS .....	4
I. LES HABITATS ET LES ESPECES ASSOCIES AUX GROTTES SOUS-MARINES.....	4
Les communautés des grottes semi-obscuras .....	4
Les communautés des grottes obscures .....	5
I.1. LES METHODES RELATIVES A L'ETUDE DES COMMUNAUTES DES GROTTES SOUS-MARINES .....	6
I.2. L'INVENTAIRE DES GROTTES SOUS-MARINES .....	7
I.2.a. La localisation des communautés des grottes sous-marines.....	7
I.2.b. La caractérisation des communautés des grottes sous-marines .....	8
I.3. La surveillance des communautés des grottes sous-marines conformément aux recommandations du Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) .....	9
I.4. Aperçu régional .....	10
II. LES HABITATS ET LES ESPECES ASSOCIES AUX MONTAGNES SOUS-MARINES, AUX CANYONS, AUX FONDS APHOTIQUES DURS (ET MEUBLES) ET AUX PHENOMENES CHIMIOSYNTHETIQUES .....	12
II.1. L'INVENTAIRE : LIEU ET CARACTERISATION .....	12
Les habitats dominés ou formés par les coraux durs.....	14
Les habitats formés par les coraux noirs .....	15
Les habitats dominés par les gorgones.....	16
Les habitats dominés par les pennatulacés .....	18
Les habitats avec d'autres anthozoaires .....	19
Les sols spongieux avec des démosponges .....	20
Les sols spongieux avec des hexactinellides.....	21
Les habitats mixtes d'éponges et de coraux .....	22
Les habitats formés par des crustacés .....	23
Les habitats des bryozoaires.....	23
Les habitats des polychètes .....	24
Les habitats des mollusques.....	25
Les autres habitats .....	26
La thanatocénose .....	27
II.2. LES METHODOLOGIES RELATIVES A L'ETUDE DES HABITATS DE HAUTE MER.....	28
II.3. LA SURVEILLANCE : LES INDICATEURS COMMUNS RELATIFS A LA SURVEILLANCE DES HABITATS DE HAUTE MER .....	30
II.4. Les études de cas .....	41
B. LES RECOMMANDATIONS .....	42
C. LES ANNEXES .....	43
D. LES REFERENCES.....	56

## A. LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS

Les habitats obscurs<sup>1</sup> sont répartis dans l'ensemble du bassin méditerranéen depuis la surface de la mer (notamment les grottes) jusqu'au domaine des eaux profondes. Divers habitats qui présentent un intérêt unique scientifique et pour la conservation, sont inclus dans cette vaste catégorie d'habitat, notamment les grottes obscures, les canyons sous-marins, les montagnes sous-marines et les éléments chimiosynthétiques dont dépendent les assemblages sensibles qui nécessitent une protection spéciale. Par conséquent, les habitats obscurs ont été pris en compte dans le cadre du Plan d'action adopté par la dix-huitième Réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone (Turquie, décembre 2013). Dans le cadre du calendrier de mise en œuvre du Plan d'action pour les habitats obscurs (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2015a), il convient d'identifier un ensemble de lignes directrices visant à réduire les pressions et menaces imminentes qui affectent ces assemblages vulnérables.

Ce document vise à mettre en place des lignes directrices relatives à l'inventaire et à la surveillance des habitats de haute mer et des grottes sous-marines de Méditerranée en vue de jeter les bases d'une évaluation à l'échelle régionale. En outre, il vise à examiner la répartition connue et les principales caractéristiques de ces écosystèmes. Bien que le Plan d'action pour les habitats obscurs couvre entièrement les grottes obscures<sup>2</sup>, les initiatives d'inventaire et de surveillance qui mettent l'accent sur les grottes sous-marines devraient tenir compte de l'habitat des grottes de façon globale. Par conséquent, ce document présente des méthodologies qui couvrent tant les grottes semi-obscurées qu'obscurées.

Bien que les connaissances scientifiques relatives aux habitats obscurs se soient améliorées au cours de ces dernières décennies, il existe encore des lacunes importantes. Le nombre d'activités et de pressions humaines qui affectent les habitats sous-marins s'est considérablement accru dans l'ensemble de la Méditerranée, notamment dans les habitats de haute mer (par exemple les pratiques de pêche destructrices telles que le chalutage de fond, l'exploration de pétrole et de gaz, l'extraction minière en eaux profondes) ; par conséquent, il est urgent de mettre en place un système de surveillance régional. Néanmoins, le développement d'initiatives d'inventaires complets et d'outils de surveillance devient extrêmement difficile, en raison de : (1) la rareté des informations sur l'état

actuel de ces habitats (la répartition, la densité des espèces essentielles, etc.), en raison du coût élevé et des difficultés d'accès, et (2) l'absence de données historiques et de séries chronologiques.

Dans ce cadre, les Aires marines protégées (AMP) pourraient être considérées en tant qu'outil essentiel pour la conservation et la surveillance des habitats obscurs. Toutefois, jusqu'à présent, il existe des lacunes évidentes relatives à la protection et à la surveillance des habitats de haute mer, du fait qu'ils sont essentiellement situés dans les zones au large des côtes, dans lesquelles les informations restent également limitées. Les Parties contractantes devraient aborder cette question dans les meilleurs délais afin de mettre en place des systèmes de contrôle visant la mise en œuvre des procédures de l'Approche écosystémique (EcAp) et tout particulièrement un Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) à l'échelle régionale.

## I. LES HABITATS ET LES ESPECES ASSOCIES AUX GROTTES SOUS-MARINES

Les grottes sous-marines abritent une variété de communautés sciaphiles, généralement réparties en fonction du schéma suivant : (a) une communauté dominée par une algue (pré-)coralligène<sup>3</sup> dans la zone d'entrée, (b) une zone semi-obscurée dominée par des invertébrés sessiles et filtreurs (essentiellement des éponges et des anthozoaires), et (c) une zone obscure qui est faiblement colonisée par des éponges, des polychètes serpulidés, des bryozoaires et des brachiopodes (Pérès, 1967). Néanmoins, force est de constater une pénurie déplorable d'informations relatives aux gradients des paramètres physico-chimiques qui agissent sur le biote des grottes sous-marines (Gili *et al.*, 1986; Morri *et al.*, 1994a; Bianchi *et al.*, 1998).

Une description générale des communautés des grottes semi-obscurées et obscures qui sont prises en compte dans le présent document figure ci-après.

### Les communautés des grottes semi-obscurées

Les substrats durs des grottes semi-obscurées sont généralement dominés par les invertébrés sessiles (éponges, anthozoaires et bryozoaires). Les espèces d'éponges les plus souvent enregistrées sont *Agelas*

<sup>1</sup>Les habitats obscurs sont les habitats dans lesquels soit la lumière du jour ne pénètre pas soit la lumière qui pénètre est insuffisante pour le développement des communautés de végétaux. Ils comprennent tant les grottes sous-marines peu profondes que les habitats profonds (généralement à des profondeurs au-dessous de 150/200 m).

<sup>2</sup><0.01% de la lumière à la surface de la mer, selon Harmelin *et al.* (1985).

<sup>3</sup>Les communautés coralligènes et des grottes semi-obscurées ont été intégrées dans le Plan d'action pour la conservation du coralligène et des autres bio-concrétions calcaires de Méditerranée (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2008).

oroides, *Petrosia ficiformis* (souvent décolorée), *Spirastrella cunctatrix*, *Chondrosia reniformis* (souvent décolorée), *Phorbast tenacior* et *Axinella damicornis* (voir Annexe I).

L'éponge *Aplysina cavernicola* a été décrite également en tant qu'espèce caractéristique de la communauté semi-obscur de la bassin nord-ouest de Méditerranée (Vacelet, 1959). Les éponges de la classe Homoscléromorphes (notamment *Oscarella* spp. et *Plakina* spp.) pourraient également contribuer de façon significative aux assemblages de spongiaires locales.

Trois faciès à anthozoaires ont été enregistrés dans les grottes semi-obscur (essentiellement sur les plafonds) (Pérès, 1967; Zibrowius, 1978): (i) un faciès à Scléactiniens *Leptopsammia pruvoti*, *Madracis pharensis* (particulièrement abondants dans le bassin oriental), *Hoplanguia durotrix*, *Polycyathus muelleriae*, *Caryophyllia inornata* et *Astroides calycularis* (les zones du sud de Méditerranée centrale et occidentale); (ii) un faciès à *Corallium rubrum* (Fig. 1),

plus courant au nord-ouest de la Méditerranée mais présent uniquement dans les eaux plus profondes (au-dessous de 50 m) dans le bassin nord-est ; et (iii) un faciès à *Parazoanthus axinellae*, plus courant à proximité de l'entrée des grottes ou dans les tunnels semi-obscur avec un régime hydrodynamique élevé (plus courant en mer Adriatique).

Le faciès à bryozoaires dressés (notamment *Adeonella* spp. et *Reteporella* spp.) se développe souvent dans les grottes semi-obscur (Pérès, 1967; Ros et al., 1985).

### Les communautés des grottes obscur

Le passage des communautés des grottes semi-obscur à obscur est confirmé par une forte baisse du couvert, de la biomasse, de la complexité tridimensionnelle, de la richesse des espèces et par l'aspect d'une couverture minérale noire d'oxydes de Mn-Fe sur le substrat (Pérès, 1967; Harmelin et al., 1985). Cette communauté est généralement faiblement co-



© Vasilis GEROVASILEIOU

Figure 1. Faciès à *Corallium rubrum* dans une grotte semi-obscur

lonisée par les spongiaires, les polychètes serpulides, les bryozoaires et les brachiopodes (Pérès, 1967).

Les espèces d'éponges les plus courantes sont *Petrosia ficiformis* (généralement décolorée), *Petrobiona massiliana* (essentiellement dans les grottes de Méditerranée occidentale), *Chondrosia reniformis* (généralement décolorée), *Diplastrella bistellata*, *Penares euastrum*, *P. helleri*, et *Haliclona mucosa* (voir Annexe I). Les polychètes serpulidés font partie des taxons dominants des grottes, dont les espèces typiques sont *Serpula cavernicola* et *Spiraserpula massiliensis* (Zibrowius, 1971; Bianchi & Sanfilippo, 2003; Sanfilippo et Mòllica, 2000).

Dans certaines grottes, l'espèce *Protula tubularia* forme des agrégats qui constituent la base de la création de bioconstructions; ces "biostalactites" sont construites par des invertébrés (serpulidés et bryozoaires), des foraminifères et des micro-organismes formant du carbonate (Sanfilippo et al., 2015). Les bryozoaires encroûtants (notamment *Celleporina caminata* et *Onychochella marioni*) peuvent également produire des constructions nodulaires dans la zone de transition entre les communautés des grottes semi-obscurées et obscures (Harmelin, 1985). Les brachiopodes (notamment *Joania cordata*, *Argyrotheca cuneata* et *Novocrania anomala*) sont courants dans les habitats des grottes obscures (Lo-

gan et al., 2004). L'espèce *N. anomala* est souvent observée en grand nombre, cimentée sur les parois et les plafonds des grottes (Logan et al., 2004).

Un certain nombre d'espèces des eaux profondes qui appartiennent à divers groupes taxonomiques (notamment les spongiaires et les bryozoaires) a été enregistré dans les grottes obscures du sublittoral, quelle que soit la profondeur (Zibrowius, 1978; Harmelin et al., 1985; Vacelet et al., 1994). Plusieurs espèces mobiles trouvent souvent abri dans les grottes obscures, notamment les mysidacés *Hemimysis margalefi* et *H. spelunca*, (Fig. 2) les décapodes *Stenopus spinosus*, *Palinurus elephas*, et *Plesionika narval* (plus courants dans les zones du sud-est de la Méditerranée) et les espèces de poissons *Apogon imberbis* et *Grammonus ater* (Pérès, 1967; Ros et al., 1985, Bussotti et al., 2015).

## I.1. METHODES POUR L'ETUDE DES COMMUNAUTES DES GROTTES SOUS-MARINES

Compte tenu des objectifs visés et des outils d'enquête à mettre en œuvre, cette synthèse sera subdivisée en deux sections, les méthodes d'inventaire et les méthodes de surveillance.



Figure 2. La crevette *Stenopus spinosus* dans une grotte obscure

## I.2. INVENTAIRE DES PEUPEMENTS DES GROTTES SOUS-MARINES

L'inventaire des peuplements des grottes sous-marines requiert deux niveaux :

- La localisation des grottes sous-marines (géo-référencement, topographie, cartographie, etc.)
- La caractérisation des peuplements (diversité, structure, couverture des espèces, etc.)

### I.2.a. Localisation des peuplements

La plongée est nécessaire pour l'inventaire, l'exploration et la cartographie des grottes sous-marines, (Fig. 3) à l'exception des grottes peu profondes de type semi-immersé, qui peuvent souvent être repérées et accessibles en surface de la mer<sup>4</sup>. Les communautés locales de plongeurs et de pêcheurs pourraient, dans une certaine mesure,

donner des informations élémentaires relatives à la localisation, à la profondeur et à la morphologie des grottes sous-marines, avant toute initiative de cartographie des grottes.

La topographie joue un rôle essentiel dans la structuration des peuplements des grottes sous-marines et, par conséquent, l'enregistrement des caractéristiques topographiques de base est important pour l'inventaire des grottes, de même que pour la conception de plans d'échantillonnage et de protocoles de surveillance appropriés.

Une bonne connaissance de la topographie de la grotte, avant le travail sur le terrain, est essentielle, pour des raisons de sécurité (Rastorgueff *et al.*, 2015). Les caractéristiques topographiques de base les plus notables à prendre en compte lors d'un inventaire de grotte sous-marine sont : la profondeur, l'orientation et les dimensions de(s) l'entrée(s) de la grotte ; la morphologie de la grotte (par exemple, ga-

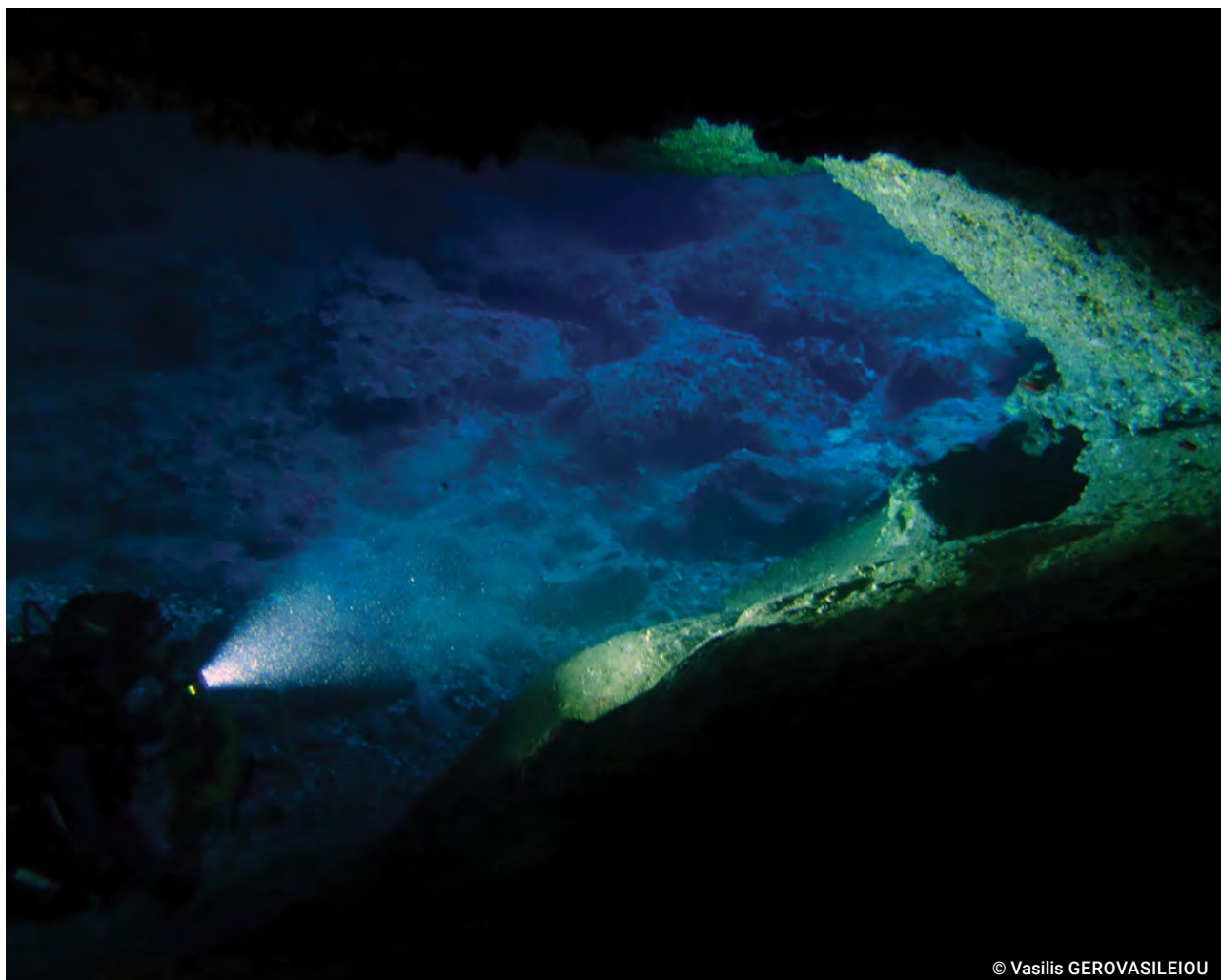


Figure 3. Exploration de grotte sous-marine en plongée

<sup>4</sup> Les grottes semi-submergées ne sont pas toujours suffisamment sombres pour permettre le développement de communautés typiques des grottes



lerie borgne ou tunnel) ; le niveau d'immersion (par exemple, grotte semi-immergée ou immergée) ; la profondeur d'eau maximale et minimale à l'intérieur de la grotte et la longueur totale de la grotte.

Le Registre mondial des espèces des grottes marines (WoRCS) de la base de données des espèces thématiques, du Registre mondial des espèces marines (WoRMS) (Gerovasileiou *et al.*, 2016a), donne les définitions de ces attributs topographiques. Il convient d'enregistrer également les caractéristiques abiotiques et biotiques uniques, notamment les micro-habitats qui pourraient abriter des peuplements distincts et des espèces rares (par exemple des cheminées hydrothermales, des sources d'eau douce, des bioconstructions, etc.).

Jusqu'à présent, un large éventail de méthodologies et d'équipement a été développé, essentiellement pour la cartographie des grottes et canaux terrestres et sous-marins, y compris des options de commande à distance (notamment Fairfield *et al.*, 2007; Stipanov *et al.*, 2008; Poole *et al.* 2011) et des plateformes de logiciels pour une modélisation tridimensionnelle (3D) des grottes (par exemple Sellers & Chamberlain, 1998, Boggus & Crawfis, 2009; Gallay *et al.*, 2015; Olu-dare Idrees & Pradhan, 2016).

En ce qui concerne la recherche biologique des grottes sous-marines en Méditerranée, un protocole rapide et rentable pour une cartographie et une visualisation en 3D des grottes sous-marines entièrement et partiellement immergées qui présentent une morphologie simple, non-dendritique, a été élaboré et décrit par Gerovasileiou *et al.* (2013). Il est possible d'appliquer cette méthode avec deux plongeurs en 1-2 plongées, ce qui permet la production automatique d'images en 3D de la morphologie de la grotte au moyen du logiciel "cavetopo" qui l'accompagne. Il convient de se doter d'un dispositif GPS afin de géoréférencer le lieu du point d'accès à la grotte sous-marine étudiée, au niveau de la surface de la mer.

Récemment, dans le cadre du projet Grotte-3D, trois grottes immergées du Parc National des Calanques (France) ont été représentées en modèles 3D à haute résolution par le biais de la photogrammétrie (Chermisky *et al.*, 2015).

Dendrinou *et al.* (2007) ont établi un protocole utile pour l'inventaire des grottes semi-immergées ; néanmoins, dans les zones qui abritent des populations de phoques moines de Méditerranée (*Monachus monachus*), ces initiatives devraient être réalisées au cours des périodes de faible activité du phoque dans la grotte (notamment à la fin du printemps/au début de l'été), en vue de minimiser les perturbations possibles. La majorité des grottes sous-marines de Méditerranée étudiées sont semi-immergées ou peu profondes et très peu dépassent une profondeur de 30 m, probablement en raison des contraintes logistiques du travail sous-marin. L'inventaire des formations de grottes plus profondes et complexes nécessite des

compétences et un équipement de plongée hautement spécialisés (notamment un appareil de respiration en circuit fermé – CCUBA), ce qui induit un plus grand risque que la plongée sous-marine classique. L'exploration de grottes et de surplombs en eaux profondes requiert l'utilisation de véhicules télécommandés (ROV), bien que cela implique de nombreuses restrictions.

### I.2.b. Caractérisation des communautés des grottes sous-marines

Les grottes sous-marines abritent des communautés biologiques bien diversifiées et uniques (Péres & Picard, 1949; Péres 1967; Riedl 1966; Harmelin *et al.*, 1985). Les principes généraux et méthodes de caractérisation des peuplements des grottes sous-marines sont similaires à ceux décrits pour le coralligène (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2015b).

L'utilisation de méthodes quantitatives non destructrices (notamment par photos de quadrats) pour l'étude de la structure de ces peuplements, est fortement recommandée (notamment Martí *et al.*, 2004 ; Bussotti *et al.*, 2006 ; Gerovasileiou & Voultziadou, 2016). Ces méthodes minimisent tant l'impact humain sur ces peuplements fragiles que la durée du travail sous-marin, tout en fournissant les conditions de référence pour la surveillance de sites déterminés (Bianchi *et al.*, 2004).

En raison des limites de l'identification visuelle de plusieurs taxons benthiques, la collecte d'échantillons qualitatifs supplémentaires est souvent nécessaire. L'adoption de substituts taxonomiques, morphologiques et fonctionnels pour l'étude du benthos sessile des grottes sous-marines pourrait faciliter encore plus leur étude et surveillance non destructrices (Parravicini *et al.*, 2010 ; Nepote *et al.*, 2017 ; Gerovasileiou & Voultziadou, 2016 ; Gerovasileiou *et al.*, 2017).

Les logiciels de traitement d'image avancés dédiés à la recherche biologique marine intègrent les méthodes et outils pour l'extraction précise de la couverture/de l'abondance des espèces à partir des photos de quadrats (notamment Teixidó *et al.*, 2011 ; Trygonis & Sini, 2012). Des évaluations semi-quantitatives par le biais de recensements visuels sous-marins pourraient également apporter des informations précieuses dans certains cas.

Il est également possible d'appliquer des méthodes de recensement visuel pour l'étude de la structure de la faune mobile de la grotte ; en particulier, une méthode de recensement visuel par transects modifiée (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) adaptée aux habitats des grottes, a été élaborée et appliquée dans plusieurs grottes méditerranéennes pour l'étude des assemblages de poissons (Bussotti *et al.*, 2002; 2006; Bussotti & Guidetti, 2009; Bussotti *et al.*, 2015) de même que des crustacés décapodes (Denitto *et al.*, 2009).

L'échantillonnage au moyen de carottiers portatifs est nécessaire pour l'étude des communautés des sédiments meubles du fonds des grottes (Todaro *et al.*, 2006; Janssen *et al.*, 2013; Navarro-Barranco *et al.*, 2012 ; 2014).

### I.3. SUIVI DES PEUPELEMENTS DES GROTTES SOUS-MARINES SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET D'EVALUATION INTEGRE (IMAP)

L'absence de données quantitatives et de séries chronologiques, sur le long terme, des grottes sous-marines, dans la plupart des zones de Méditerranée, constitue une entrave importante à l'évaluation des changements de leur état écologique. Toutefois, il existe des éléments attestant d'une altération avec le temps des grottes du nord-ouest de la Méditerranée, suggérant qu'il pourrait y avoir une diminution non prise en compte de la qualité à une échelle plus vaste (Parravicini *et al.*, 2010; Rastorgueff *et al.*, 2015; Gubbay *et al.*, 2016).

Les pressions les plus importantes qui affectent les peuplements des grottes sous-marines sont : les dommages mécaniques sur les espèces fragiles, provoqués par les activités de plongée non réglementées, les dommages physiques et l'envasement dus aux activités d'infrastructures côtières et marines, à la pollution marine (notamment les effluents des stations de traitement des eaux usées, les déchets en mer), aux activités humaines d'extraction (notamment la récolte du corail), à la hausse de la température de la mer et probablement aux espèces non indigènes (Chevaldonné & Lejeusne,

2003; Guarnieri *et al.*, 2012; Giakoumi *et al.*, 2013; Gerovasileiou *et al.*, 2016b).

Conformément aux recommandations de l'IMAP, il est suggéré que les futurs systèmes de surveillance des grottes sous-marines tiennent compte essentiellement des indicateurs communs relatifs à la biodiversité (EO1):

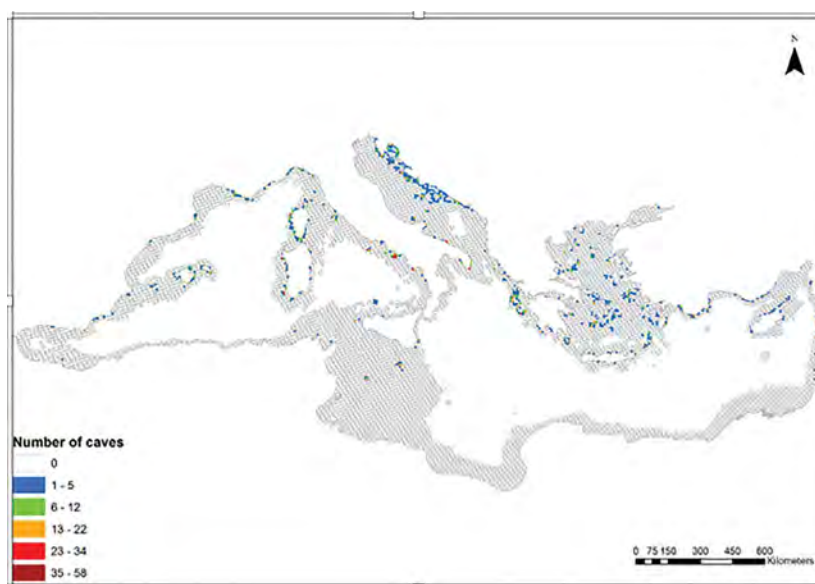
#### OE1 – Indicateur commun 1 "Aire de répartition des habitats" :

Jusqu'à présent, près de 3000 grottes sous-marines (semi-immergées et entièrement immergées) ont été enregistrées dans le bassin méditerranéen (voir Carte 1), selon le dernier recensement (Giakoumi *et al.*, 2013); la majorité de ces grottes (97%) se situe au nord de la Méditerranée, ce qui comprend un pourcentage plus élevé de côtes carbonatées et elles sont plus largement étudiées.

Les études de cas ci-après présentent des données supplémentaires relatives au nombre de grottes connues enregistrées dans les diverses régions méditerranéennes. Néanmoins, le nombre exact de grottes sous-marines qui pénètrent les côtes rocheuses du bassin méditerranéen est encore inconnu et des efforts de cartographie détaillée sont nécessaires en vue de combler ces lacunes en termes de répartition, notamment dans les régions sous-marines de l'est et du sud.

#### OE1 – Indicateur commun 2 "Condition des espèces et communautés typiques de l'habitat"

L'Annexe présente un inventaire des espèces qui sont fréquemment notifiées dans les grottes sous-



Carte 1. Distribution des grottes sous-marines en Méditerranée ; les différentes couleurs représentent le nombre de grottes dans une aire de 10 x 10 km<sup>2</sup> (d'après Giakoumi *et al.*, 2013).

marines de Méditerranée<sup>5</sup>. Toutefois, la plupart des connaissances actuelles concernent le biote associé aux parois et voûtes rocheuses des grottes, et il existe moins d'informations relatives à l'endofaune des sédiments des sols des grottes (Bianchi & Morri, 2003).

Les grottes sous-marines se caractérisent par un degré élevé d'hétérogénéité naturelle et leurs communautés présentent des différences qualitatives et quantitatives en termes de composition des espèces dans les différentes écorégions de Méditerranée (Gerovasileiou & Voultsiadou, 2012; Bussotti *et al.*, 2015). Par exemple, une espèce qui est considérée traditionnellement comme caractéristique des grottes du bassin occidental (notamment *Corallium rubrum*) peut être rare, voire absente, du bassin oriental et vice versa. Par conséquent, la liste est annotée avec des commentaires relatifs à la répartition de certains taxons.

L'élimination des invertébrés sessiles fragiles (notamment les bryozoaires *Adeonella* spp. et *Reteporella* spp.) ou les formes de croissance particulières (notamment les grands invertébrés dressés) et le remplacement des mysidacés endémiques des grottes par des congénères thermotolérants constituent les exemples les plus frappants des altérations négatives subies par les peuplements des grottes (Chevaldonné & Lejeusne, 2003; Guarnieri *et al.*, 2012; Nepote *et al.*, 2017).

Les dommages causés aux organismes fragiles peuvent être plus facilement évités dans les grottes situées à l'intérieur des zones de protection marines, qui peuvent être protégées, gérées et surveillées plus efficacement. L'utilisation de substituts taxonomiques ainsi que de descripteurs morphologiques et fonctionnels du benthos sessile pourrait grandement aider les initiatives de surveillance (Parravicini *et al.*, 2010; Gerovasileiou & Voultsiadou, 2016; Gerovasileiou *et al.*, 2017; Nepote *et al.*, 2017).

Un répertoire axé sur l'écosystème pour l'évaluation de la qualité écologique des écosystèmes des grottes sous-marines a été récemment élaboré et testé dans le bassin méditerranéen occidental (Rastorgueff *et al.*, 2015). Selon cette approche, les caractéristiques suivantes pourraient indiquer un état de grande qualité : une forte couverture spatiale des suspensivores avec une forme tridimensionnelle (notamment *C. rubrum*) et de grands organismes filtreurs (notamment les spongiaires *Petrosia ficiformis* et *Agelas oroides*), de même que la présence d'essaims de mysidacés et de plusieurs espèces de poissons et de décapodes omnivores et carnivores.

La surveillance des communautés et des invertébrés sessiles des grottes sous-marines qui présentent

de faibles taux de croissance pourrait également bénéficier des caractéristiques des méthodes de quantification en 3D, au moyen de la photogrammétrie (par exemple, Chemisky *et al.*, 2015).

#### Autres indicateurs de l'IMAP

Les autres indicateurs de l'IMAP qui pourraient être pris en compte à titre complémentaire, notamment dans les zones à plus haut risque, sont : l'OE2 - Tendances de l'abondance, occurrence temporelle et répartition spatiale des espèces non indigènes, en particulier les espèces invasives non indigènes, concernant les principaux vecteurs et voies de propagation de telles espèces (essentiellement en mer Levantine) ; l'OE8 - Longueur de côte soumise à des perturbations dues à l'influence des structures artificielles, qui devrait être également utilisé pour l'évaluation de l'OE1 sur l'étendue de l'habitat (Indicateur commun 1) ; l'OE9 - occurrence, origine (si possible) et étendue des événements critiques de pollution aiguë (par ex. déversements accidentels d'hydrocarbure, de dérivés pétroliers et substances dangereuses) et leur incidence sur les biotes touchés par cette pollution ; et l'OE10 - tendances relatives à la quantité de déchets dans la colonne d'eau, y compris les microplastiques et les déchets reposant sur les fonds marins.

L'Annexe II présente un formulaire à remplir qui pourrait être utilisé comme base pour l'enregistrement (a) des caractéristiques topographiques de base, (b) des espèces caractéristiques des différents composants fonctionnels de l'approche écosystémique de Rastorgueff *et al.* (2015), (c) des espèces protégées et (d) des pressions et menaces.

## I.4. APERÇU RÉGIONAL

### Méditerranée occidentale

Jusqu'à présent, 1046 grottes sous-marines ont été enregistrées dans le bassin de la Méditerranée occidentale (Giakoumi *et al.*, 2013). Le littoral rocheux de la mer Tyrrhénienne et du bassin algéro-provençal a été étudié de façon approfondie en termes de biodiversité de grottes, avec 822 et 650 taxons enregistrés dans ces deux zones respectivement (Gerovasileiou & Voultsiadou, 2014).

Les premières et certaines des études les plus influentes sur la diversité et la structure des peuplements des grottes sous-marines ont été effectuées sur le littoral français, italien et catalan (notamment Pérès & Picard, 1949 ; Riedl, 1966 ; Harmelin *et al.*, 1985 ; Ros *et al.*, 1985 ; Bianchi & Morri, 1994, Bianchi *et al.*, 1996).

<sup>5</sup> Cette liste d'espèces n'est pas exhaustive, mais comprend un grand nombre de grottes semi-sombres et sombres à l'échelle méditerranéenne selon Gerovasileiou & Voultsiadou (2012, 2014).

Une synthèse des connaissances existantes sur les grottes marines italiennes, accumulée durant cinquante ans de recherche, a été compilée par Cicogna *et al.* (2003). Les grottes entièrement immergées de Figuer, Jarre, Riou, Trémies et Triperie sur les côtes karstiques de Marseille, font partie des grottes méditerranéennes les plus riches en espèces et la célèbre grotte des Trois pépés a été caractérisée comme “mésocosme d’eaux profondes” tout à fait unique dans la zone du sublittoral, qui abrite des éléments fauniques des eaux profondes dans ses secteurs obscurs intérieurs (Vacelet *et al.*, 1994 ; Harmelin, 1997).

Les grottes sous-marines de la région de Palinuro (mer Tyrrhénienne) abritent des sources sulfureuses dont dépendent les réseaux trophiques fondés sur la chimiosynthèse (Bianchi *et al.*, 1994; Morri *et al.*, 1994b; Southward *et al.*, 1996), présentant des analogies avec les écosystèmes chimiosynthétiques des eaux profondes.

La diversité connue des grottes sous-marines diminue vers les secteurs insulaires et du sud du bassin de la Méditerranée occidentale, en fonction des différences de température et de conditions trophiques (Uriz *et al.*, 1993) et d’une diminution importante des efforts de recherche (Gerovasileiou & Voultsiadou, 2014). La mer d’Alboran, par exemple, est l’une des zones les moins étudiées en termes de faune des grottes sous-marines (mais voir Navarro-Barranco *et al.*, 2014; 2016). Néanmoins, des expéditions de recherche récentes dans le cadre du projet MedKeyHabitats, ont apporté des informations de base relatives aux côtes marocaines de la mer d’Alboran qui étaient sous-étudiées (PNUE/PAM-CAR/ASP, 2016).

Dans le cadre de la récente évaluation de l’état de la qualité écologique de 21 grottes de Méditerranée occidentale, au moyen de l’index CavEBQI, 14 grottes présentaient un état favorable (qualité écologique bonne/élevée) et il n’a été observé aucune grotte présentant un mauvais état écologique (Rastorgueff *et al.*, 2015). Toutefois, une comparaison des données obtenue en 1986 et en 2009, de la grotte de Bergeggi (mer Ligurienne, Italie), a révélé une diminution de la qualité écologique, attribuée aux vagues de chaleur de l’été (Parravicini *et al.*, 2010 ; Rastorgueff *et al.*, 2015).

### **Mer Ionienne et Méditerranée centrale**

Les côtes occidentales de la mer Ionienne font partie des zones les mieux étudiées de Méditerranée, en termes de biodiversité des grottes sous-marines, avec près de 700 taxons rapportés dans cette zone (Gerovasileiou & Voultsiadou, 2014). Jusqu’à présent, 375 grottes sous-marines de la mer Ionienne et du Plateau tunisien/Golfe de Sidra sont connues (Giakoumi *et al.*, 2013). La majorité des inventaires, initiatives de cartographies et études de la biodiversité à l’échelle régionale a été effectuée dans la Péninsule

du Salento (e.g. Onorato *et al.*, 1999; Bussotti *et al.*, 2002; 2006; Denitto *et al.*, 2007; Belmonte *et al.*, 2009; Bussotti & Guidetti, 2009) et en Sicile (e.g. Rosso *et al.*, 2013; 2014; Sanfilippo *et al.* 2015). La grotte de Piccola del Ciolo, l’une des grottes sous-marines de Méditerranée les plus étudiées, a été évaluée comme présentant une qualité écologique élevée, au moyen de l’index CavEBQI (Rastorgueff *et al.*, 2015).

En mer Ionienne orientale, un nombre considérable de grottes se situent dans le parc marin national de Zakynthos (NMPZ), en Grèce. Les grottes sous-marines de cette zone ont été récemment étudiées et évaluées en termes d’état écologique (V. Gerovasileiou – HCMR / NMPZ, données non publiées).

### **Mer Adriatique**

La mer Adriatique abrite 708 grottes sous-marines (Giakoumi *et al.*, 2013) abritant près de 400 taxons (Gerovasileiou & Voultsiadou, 2014). Les côtes croates font partie des zones les mieux étudiées de Méditerranée en termes de géologie des grottes anchialines et sous-marines (notamment des initiatives de cartographie détaillée de Surić *et al.*, 2010) et de biodiversité (notamment Riedl, 1966, Bakran-Petricioli *et al.*, 2007 ; 2012 ; Radolovic *et al.* 2015). En particulier, la grotte Y de l’île de Dugi Otok, constitue l’une des grottes les plus riches en espèces du bassin méditerranéen et des spongiaires en eaux profondes ont été observés dans les grottes des îles de Hvar, Lastovo, Veli Garmenjaj, Iški Mrtovnjak et Fraškerić (Bakran-Petricioli *et al.*, 2007). Récemment, des inventaires des habitats des grottes sous-marines et de leurs peuplements ont été effectués au Monténégro et en Albanie, dans le cadre du projet MedKeyHabitats.

### **Mer Egée et mer Levantine**

Les côtes du bassin oriental de la Méditerranée abritent près d’un tiers (738) des grottes sous-marines enregistrées en Méditerranée, essentiellement le long du littoral complexe des îles grecques en mer Egée (Giakoumi *et al.*, 2013). Un total de 520 taxons a été observé dans les grottes des mers Egée et Levantine (324 et 157 respectivement) (Gerovasileiou *et al.*, 2015). L’île de Lesbos au nord de la mer Egée, abrite deux des grottes les mieux étudiées en termes de diversité (près de 200 taxons enregistrés dans chaque grotte), de structure et de fonction des communautés (Gerovasileiou & Voultsiadou, 2016 ; Sanfilippo *et al.*, 2017).

Plusieurs grottes éparpillées dans l’écorégion de la mer Egée ont été récemment étudiées pour leur biodiversité, structure communautaire et qualité écologique (V. Gerovasileiou, données non publiées). L’une des zones insulaires les plus connues en termes de formations de grottes sous-marines, se situe dans le parc marin national d’Alonissos au nord des Spo-

rades, et abrite de nombreux habitats de grottes, essentiels pour la survie du phoque moine de Méditerranée en danger *M. monachus* (Dendrinou et al., 2007). Les côtes libanaises abritent la majorité des grottes levantines étudiées (notamment Bitar & Zibrowius, 1997; Pérez et al., 2004; Vacelet et al., 2007). Quarante-six espèces non indigènes ont été enregistrées dans 80 % des grottes et tunnels sous-marins connus en mer Levantine, essentiellement dans leurs zones d'entrée et semi-obscur (Gerovasileiou et al., 2016b), indiquant une nouvelle menace potentielle des peuplements des grottes qu'il conviendrait de surveiller de façon plus approfondie.

## II. LES HABITATS ET LES ESPECES ASSOCIES AUX MONTAGNES SOUS-MARINES, CANYONS, FONDS APHOTIQUES DURS (ET MEUBLES) ET AUX PHENOMENES CHIMIOSYNTHE TIQUES

Les habitats obscurs sont soit ceux dans lesquels aucune lumière ne parvient soit ceux qui reçoivent de la lumière, mais insuffisamment pour le développement des communautés de végétaux. Ils comprennent tant les habitats des grottes que des eaux profondes, généralement à des profondeurs en dessous de 150/200 m (voir la Carte 2).

Dans certaines formations géologiques qui comprennent traditionnellement des habitats obscurs il peut se produire que, en raison de leur vaste éventail bathymétrique, des parties de celles-ci se trouvent dans la zone photique. C'est le cas pour les sommets des montagnes sous-marines et la tête des canyons. L'importance de maintenir leur intégrité justifie le fait d'en-

sager d'inclure tous ces habitats dans la classification des habitats obscurs.

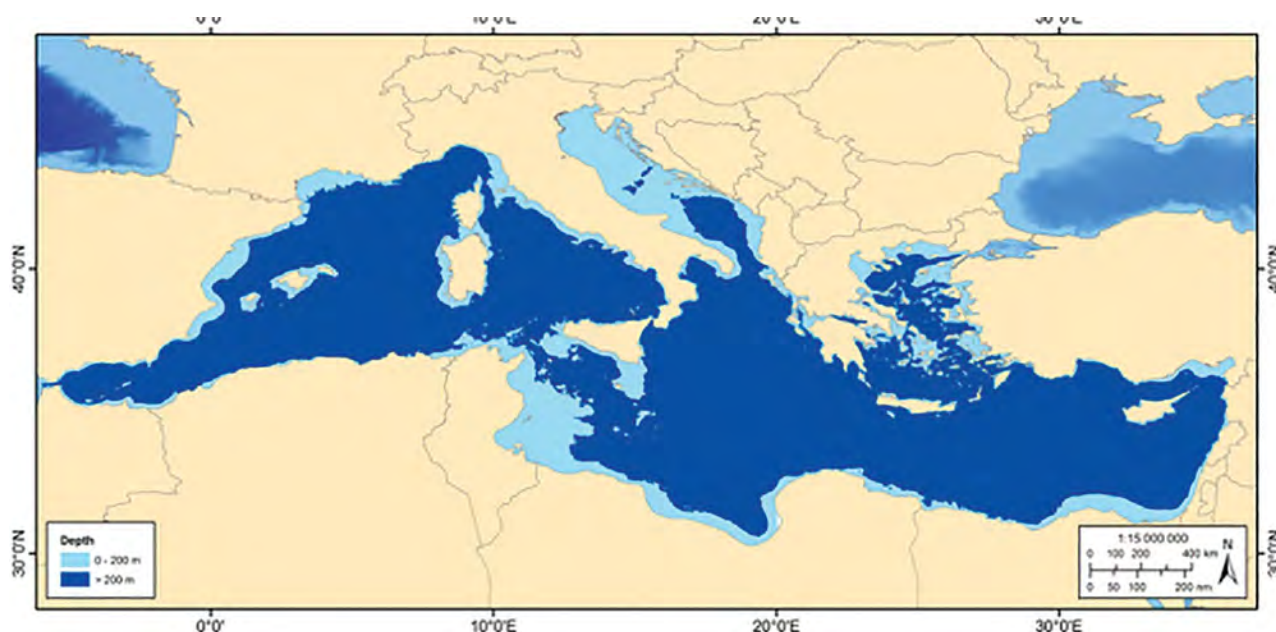
Les habitats obscurs sont présents dans diverses et vastes étendues de Méditerranée, du fait que cette mer présente une profondeur moyenne de près de 1500 m et plusieurs de ses fonds sous-marins dans des zones aphotiques.

Tel que convenu et établi dans le Plan d'action pour les Habitats obscurs, les communautés biologiques existantes seront analysées comme suit:

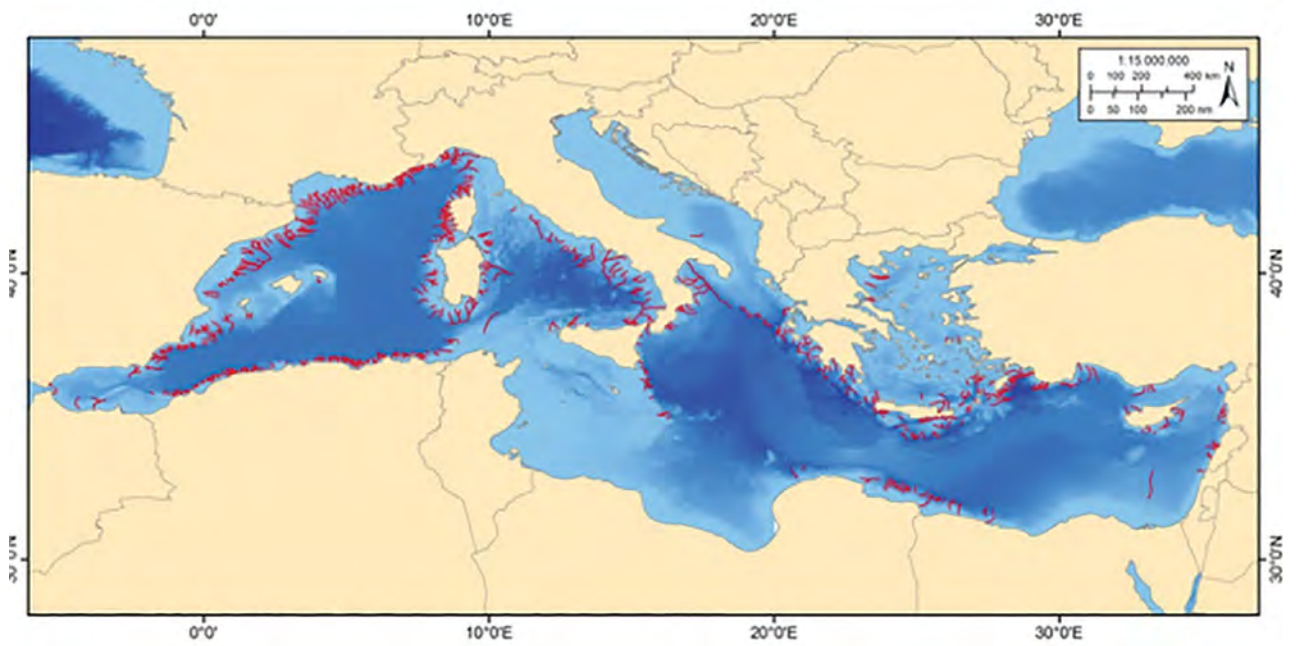
- Les assemblages des canyons sous-marins
- Les assemblages d'invertébrés benthiques ingénieurs
  - Les forêts de corail noir et de gorgones des substrats durs
  - Les faciès à *Isidella elongata* et les faciès à *Pennatula* des substrats friables
  - Les associations de grandes éponges et de "coraux des eaux profondes" présentes sur les deux types de substrats
- Les assemblages chimiosynthétiques des eaux profondes
- Les assemblages associés aux montagnes sous-marines

Il convient toutefois de mentionner également les autres types d'habitats obscurs découverts récemment qui sont plus difficiles à inclure dans cette catégorisation mais qui, grâce aux avancées des connaissances scientifiques, sont ajoutés aux inventaires des habitats de haute mer.

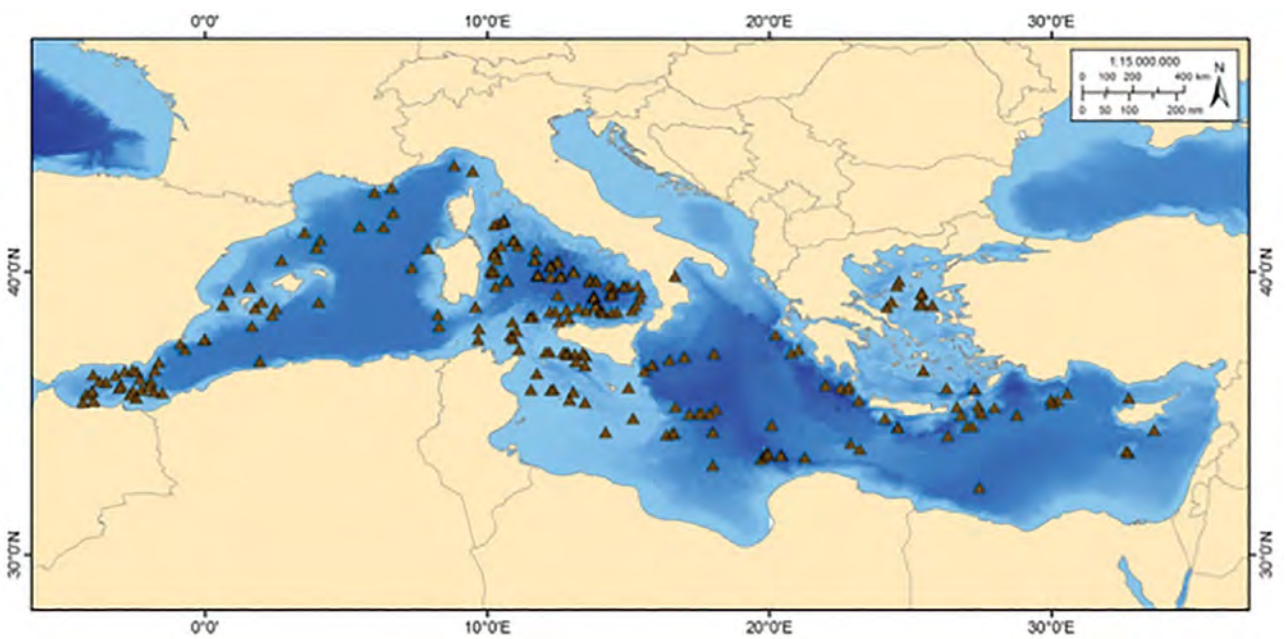
En Méditerranée, 518 grands canyons ont été identifiés (Harris & Whiteway, 2011), de même que près de 242 montagnes sous-marines ou structures semblables (Würtz & Rovere, 2015) et il existe près de vingt sites pour lesquels des assemblages chimiosynthétiques



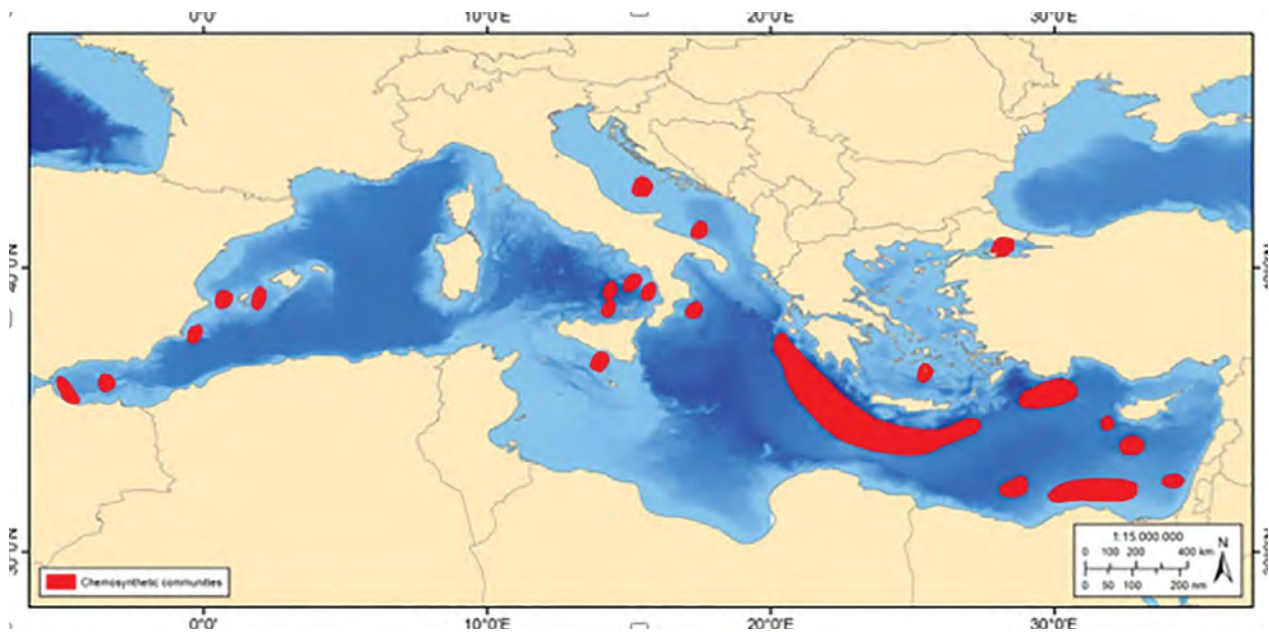
Carte 2. Les zones de haute mer de Méditerranée, en dessous de 200 m de profondeur



Carte 3. Répartition des canyons sous-marins de Méditerranée  
(compilé par les auteurs sur la base de données disponibles provenant de différentes sources)



Carte 4. Répartition des montagnes sous-marines de Méditerranée  
(compilé par les auteurs sur la base de données disponibles provenant de différentes sources)



Carte 5. Zones identifiées présentant des assemblages à base chimiosynthétique (compilé par les auteurs sur la base de données disponibles provenant de différentes sources)

de haute mer ont été confirmés (Taviani, 2014). Toutefois, il existe encore de nombreux canyons, structures et sites sous-marins qui impliquent le rejet de gaz et qui n'ont pas encore été étudiés, ce qui modifiera très certainement ces chiffres. De même, 80% des fonds marins de Méditerranée ont une profondeur de plus de 200 m, et pourraient donc probablement abriter des habitats obscurs (voir les Cartes 3, 4 et 5).

## II. 1. L'INVENTAIRE : LIEU ET CARACTERISATION

Les espèces formant des habitats les plus caractéristiques des zones aphotiques sont les spongiaires et les anthozoaires, bien que d'autres embranchements et classes, notamment les mollusques, les vers tubicoles polychètes, les bryozoaires, les crustacés cirripèdes, etc. puissent également jouer un rôle important dans certains cas ou constituer un élément fondamental des habitats mixtes, par le biais de la formation de bioconstructions complexes ou de grandes communautés qui fournissent des structures tridimensionnelles.

### Les habitats dominés ou formés par les coraux durs (Scleractinia)

Les plus connus sont les coraux récifaux des eaux froides, essentiellement formés de *Lophelia pertusa* et de *Madrepora oculata*. Ils se trouvent généralement sur les substrats rocheux (notamment les montagnes sous-marines, les canyons ou les escarpements) bien qu'il soit également possible de les observer dans les zones fortement limoneuses.

Leur zone bathymétrique se situe généralement entre près de -200 m jusqu'à une profondeur de plus de -1000 m, et ils ont été observés tant en Méditerranée occidentale que centrale et orientale, dans des lieux tels que les montagnes sous-marines de Cabliers, Chella et Avempace en mer d'Alboran (de la Torriente *et al.*, 2014; Pardo *et al.*, 2011; Lo Iacono *et al.*, 2014), dans les canyons du Golfe du Lion et les zones avoisinantes, notamment Cassidaigneet Creus (Fourt & Goujard, 2012; Orejas *et al.*, 2009; Gori *et al.*, 2013a; Bourcier & Zibrowius, 1973), dans les canyons du sud de la Catalogne (par exemple, le canyon de La Fonera, Lastras *et al.*, 2016), au sud de la Sardaigne dans le Canyon de Nora (Taviani *et al.*, 2016b), dans le golfe de Naples (Taviani *et al.*, 2016c), au large de Santa Maria di Leuca au nord de la mer Ionienne (D'Onghia *et al.*, 2012; Mastrototaro *et al.*, 2010; Savini *et al.*, 2010; Taviani *et al.*, 2005a,b; Vertino *et al.*, 2010), au sud de Malte et dans d'autres sites du détroit de Sicile (Evans *et al.*, 2016; Freiwald *et al.*, 2009; Schembri *et al.*, 2007; Taviani *et al.*, 2009, 2011a), à proximité de la dépression de Jabuka-Pomo (Županović, 1969), dans le canyon de Bari et au large d'Apulia au sud-ouest de l'Adriatique (Angeletti *et al.*, 2014; D'Onghia *et al.*, 2015; Freiwald *et al.*, 2009), dans les canyons du Monténégro (Angeletti *et al.*, 2014, 2015a), en mer Adriatique, dans la dépression au large de Thassos dans le nord de la mer Egée (Vafidis *et al.*, 1997), dans la mer de Marmara (Taviani *et al.*, 2011b), dans les eaux profondes de l'Arc hellénique au sud du bassin égéen/levantin (Fink *et al.*, 2015), entre autres.

L'arbre corail est un autre corail dur qui forme d'importants habitats sous-marins (*Dendrophyllia* spp.). *D. cornigera* (Fig. 4) peut former des agrégations denses dans les fonds marins profonds, bien qu'il soit rare,

en Méditerranée, d'observer des lieux de populations denses. Sa zone bathymétrique peut aller des eaux peu profondes à des profondeurs de plus de 600 m. Il a été observé essentiellement dans le bassin occidental, sur les montagnes sous-marines de la mer d'Alboran (de la Torriente *et al.*, 2014; Pardo *et al.*, 2011), dans les canyons sous-marins du golfe du Lion et de Corse (Orejas *et al.*, 2009; Gori *et al.*, 2013a; Fourt & Goujard, 2014), sur le plateau et talus continental de l'archipel des Baléares (Orejas *et al.*, 2014), sur les montagnes sous-marines de la mer Tyrrhénienne (Bo *et al.*, 2011) dans la mer Ligurienne (Bo *et al.*, 2014), dans certaines zones de Méditerranée centrale (Würtz & Rovere, 2015), y compris sur les bancs de la mer Ionienne (Tursi *et al.*, 2004) et au sud de la mer Adriatique (Angeletti *et al.*, 2015; Freiwald *et al.*, 2009).

*Dendrophyllia ramea* est plus courant dans les eaux peu profondes. Récemment, toutefois, des communautés de *D. ramea* ont été observées dans les eaux profondes de Méditerranée orientale, notamment dans les fonds sous-marins profonds de Chypre (Orejas *et al.*, sous presse) et les canyons sous-marins au large du Liban (R. Aguilar, Obs.pers.). Il est possible d'observer ces deux espèces dans les fonds sous-marins rocheux et meubles. En outre, dans la partie nord de la côte sicilienne, à une profondeur entre 80 et 120 m, une vaste population de *D. ramea* avec plusieurs colonies a été récemment découverte. Des dommages graves ont été observés sur plusieurs colonies, dus aux engins de pêche perdus (S. Canese, Obs. pers.). Il est probable que cette espèce présentait une abondance et une répartition plus diffuses dans le passé.

D'autres coraux durs coloniaux forment des agrégations denses dans certains lieux, notamment *Madracis pharensis*, - une composante typique des assemblages de grottes, particulièrement abondante dans les affleurements coralligènes de Méditerranée orientale - abondante dans les têtes des canyons et les eaux côtières du Liban, à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 300 m, parfois sous forme d'agrégations mixtes avec des brachiopodes, des mollusques et des polychètes (R. Aguilar, Obs. pers.). Des colonies d'*Anomocora fecunda* ont été observées sur les montagnes sous-marines de la mer d'Alboran (de la Torriente *et al.*, 2014) des fonds sous-marins, à des profondeurs entre 200 et 400 m.

Il existe également des coraux solitaires qui créent parfois d'importantes agrégations. C'est le cas notamment du *Desmophyllum dianthus* pan-méditerranéen, un corail solitaire avec un habitat pseudo-colonial observé tant dans les canyons que dans les fonds sous-marins profonds, seul ou participant à la formation de récifs avec *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata* (de la Torriente *et al.*, 2014; Freiwald *et al.*, 2009; Fourt *et al.*, 2014; Galil & Zibrowius, 1998; Montagna *et al.*, 2006; Taviani *et al.*, 2011b, 2016a,b). Les membres du genre *Caryophyllia* vivent sur les fonds rocheux et détritiques et peuvent être importants dans certains lieux. Par exemple, *Caryophyllia calveri* est l'une des espèces de coraux solitaires les plus courantes dans les fonds rocheux profonds, en mesure de former des communautés denses, parfois parallèlement aux scléactiniaires tels que *Javania cailleti*, *Stenocyathus vermiformis* et d'autres *Caryophyllia* spp. Ils ont également été observés dans les



Figure 4. *Dendrophyllia cornigera*, Banc du Catifas



montagnes sous-marines, les escarpements ou les fonds rocheux (Aguilar *et al.*, 2014; Aguilar *et al.*, 2013; Mastrototaro *et al.*, 2010; Galil & Zibrowius, 1998).

Pour les fonds meubles, essentiellement les sables détritiques, depuis les sables du circalittoral profond jusqu'à des profondeurs de 400/500 m, *Caryophyllia smithii* peut couvrir des zones importantes (de la Torriente *et al.*, 2014), tout comme *Flabellum* spp. dans l'Atlantique (par exemple: Serrano *et al.*, 2014; Baker *et al.*, 2012).

### Les habitats formés par les coraux noirs

Les antipathaires ou coraux noirs ne sont représentés en Méditerranée que par quelques espèces, bien que ce chiffre puisse augmenter avec la découverte récente d'au moins une espèce inconnue jusque là.

Les espèces qui présentent les densités les plus élevées sont *Antipathella subpinnata*, *Leiopathes glaberrima*, et (parfois) *Parantipathes larix* qui peut former des assemblages monospécifiques (notamment Bo *et al.*, 2009, 2015; Ingrassia *et al.*, 2016). *Antipathes dichotoma* (Fig. 5) est également présente à de fortes densités mais fait très souvent partie d'autres communautés de corail noir parallèlement aux gorgones. Elles ont une vaste répartition bathymétrique avec quelques espèces présentes à des profondeurs relativement faibles ( $\approx 60$  m) (Bo *et al.*, 2009) et d'autres qui s'étendent vers la zone bathyale superficielle (et parfois même dans la zone du circalittoral profond) et atteignent des profondeurs de plus de 1000 m. On sait que quelques *Leiopathes* sp. sont présents à des profondeurs de près de 4000 m (Molodtsova, 2011). Des agrégations denses ont été observées sur les montagnes sous-marines de la mer d'Alboran (de la Torriente *et al.*, 2014), de l'archipel des Baléares (Gri-

nyó, 2016) et de la mer Tyrrhénienne (Ingrassia *et al.*, 2016; Fourt *et al.*, 2014), au sud-ouest de la Sardaigne (Cau *et al.*, 2016; Bo *et al.*, 2015), sur les escarpements du sud de Malte (Evans *et al.*, 2016; Deidun *et al.*, 2014), en mer Ionienne (Mytilineou *et al.*, 2014) et à l'est de la mer Adriatique (Angeletti *et al.*, 2014; Taviani *et al.*, 2016a). Des apparitions sporadiques ont également été notifiées dans divers sites méditerranéens, notamment sur l'Escarpement de Malte et au large de Rhodes (Angeletti *et al.*, 2015a; Taviani *et al.*, 2011b).

*Antipathella subpinnata* occupe normalement les zones moins profondes des sommets des montagnes sous-marines (de la Torriente *et al.*, 2014; Bo *et al.*, 2009) mais elle peut atteindre de plus grandes profondeurs et présente une vaste répartition en Méditerranée, essentiellement dans les bassins occidental et central mais également en mer Egée (Bo *et al.*, 2008; Vafidis & Koukouras, 1998). *Antipathella wollestoni* également été enregistrée en Méditerranée, à proximité du détroit de Gibraltar (Ocaña *et al.*, 2007). Récemment, il a été observé que d'autres espèces de corail noir formaient des agrégations denses. A titre d'exemple, *Parantipathes larix*, dans certaines zones de la mer d'Alboran (Pardo *et al.*, 2011) et dans les eaux profondes de l'archipel toscan et des Pontines de la mer Tyrrhénienne (Bo *et al.*, 2014b, Ingrassia *et al.*, 2016), de même qu'en Corse et en Provence (Fourt *et al.*, 2014) et une nouvelle espèce d'antipathaires (pas encore décrite), sur les montagnes sous-marines du sud de la mer d'Alboran, notamment sur les bancs de Cabliers.

*Parantipathes larix* présente une vaste répartition bathymétrique, de 120 m jusqu'à des profondeurs de plus de 2000 m (Opresko and Försterra, 2004; Fabri *et al.*, 2011; Bo *et al.*, 2012b), alors que le nouveau



Figure 5. *Antipathes dichotoma* et *Leiopathes glaberrima*, Malte.

corail noir n'a pu être observé qu'à des profondeurs entre 180/400 m bien que sa répartition puisse être plus étendue.

Toutes les espèces de corail noir sont observées sur des fonds durs, bien qu'elles puissent supporter une certaine sédimentation et qu'elles puissent être présentes sur les fonds rocheux légèrement recouverts de sédiments. Elles sont également présentes dans les montagnes sous-marines, les canyons ou les milieux des eaux profondes où existent des substrats durs.

### Les habitats dominés par les gorgones

Les assemblages de gorgones des eaux profondes de Méditerranée (Alcyonacea sauf Alcyoniina) peuvent être extrêmement diversifiés et présentent une vaste répartition géographique et bathymétrique.

La majorité des espèces se fixe sur un substrat dur, bien que certaines puissent supporter des niveaux élevés de sédimentation et quelques espèces peuvent être présentes sur des fonds meubles, tant détritiques que boueux.

Certains des assemblages, notamment ceux formés par la gorgone atlantico-méditerranéenne *Callogorgia verticillata*, (Fig. 6), atteignent des densités plus élevées. Des "forêts" denses ont été observées dès la zone du circalittoral profond et peuvent s'étendre jusqu'à des profondeurs de plus de 1000 m (Angeletti et al., 2015a; Evans et al., 2016; de la Torriente et al., 2014). Ces forêts peuvent être monospécifiques ou être formées de plusieurs espèces de gorgones (notamment *Bebryce mollis*, *Swiftia pallida*), d'antipathaires (notamment *L. glaberrima* et *A. dichotoma*) ou de coraux scléactiniaires blancs (notamment *L. pertusa*, *Dendrophyllia* spp). Cette espèce s'associe souvent à la gorgone fouet (*Viminella flagellum*), tout particulièrement dans les zones du circalittoral profond et bathyales supérieures (Lo lacono et al., 2012; Giusti et al., 2012), où elle est plus courante.

D'autres espèces qui sont couramment présentes sur les substrats durs du talus continental, notamment *Acanthogorgia hirsuta* qui peut être présente sous forme de colonies isolées (Grinyó et al., 2016) ou formant des assemblages denses (Fourt et al., 2014b; Aguilar et al., 2013), parfois avec d'autres gorgones, telles que *Placogorgia* spp., sur les pentes des montagnes sous-marines ou sur les bords en pente douce des escarpements (de la Torriente et al., 2014). Il s'agit également d'une espèce faisant partie intégrante des alcyonacés qui se développent parmi les débris de coraux ou avec d'autres communautés de coraux et de gorgones des fonds sous-marins profonds, généralement au-dessous de 250/300 m.

*Eunicella cavolini* et *E. verrucosa* sont les seules espèces du genre *Eunicella* présentes sur les fonds rocheux à de grandes profondeurs. *Eunicella cavolini* a été observée à des profondeurs de 280 m dans le canyon de Nice (Fourt & Chevaldonné Obs. pers.).

Toutefois, ces espèces sont plus courantes au sommet des montagnes sous-marines, formant des assemblages monospécifiques ou mixtes avec *Paramuricea clavata* (De la Torriente et al., 2014; Aguilar et al., 2013).

Cette dernière espèce est rarement observée au-dessous de 140/150 m mais est très abondante sur les sommets des montagnes sous-marines, notamment les bancs de Palos, du Chella (Aguilar et al., 2013), ou sur les têtes de certains canyons (Pérez-Portela et al., 2016), notamment le canyon de Cassidaigne où elle est présente à une profondeur de près de 200m (Fourt et al., 2014). Elle partage cette caractéristique avec *E. cavolini*, qui a été observée sur les fonds rocheux des têtes des canyons de la mer des Baléares (Grinyó et al., 2016) et du golfe du Lion (Fourt & Goujard, 2012).

Il existe une grande variété de petites gorgones qui peuvent former des fourrés denses (Grinyó et al., 2016; Angiolillo et al., 2014) ou co-exister avec d'autres grandes espèces, notamment *C. verticillata*, des antipathaires ou aux côtés d'espèces de coraux bâtisseurs de récifs des eaux froides (Evans et al., 2016).

Parmi ces espèces, il est possible d'observer *Bebryce mollis*, *Swiftia pallida*, *Paramuricea macrospina* et *Villogorgia bebrycoides*, qui peuvent être présentes sur des substrats instables et des fonds détritiques grossiers, depuis la bordure du plateau (voire même dans la zone du circalittoral profond) jusqu'à des profondeurs de 600/700 m (Aguilar et al., 2013; Angeletti et al., 2014; Evans et al., 2016; Grinyó et al., 2015; Taviani et al., 2016b).

*Swiftia pallida*/*S. dubia* forme d'importants fourrés d'espèce unique dans la zone bathyale supérieure, généralement entre 200 et 700 m, bien qu'elle puisse présenter une zone bathymétrique plus vaste. Elle est largement répartie en Méditerranée, ayant été observée dans les montagnes sous-marines de la mer d'Alboran (de la Torriente et al., 2014) jusqu'à des lieux aussi éloignés que les canyons au large du Liban (Aguilar, Obs. pers.) et d'Israël (Zvi Ben Avraham). Elle peut être présente sur les fonds détritiques rocheux et profonds, tolérant un certain niveau de sédimentation.

*Muriceides lepida* et *Placogorgia massiliensis*, d'autre part, sont présentes en tant qu'espèces accompagnantes dans l'un des assemblages décrits ci-dessus, bien qu'elles puissent également être les espèces dominantes de certains escarpements ou en combinaison avec des agrégations d'éponges ou d'autres communautés benthiques (Evans et al., 2016; Maldonado et al., 2015). Il est possible d'observer ces deux espèces en Méditerranée occidentale et centrale dans des zones allant de 300 m à des profondeurs de plus de 1000 m.

Le cas de *Dendrobrachia bonsai* est similaire, bien qu'il s'agisse d'une espèce associée à des

profondeurs plus élevées (généralement au-dessous de 400/500 m). Elle forme des fourrés dans les fonds rocheux profonds ou en tant qu'espèce dominante dans les zones escarpées et les canyons qui présentent des pentes abruptes (Evans *et al.*, 2016; de la Torriente *et al.*, 2014; Sartoretto, 2012).

Quant à *Nicella granifera*, jusqu'à présent, cette espèce a été observée uniquement en Méditerranée occidentale, dans les montagnes sous-marines entre la mer d'Alboran et la mer des Baléares (Aguilar *et al.*, 2013). Elle présente une répartition bathymétrique profonde, généralement au-dessous de 400 m.

Enfin, le corail rouge (*Corallium rubrum*) indique une vaste répartition bathymétrique qui s'étend des grottes des eaux peu profondes de la zone de l'infralittoral jusqu'à des profondeurs supérieures à 1000 m dans la zone bathyale (Rossi *et al.*, 2008; Taviani *et al.*, 2010; Knittweis *et al.*, 2016). Bien qu'il puisse former des forêts d'espèce unique sur les fonds rocheux ou constituer l'espèce prédominante des escarpements et des grottes (Cau *et al.*, 2016b), il a également été observé dans le cadre de forêts mixtes, associé à des coraux blancs, à des antipathaires ou à de grandes

gorgones (Constatini *et al.*, 2010; Freiwald *et al.*, 2009; Evans *et al.*, 2016).

Sur les fonds meubles, la communauté la plus caractéristique est celle du corail bambou (*Isidella elongata*). Il s'agit d'une espèce qui est pratiquement exclusive à la Méditerranée et qui apparaît généralement sur les fonds boueux à des profondeurs supérieures à 400 m. Elle est également observée sur les montagnes sous-marines de la mer d'Alboran et de la mer des Baléares (de la Torriente *et al.*, 2014; Aguilar *et al.*, 2013; Mastrototaro *et al.*, 2017), dans les fonds sous-marins profonds du talus espagnol (Cartes *et al.*, 2013), devant les canyons du golfe du Lion (Fabri *et al.*, 2014), au-dessus des hauts-fonds de Carloforte (Bo *et al.*, 2015), dans la plaine bathyale de Malte (Aguilar, Obs. pers.) et en mer Ionienne (Mytilineou *et al.*, 2014), entre autres lieux.

Il existe d'autres espèces des fonds meubles, notamment *Spinimuricea* spp. (Topçu & Öztürk, 2016; Bo *et al.*, 2012b; Aguilar *et al.*, 2008), à des profondeurs allant de la zone du circalittoral à la zone bathyale supérieure, sur les fonds détritiques soit des zones côtières, soit des zones de haute mer, parfois aux côtés de pen-

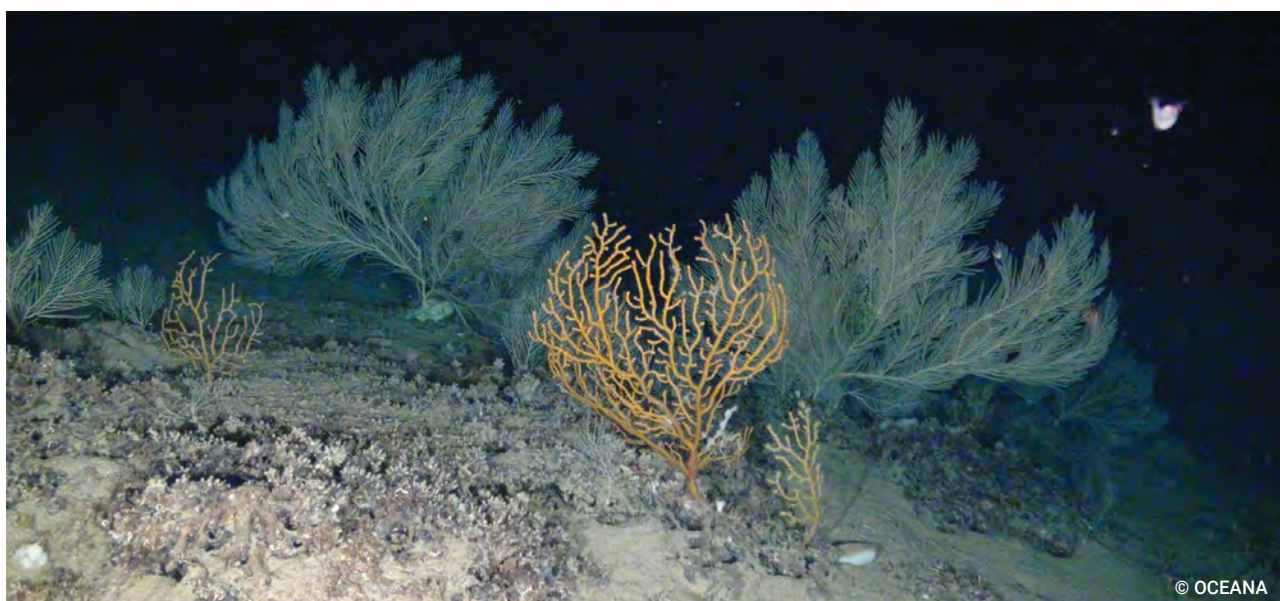


Figure 6. *Callogorgia verticillata* et *Placogorgia* sp., Mont sous-marin de Ses Olives

natulacés et d'alcyoniidae. L'espèce *Eunicella filiformis*, se développe librement sur les fonds sous-marins détritiques (Templado *et al.*, 1993) et présente une répartition similaire à celle de *Spinimuricea* spp.

### Les habitats dominés par les pennatulacés

Puisqu'il s'agit d'espèces qui enfouissent une partie de leur colonie dans le substrat, elles ont besoin de fonds meubles, soit sablonneux soit boueux, entre la zone de l'infralittoral et les profondeurs de la zone bathyale. Elles peuvent par conséquent être présentes dans tout type de fonds meubles des

montagnes sous-marines et des canyons et dans les plaines bathyales et les bordures des plateaux, etc.

Les espèces des genres *Pennatula* et *Pteroeides* peuvent former des communautés mixtes qui deviennent nombreuses sur les bordures des plateaux et au début du talus (par exemple, le banc de Chella) (de la Torriente *et al.*, 2014; Aguilar *et al.*, 2013; Gili & Pagès, 1987). Les espèces peuvent varier en fonction de la profondeur, *Pennatula rubra* (Fig. 7) étant plus fréquente dans les zones peu profondes, alors que *P. phosphorea* occupe les fonds sous-marins plus profonds, à des profondeurs atteignant les parties

boueuses de la zone bathyale. Leur répartition est pan-méditerranéenne.

*Virgularia mirabilis* et *Veretillum cynomorium* constituent également des espèces qui présentent une vaste répartition bathymétrique et géographique. Observées dans l'ensemble de la Méditerranée, sur les pentes des montagnes sous-marines, les bordures des plateaux, les plaines et les canyons, etc. (Aguilar *et al.*, 2013; Gili & Pagès, 1987), elles occupent les fonds boueux-sablonneux, depuis les zones de l'infralittoral jusqu'aux zones bathyales, se mêlant parfois également à d'autres pennatulacés ou formant des communautés monospécifiques.

*Funiculina quadrangularis* partage également les caractéristiques d'autres pennatulacés mais il s'agit d'une espèce typique des fonds meubles profonds, observée dans l'ensemble de la Méditerranée, à des profondeurs allant de la zone du circalittoral jusqu'aux profondeurs de la zone bathyale. Elle forme des forêts denses dans les zones de plateau, dans les zones en pente douce des canyons et dans les interstices boueux-sablonneux des montagnes sous-marines, etc. (Fabri *et al.*, 2014; de la Torriente *et al.*, 2014 ; Morri *et al.*, 1991). Elle peut être présente dans des communautés mixtes avec d'autres pennatulacés, du corail bambou ou

d'autres espèces des fonds meubles, notamment les divers bryozoaires et spongiaires.

Récemment, un autre pennatulacé dont la répartition semblait être exclusive à l'Atlantique, a été découvert dans plusieurs zones de Méditerranée (mer des Baléares, Méditerranée centrale et mer Ionienne). Il s'agit de *Protoptilum carpenteri* (Mastrototaro *et al.*, 2015, 2017; Aguilar, Obs. pers.), qui a une préférence pour les mêmes substrats et semble très similaire à *Funiculina quadrangularis*, passant ainsi parfois inaperçu.

Enfin, *Kophobelemnon stelliferum* constitue une espèce typique des fonds boueux profonds (généralement au-dessous de 400/500 m) – bien que parfois moins profonds (Fourt *et al.*, 2012) – qui peut, comme pour d'autres pennatulacés, être présente mêlée à d'autres caractéristiques de communautés biologiques de ces fonds sous-marins (*Isidella elongata*, *Funiculina quadrangularis*, *Kinetoskias* sp). Elle a été observée sur les sommets des montagnes sous-marines profondes, notamment à Avempace en mer d'Alboran (Pardo *et al.*, 2011) ou dans les zones bathyales de la mer Ionienne, comme à Santa Maria di Leuca (Mastrototaro *et al.*, 2013).



Figure 7. Pennatulacés - *Pennatula rubra*, Liban

### Les habitats avec d'autres anthozoaires

D'autres groupes d'anthozoaires, notamment Alcyoniidae, les anémones de mer (Actiniaires) et les cérinthides donnent également lieu à des caractéristiques de communautés des habitats obscurs.

Il s'agit d'espèces nouvellement découvertes ou redécouvertes, telles que *Chironophthya mediterranea* (Fig. 8) (López-González *et al.*, 2014) et *Nidalia studeri* (López-González *et al.*, 2012), qui créent des agrégations denses dans les zones du circalittoral inférieur et bathyales, à des profondeurs entre

environ 150 m et 400 m. Elles sont présentes sur les fonds durs et sur les substrats présentant des graviers et des sédiments grossiers des montagnes sous-marines, des bordures des pentes et des canyons sous-marins. Leur répartition géographique connue s'étend de la Méditerranée occidentale à la Méditerranée centrale, bien qu'une répartition plus vaste n'ait pas été exclue.

Des espèces tout aussi importantes, notamment *Alcyonium palmatum* et *Paralcyonium spinulosum* (Marin *et al.*, 2014; PNUE-PAM-CAR/ASP, 2013; Bo *et*

al., 2011; Marin et al., 2011b; Templado et al., 1993), en raison de leur plasticité leur permettant d'occuper tant les fonds meubles que durs, peuvent coloniser de vastes zones de Méditerranée, tant dans les habitats peu profonds qu'obscurs, généralement observées sur les sommets des montagnes sous-marines. Il est tout à fait courant pour ces espèces de s'associer à d'autres anthozoaires.

Pour ce qui concerne les anémones, actuellement seule *Actinauge richardii* peut être considérée comme espèce des habitats obscurs qui forme des communautés d'importance. Habituelle dans les fonds sédimentaires, de préférence sablonneux, entre les zones du circalittoral et bathyales, elle est observée en grand nombre sur les pentes douces des montagnes sous-marines de Méditerranée occidentale ou dans les plaines bathyales de Méditerranée centrale (Aguilar, Obs. pers.).

Enfin, les anémones tubulaires ou cérianthides, constituent un autre ordre d'anthozoaires qui présentent des colonies et qui peuvent atteindre des densités élevées dans les fonds sous-marins bathyaux détritiques et boueux. Ainsi, par exemple, *Cerianthus membranaceus* peut être présente en groupes compacts d'individus éparpillés sur une vaste zone, notamment les pentes ou autour des canyons (Lastraset al., 2016; Aguilar et al., 2008) alors qu'*Arachnanthus* spp. est généralement présente en groupes de centaines ou de milliers d'individus légèrement séparés les uns des autres (Aguilar et al., 2014; Marín et al., 2011).

### Les sols spongieux avec des démonsponges

Plusieurs démonsponges donnent lieu à des agrégations denses, parfois en tant qu'espèce dominante et parfois en combinaison avec des coraux et des gor-

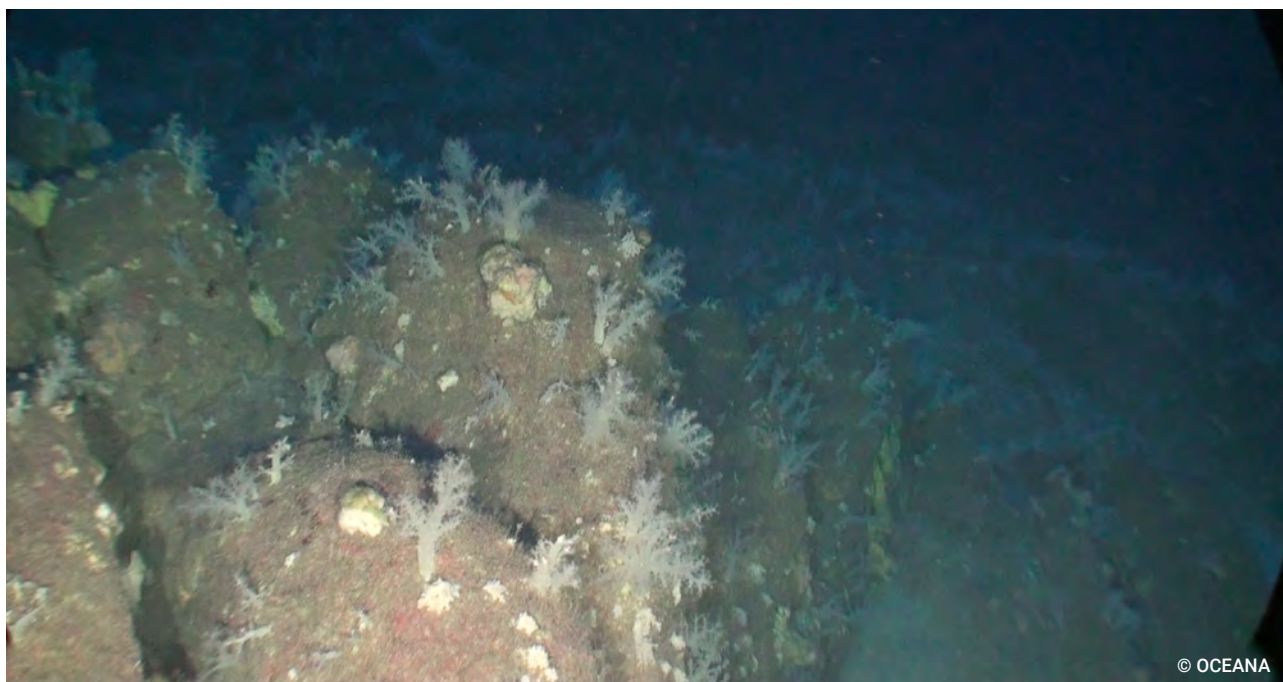


Figure 8. Anthozoaires - *Chironephthya mediterranea*, Mont sous-marin de Palos

gones. *Poecillastra compressa* et *Pachastrella monilifera* semblent présenter la répartition géographique la plus vaste de Méditerranée et jouer un rôle important dans les écosystèmes profonds (Angeletti et al., 2014; Bo et al., 2012; Calcinai et al., 2013; Taviani et al., 2016a), alors que ceux du genre *Phakellia* sont plus courants en Méditerranée occidentale (de la Torriente et al., 2014; Aguilar et al., 2013). Ils peuvent commencer à apparaître dans le circalittoral inférieur, mais leur présence est plus courante dans la zone bathyale.

La Méditerranée orientale abrite les grands Dictyocératides du genre *Spongia*, *Ircinia*, *Sarcotragus*, *Scalariispongia* de même que les Agélasides (notamment *Agelas oroides*), etc., qui sont courants dans les zones peu profondes, telles que les têtes de canyons,

les bordures des plateaux et les zones bathyales supérieures (Aguilar, Obs. pers.).

Tant les Axinellides que les Haplosclérides peuvent présenter un comportement similaire, devenant abondants dans les zones du circalittoral profond et bathyales supérieures, en particulier dans les montagnes sous-marines et d'autres fonds rocheux (Aguilar et al., 2013; Bo et al., 2012b; Bo et al., 2011). Des démonsponges de la famille des Desmidae ou des Trepatinellides (par exemple "Lithistida"), peuvent former de grandes agrégations, voire des formations récifales, dans les zones bathyales profondes, comme celles de *Leiodermatium pfeifferae*, observée dans les montagnes sous-marines à des profondeurs de plus de 700 m, à proximité des îles Baléares (Maldonado

et al., 2015) et sur le banc de Méjean entre 380 et 455 m (Fourt & Chevaldonné, Obs. pers.). On ne sait pas si d'autres "éponges pierre" sont présentes en Méditerranée, notamment *Leiodermatium lynceus* ou *Neophrissospongia nolitangere*, qui donnent lieu à des formations similaires dans l'Atlantique, pourraient également en faire autant en Méditerranée.

Dans les fonds meubles, la présence d'agrégations d'éponges est limitée à quelques rares espèces, telles que *Thenea muricata*, courante dans les fonds boueux de la zone bathyale dans l'ensemble de la Méditerranée (Evans et al., 2016; Fourt et al., 2014; de la Torriente et al., 2014; Pansini & Musso, 1991), parfois avec la présence de l'éponge carnivore *Cladorhiza abyssicola*, alors que *Rhizaxinella pyrifer* est plus courante dans les fonds sablonneux-détritiques mais est présente

également dans les suintements froids des volcans de boue (Olu-Le Roy et al., 2004).

### Les sols spongieux avec des hexactinellides

Les grandes éponges siliceuses *Asconema setubalense* (Fig. 10) sont les plus importantes dans la formation de ces agrégations d'éponges en Méditerranée occidentale (Boury-Esnault et al., 2015; Aguilar et al., 2013), essentiellement sur les fonds rocheux des montagnes sous-marines à des profondeurs au-dessous de 200 m, mais n'ont pas été observées au-delà de la mer d'Alboran.

Avec une répartition bien plus vaste en Méditerranée, atteignant le bassin oriental, *Tetrodictyum reiswégi* (Boury-Esnault et al., 2017; 2015; Aguilar et al., 2014) est

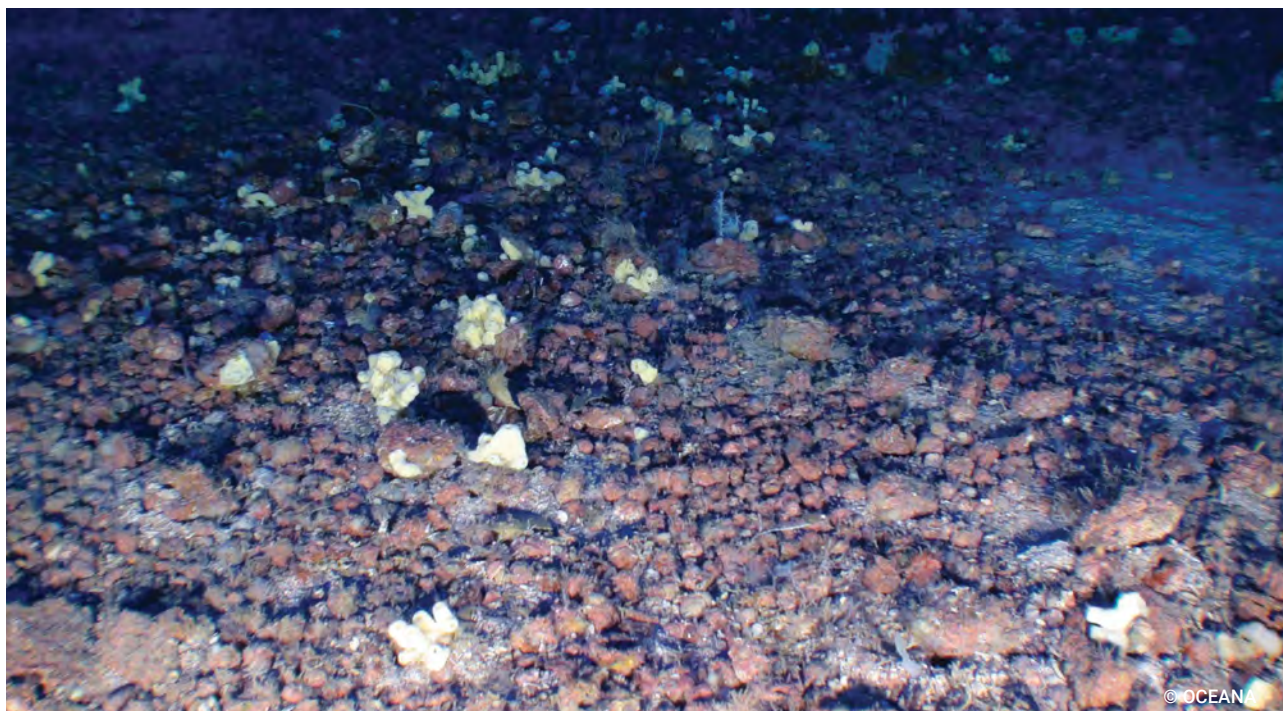


Figure 9. Démosponges - *Aplysina aerophoba* et *rhodolith bed*, Mont sous-marin Ausias March

plus limitée que l'éponge mentionnée précédemment et est généralement moins nombreuse, bien qu'elle puisse former des agrégations sur les fonds durs des montagnes sous-marines, les escarpements et dans les canyons, etc., à des profondeurs entre 200 et 2500 m.

On ne sait pas si d'autres espèces d'hexactinellides qui sont présentes en Méditerranée peuvent former des agrégations similaires à celles qu'elles créent dans l'Atlantique, comme pour le genre *Aphrocallistes* ou *Farrea* (Boury-Esnault et al., 2017).

Une autre éponge, *Pheronema carpenleri*, peut également donner lieu à d'importantes formations, mais

dans ce cas sur des fonds boueux. En Méditerranée, elle est présente de la mer d'Alboran à la mer Tyrrhénienne, à des profondeurs entre 350 m et plus de 2000 m (Boury-Esnault et al., 2015).

### Les habitats mixtes d'éponges et de coraux

Toutes les espèces d'anthozoaires et d'éponges (Fig. 11) mentionnées ci-dessus qui présentent une répartition bathymétrique et une préférence de substrats similaires peuvent former des habitats mixtes. En fonction d'autres conditions environnementales, l'un ou l'autre des taxons peut être dominant.



Figure 10. Hexactinellides - *Asconema setubalense*, Banc de Chella

### Les habitats formés par des crustacés

Il existe deux groupes de crustacés qui donnent lieu à des habitats de haute mer en Méditerranée : les cirripèdes et les Ampeliscidés (Fig. 12).

En ce qui concerne les cirripèdes, *Balanomorpha Pachylasma gigantea* constitue l'espèce dominante, et contribue même aux habitats coralliens des eaux profondes (Angeletti et al., 2011; Schembri et al., 2007), bien que *Megabalanus* spp. puisse



Figure 11. Eponges et coraux - Eponge, corail, *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata*, Banc de Catifas

également créer un certain nombre de communautés d'importance, généralement avec des mollusques et des coraux (Aguilar, Obs. pers.).

Pour les Ampeliscidés, leurs tubes couvrent de vastes extensions de fonds sédimentaires. Il existe plusieurs douzaines d'espèces du genre *Ampelisca*, *Haploops* et *Byblis* qui sont présentes sur les bordures des pentes, sur les pentes douces des escarpements et dans les canyons et même dans les montagnes sous-marines et les champs hydrothermaux (Bellan-Santini, 1982; Dauvin & Bellan-Santini, 1990; Marín *et al.*, 2014; Esposito *et al.*, 2015; Aguilar, Obs. pers.), à des

profondeurs qui varient des bordures des plateaux ou des sommets des montagnes sous-marines jusqu'à des profondeurs de plus de 700 m.

### Les habitats des bryozoaires

Les bryozoaires forment généralement des agrégations mixtes avec d'autres espèces d'invertébrés benthiques (Fig. 13), mais dans certains cas ils peuvent être dominants, comme c'est le cas des grandes espèces arborescentes du genre *Reteporella*, *Hornera*, *Pentapora*, *Myriapora* et *Adeonella*, etc. Toutes se fixent sur des substrats rocheux mais également sur du gra-



Figure 12. Crustacs - Champs d'Ampeliscids et *Raja montagui*, Mont sous-marin d'Ausias

vier ou des sédiments grossiers et leur répartition couvre l'ensemble de la Méditerranée.

Les espèces massives, appartenant pour la plupart aux genres *Celleporina* et *Turbicellepora*, peuvent également former de grandes colonies souvent associées à des gorgonacées (Rosso Pers. Obs.).

Bien que ces espèces soient courantes dans les fonds peu profonds, elles peuvent s'étendre à des zones plus profondes (Bellan-Santini *et al.*, 2002), y compris les escarpements, les fonds rocheux profonds et les sommets des montagnes sous-marines, etc. (de la Torriente *et al.*, 2014; Aguilar *et al.*, 2010).

Les bryozoaires sont généralement associés au CWC où ils sont représentés par peu d'espèces, développant principalement de petites colonies encroûtantes (Rosso *et al.*, 2010). En Méditerranée et, bien entendu, dans l'Atlantique, les squelettes de scléactiniens des pro-

fondeurs marines sont colonisés par des bryozoaires, pour lesquels ces squelettes constituent une excellente occasion d'obtenir un habitat stable dans une position élevée (Zabala *et al.*, 1993). La face cachée des coquilles mortes (thanatocénoses ou non) constitue également un habitat privilégié pour les bryozoaires incrustés dans les eaux profondes ainsi que dans la zone côtière.

Dans les fonds meubles, depuis des profondeurs de 350/400 m, quelques espèces pourchassées, notamment *Kinetoskias* sp. (Maldonado *et al.*, 2015; Aguilar *et al.*, 2013, Harmelin & D'Hondt, 1993, Aguilar, Obs. pers.), voire des espèces de la famille des Candidae (Aguilar, Obs. pers.), ainsi que certaines espèces de mm taille peuvent commencer à apparaître (Rosso *et al.*, 2010). Ces bryozoaires qui vivent dans les fonds boueux ont été observés en Méditerranée occidentale et centrale.



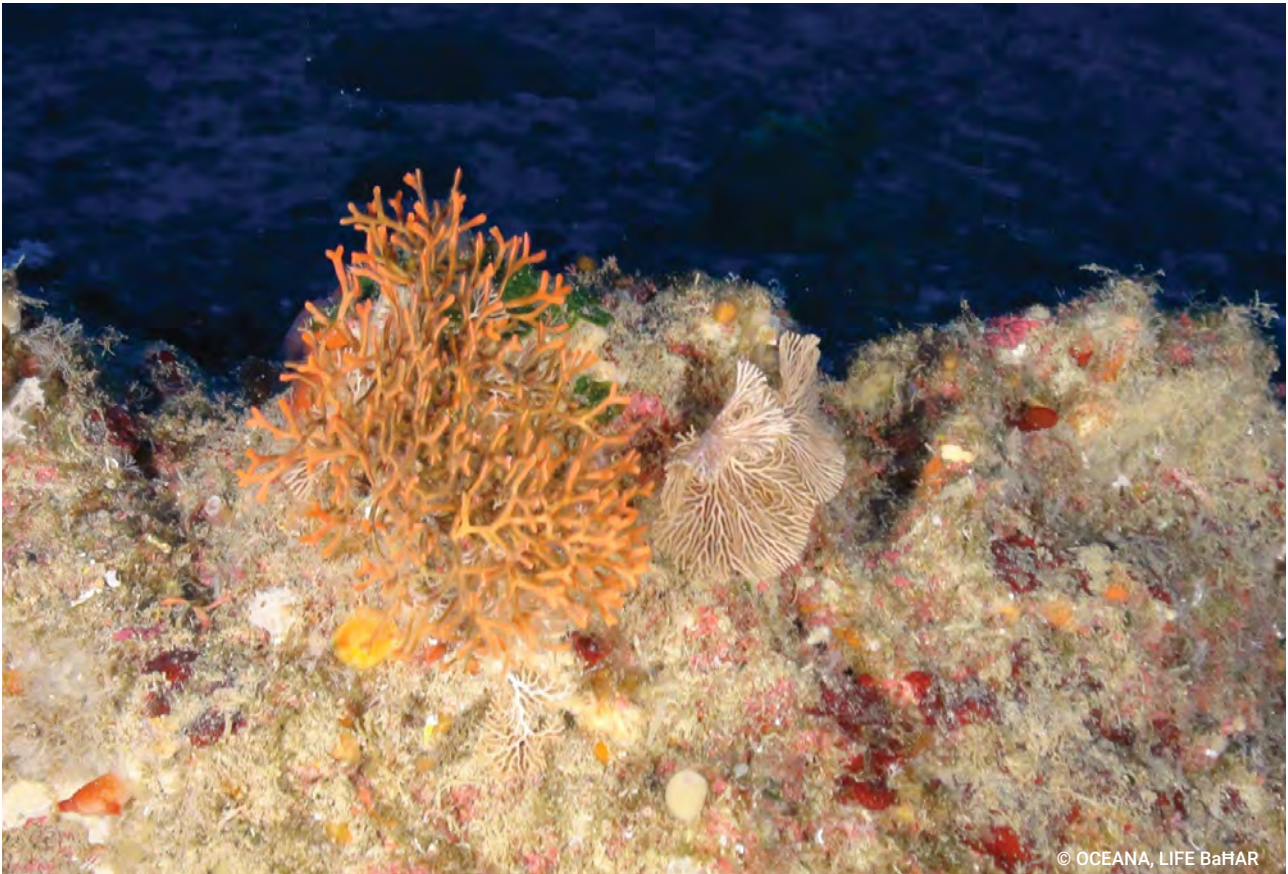


Figure 13. Bryozoaires- *Adeonella calveti* et *Hornera frondiculata*, Malte

### Les habitats des polychètes

De nombreux polychètes forment des associations avec des espèces telles que les anthozoaires, les spongiaires et les brachiopodes, etc. sur les substrats rocheux des escarpements et des montagnes, dans les canyons et les grottes, etc. mais peuvent également être présents sous forme d'agrégats d'espèce unique ou sous forme d'espèce dominante des fonds meubles.

Les sabellidés et serpulidés font partie des polychètes tubicoles les plus largement répartis. Ils forment des agrégats denses dans les fonds sédimentaires profonds autour de l'île d'Alboran, tel que *Sabella pavonina* (Gofas *et al.*, 2014); créent de petits récifs avec des coraux, comme pour *Serpula vermicularis* dans le canyon du Bari (Sanfilippo *et al.*, 2013); ou en grand nombre, occupent les vastes zones des fonds détritiques sur les pentes des montagnes sous-marines, le talus continental ou les têtes des canyons sous-marins, notamment *Filograna implexa* (Würtz & Rovere, 2015) qui peut également collaborer à la formation de récifs coralliens en eaux profondes

(D'Onghia *et al.*, 2015) tel que l'Eunicidae *Eunice norvegica* (Taviani *et al.*, 2016b).

En ce qui concerne les térébellides, le vers de sable fouisseur (*Lanice conchilega*) crée des colonies dans les fonds sablonneux et les boues sablonneuses des zones du circalittoral et bathyales et est présent en densités élevées dans les montagnes sous-marines telles que le banc de Chella en mer d'Alboran ou (Fig. 14) dans les canyons tels que La Fonera en Catalogne. Aucune étude n'a été effectuée sur leur abondance et leur répartition en Méditerranée mais des données relatives à la mer du Nord enregistrent des densités de plusieurs centaines ou milliers d'individus par mètre carré, formant des structures avec des fonctions similaires à celles de certains récifs biogènes (Rabaut *et al.*, 2007).

Parallèlement, les siboglinidés, produisent d'importantes agrégations dans les volcans de boue, les lacs hypersalins et d'autres structures avec des communautés chimiosynthétiques, notamment le volcan de boue Amsterdam, entre les aires de répartition marines d'Anaximène et d'Anaxagore en Méditerranée orientale (Shank *et al.*, 2011).



Figure 14. Polychaetes - *Lanice conchilega*, Le mont sous marin d'Emile Baudot

### Les habitats des mollusques

Les agrégations, concrétions et récifs de mollusques principaux des fonds profonds sont ceux formés par les huîtres de la famille Gryphaeidae. Il est possible d'observer *Neopycnodonte cochlear* dans la zone photique mais il crée également des faciès en eau profonde, sur des fonds rocheux ou détritiques, sur des escarpements et des montagnes sous-marines et dans des canyons, etc. (Fabri *et al.*, 2014; de la Torriente *et al.*, 2014). *Neopycnodonte zibrowii* est présent uniquement sur les fonds rocheux, et occupe également les escarpements, les montagnes sous-marines et les canyons, mais sa répartition se situe à de plus grandes profondeurs, depuis 350 m jusqu'à des profondeurs de plus de 1000 m (Beuck *et al.*,

2016; Taviani *et al.*, 2016b). Le grand limidé *Acesta excavata* contribue aux communautés des fonds durs du golfe de Naples, associé à *N. zibrowii* et aux coraux scléactiniaires *M. oculata*, *L. pertusa*, *D. dianthus* et *Javania cailleti* (Taviani *et al.*, 2016c).

Il existe également d'autres espèces de mollusques, notamment *Spondylus gussoni* et *Asperarca nodulosa*, qui peuvent être présents en grand nombre, parfois cohabitant avec les coraux des eaux profondes (Foubert *et al.*, 2008; Rosso *et al.*, 2010; Taviani *et al.*, 2016b). Leur faciès peut être dominant dans certains fonds marins ou faire partie d'autres communautés qui occupent les eaux profondes, sur les fonds rocheux des escarpements et des canyons, avec les brachiopodes et d'autres bivalves (Fig. 15).



Figure 15. Mollusques - récif de Vermetides, Liban

## Les autres habitats

Les brachiopodes tels que *Megerlia truncata*, *Terebratulina retusa*, *Argyrotheca* spp., *Megathyris detruncata*, *Novocrania anomala*, etc., font partie de nombreux habitats sous-marins et micro-habitats des fonds rocheux, notamment des habitats des canyons sous-marins et bathyaux des coraux durs (Madurell et al., 2012; Angeletti et al., 2015; Taviani et al., 2016b). Toutefois, il existe une autre espèce qui forme d'importants faciès dans les fonds meubles, avec une vaste zone bathymétrique, bien que les concentrations les plus élevées soient généralement observées dans les zones détritiques en bordure du plateau et au début du talus continental. Il s'agit de l'espèce *Gryphus vitreus* (Fig. 16) (Madurell et al., 2012; Aguilar et al., 2014; EC, 2006).

Dans d'autres cas, les ascidiacés tels que *Diazona violaceasont* l'espèce dominante (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2013) et/ou différentes espèces d'ascidies solitaires appartenant aux familles des Molgulidae, Ascidiidae, Pyuridae et Styelidae (Templado et al., 2012). Ces agrégations peuvent être présentes sur les montagnes sous-marines ou les zones en pente, sur les fonds boueux détritiques (Pérès and Picard, 1964) ou les fonds rocheux fortement recouverts de sédiments.

Il convient de noter parmi les espèces non-sessiles, les communautés formées par les échinodermes qui jouent un rôle essentiel dans la structuration des fonds meubles et durs. Les habitats formés par de grandes agrégations de crinoïdes (*Leptometra* spp.) sont reconnus sensibles en raison de l'abondance des espèces associées et de leur importance pour certaines espèces commerciales (Colloca et al., 2014). Toutefois, *Leptometra phalangium* (Fig. 17) n'est pas exclusivement limitée aux fonds meubles, elle peut également être présente en nombre équivalent sur les fonds rocheux (Marín et al., 2011; 2011b) ou encore les récifs coralliens (Pardo et al., 2011; Aguilar, Obs. pers.).

Il convient également de noter l'occurrence de ce type d'agrégation sur les fonds meubles impliquant des oursins tels que *Gracilechinus acutus* et *Cidaris cidaris* (Templado et al., 2012; Aguilar, Obs. pers.), les holothuries, notamment *Mesothuria intestinalis* et *Penilpidia ludwigi* (Cartes et al., 2008; Pagès et al., 2007), les ophiuroïdes tels que *Amphiura* spp., etc., et également sur quelques fonds et récifs rocheux, avec une abondance de spécimens de *Ophiothrix* spp. et de *Holothuria forskali*, etc. (Templado et al., 2012).

Les communautés archéennes et les tapis microbiens sont tout aussi importants (Pachiadaki & Kormas, 2013; Pachiadaki et al., 2010; Giovannelli et al., 2016) accompagnés de leurs mollusques chimiosymbiotiques associés (par exemple Lucinidae, Vesicomysidae, Mytilidae, Thyasiriidae) ou de polychètes (*Lamelibrachia* sp., *Siboglinum* sp.) et de crevettes fantômes (*Calliax* sp.) qui occupent des zones riches en soufre et méthane (Taviani, 2014). La majorité des sites fait référence aux infiltrations froides et elles existent en Méditerranée occidentale, dans le volcan de boue de Naples de la plaine abyssale entre la Crète et l'Afrique du Nord (révisé par Olu-Le Royet et al., 2004; Taviani, 2011), ou dans les volcans Osis et Osiris dans la zone d'infiltrations de fluides du delta profond du Nil (Dupré et al., 2007; Southward et al., 2011), et dans la montagne sous-marine Erathostène au sud de Chypre (Taviani, 2014), mais elles sont également connues dans le champ de petites dépressions du Bassin de Gela au sud de la Sicile (Taviani et al., 2013), et dans la zone de Jabuka-Pomo en mer Adriatique (Taviani, 2014). Les communautés hydrothermales sont plus rares et documentées sur les appareils volcaniques sous-marins en mer Tyrrhénienne et en mer Egée (Taviani, 2014). Ces communautés chimiosynthétiques sont également présentes à de grandes profondeurs, jusqu'à plus de 2000 m.



Figure 16. Autre habitats - Brachiopodes *Gryphus vitreus*, Escarpement d'Emile Baudot



Figure 17. Autre habitats - Crinoïdes *Leptometra phalangium*, Mont sous-main d'Algarrobo

### La thanatocénose

Les vestiges fossiles ou subfossiles de plusieurs espèces marines génèrent une thanatocénose (assemblages d'organismes morts ou de fossiles) qui offrent des habitats de grande importance dans les habitats obscurs (Fig. 18). Ils peuvent avoir une origine très diverse, mais continuent à constituer des structures biogènes qui agissent comme bioconstructions ou formations tridimensionnelles et qui fournissent également un substrat pour l'établissement de multiples espèces.

La thanatocénose fait partie de ces formations, dominées par les vestiges anciens et les récifs de corail, de mollusques, de brachiopodes, de polychètes et d'éponges. Ces fonds sont observés sur les montagnes sous-marines, les plateaux bathyaux, les escarpements et les canyons, etc. Ils comprennent des fonds marins compactés d'anciennes agrégations

de *Gryphus vitreus* (Aguilar, Obs. pers.) ; des récifs et débris de *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa*, *Desmophyllum dianthus*, *Dendrophyllia cornigera*, d'huîtres (*Neopycnodonte zibrowii*), etc. (Županović, 1969; Taviani & Colantoni, 1979; Zibrowius & Taviani, 2005; Taviani et al., 2005b; Malinverno et al., 2010; Rosso et al., 2010; Fourt et al., 2014b; 2011b; Bo et al., 2014c); des faciès à coquillages *Modiolus modiolus* (Gofas et al., 2014; Aguilar et al., 2013; des récifs de subfossiles de polychètes, tels que *Pomatoceros triqueter* (Domínguez-Carrió et al., 2014); des structures fossilisées d'anciennes agrégations d'éponges, telles que *Leiodermatium* sp. (Aguilar, Obs. pers.); des concentrations de spicules d'hexactinellides ; des vestiges de bryozoaires (Di Geronimo et al., 2001); et même des accumulations d'algues et de végétaux tels que les rhizomes et les feuilles de *Posidonia oceanica* transportés des zones superficielles vers les fonds des eaux profondes.

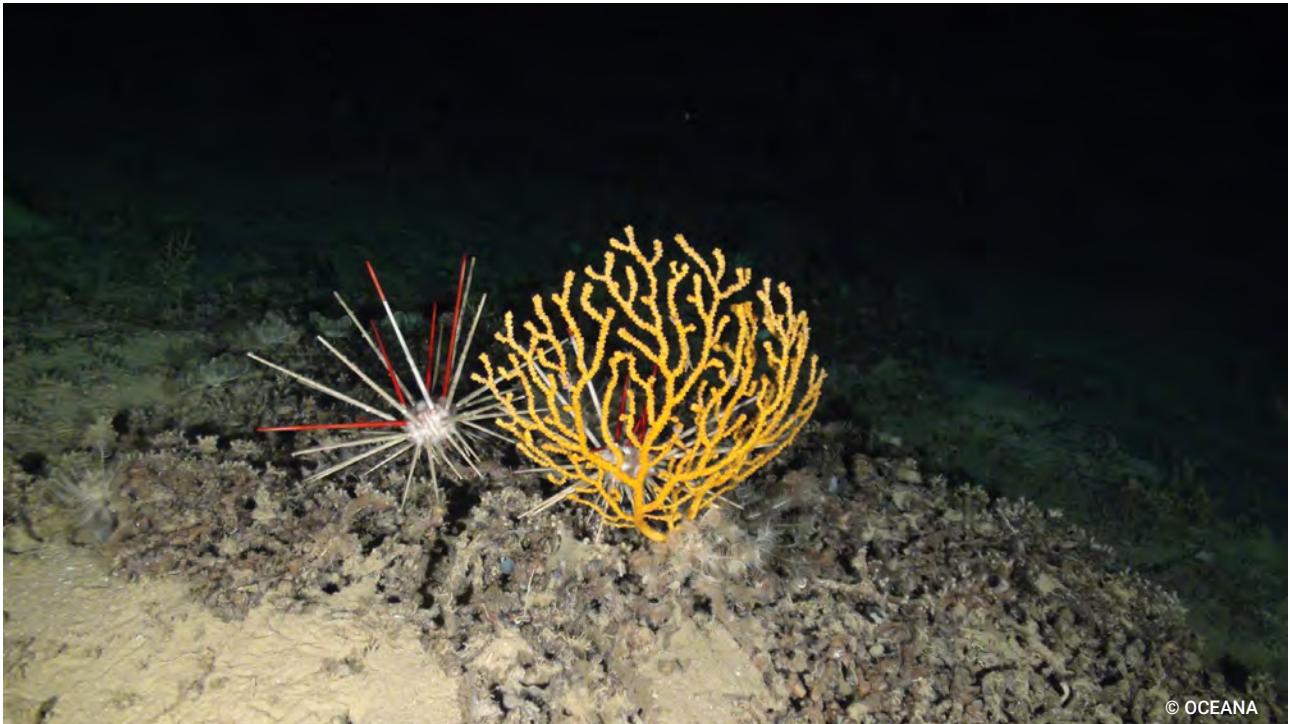


Figure 18. Oursins (*Cidaris cidaris*), gorgones (*Acanthogorgia hirsuta*) et crinoïdes (*Leptometra phalangium*) vivant dans des thanatocénoses coralliennes

## II.2. LES METHODOLOGIES RELATIVES A L'ETUDE DES HABITATS DE HAUTE MER

Les methodologies permettant d'étudier les habitats obscurs de haute mer comprennent une vaste gamme de technologies et d'équipement. Les moyens acoustiques, visuels et d'extraction doivent être combinés afin d'acquérir les informations les plus précises.

Le sonar à multiples faisceaux, le sonar latéral et le sondeur de sédiments tel que le TOPAS (sonar paramétrique topographique), offrent un aperçu important du fond sous-marin, permettant l'identification et la localisation de la présence de montagnes sous-marines, canyons, volcans de boue, petites dépressions, monticules carbonatés, récifs, etc., et apportent également les informations essentielles pour la détection de zones potentielles dans lesquelles d'autres habitats obscurs, plus difficiles à détecter au moyen de méthodes acoustiques, pourraient être présents.

L'utilisation de ROV (Fig. 19), de bathyscaphes, de sous-marins, de modules de descente, de caméras de largage, etc., offre des informations visuelles et géoréférencées sur les formations géologiques et les communautés benthiques de ces fonds sous-marins, permettant la vérification de l'information fournie par d'autres méthodes et apportant une plus grande certitude, facilitant les données réelles relatives à la présence d'espèces, aux modèles de répartition, aux estimations de densités, aux associations biologiques, etc. Les ROV et les sous-marins permettent la réalisation de transects et la collecte sélective

d'échantillons, ce qui facilite grandement l'identification des espèces clés pour la formation des habitats, de même que des espèces associées.

L'utilisation de bennes permet un échantillonnage plus vaste de grandes zones tout en apportant des informations sur les espèces de l'endofaune et sur les petits organismes qu'il n'est pas possible de détecter/d'identifier avec d'autres méthodes.

L'utilisation de véhicules (Fig. 20) sous-marins autonomes (ROV), de capteurs CTD et d'autres méthodes permettant l'analyse de la colonne d'eau, offre des informations complémentaires sur les masses d'eau, les courants, les données physico-chimiques, etc., qui, une fois combinées à toutes les autres informations, permet une meilleure interprétation des écosystèmes profonds. En ce qui concerne les ROV, ceux qui sont équipés d'un échosondeur à multiples faisceaux (ou d'un sonar latéral) et de caméras sont largement utilisés afin d'explorer et de cartographier de vastes zones dans un milieu de haute mer. Le coût initial de ces instruments empêche généralement leur utilisation par les petits instituts de recherche, mais la grande quantité de données recueillies et les vastes zones étudiées en font une approche très intéressante comparativement à l'utilisation d'un grand bateau pendant plusieurs jours.

De nouvelles techniques d'analyse de l'ADN, parallèlement à l'apport d'informations sur les populations, les espèces, etc. peuvent faire la lumière sur les espèces qui habitent la zone et qui n'ont pas été détectées par d'autres méthodes et peuvent également fournir des informations sur leur abondance.

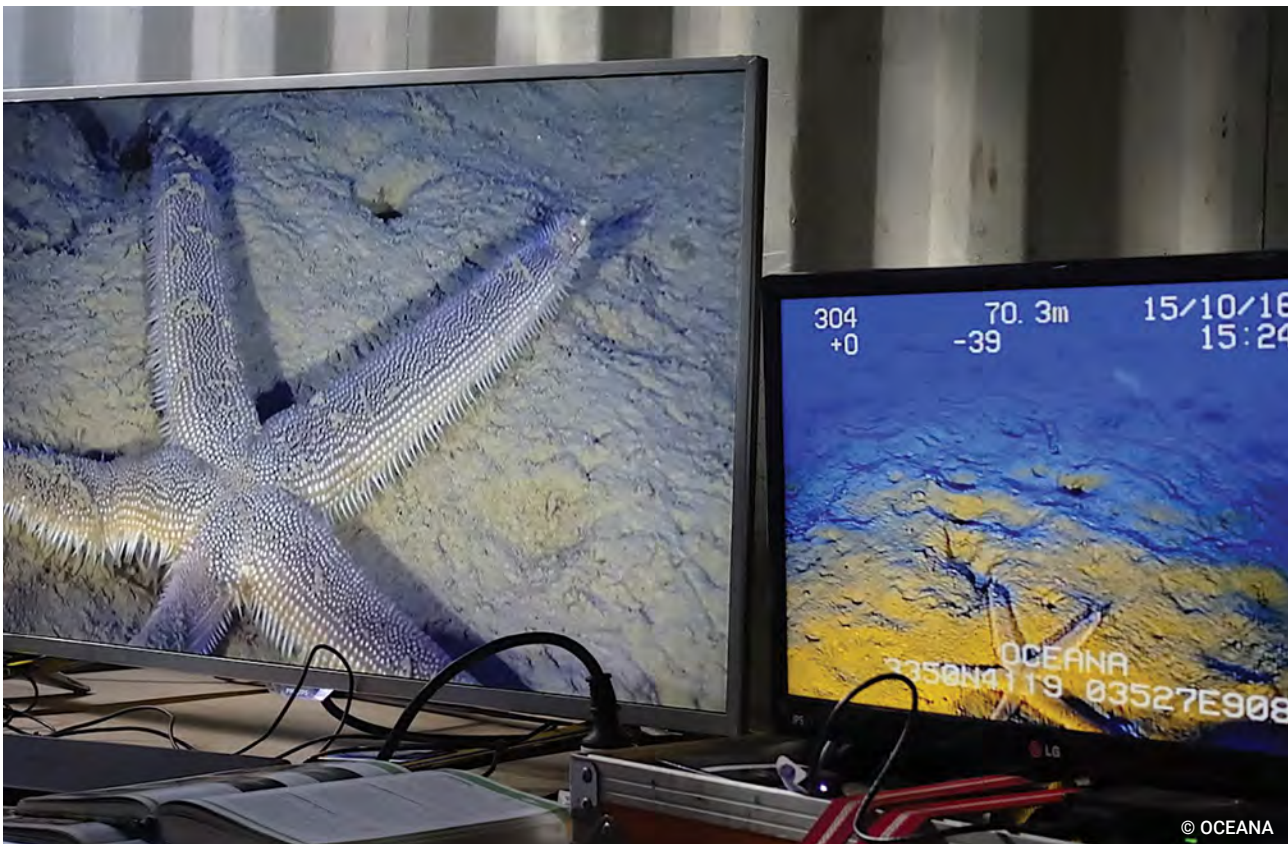
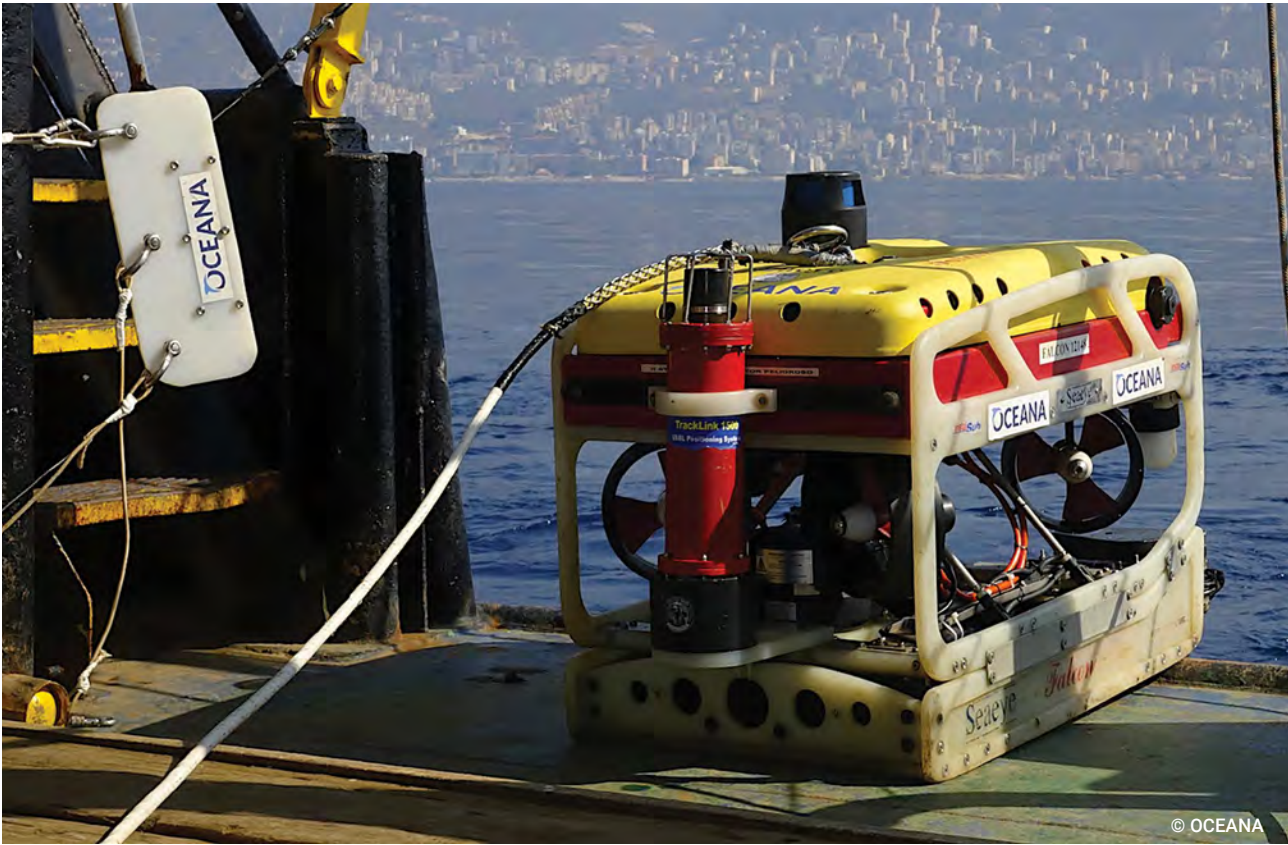


Figure 19. Exemple de ROV utilisé pour la prospection des habitats obscurs

### II.3. LA SURVEILLANCE: LES INDICATEURS COMMUNS RELATIFS A LA SURVEILLANCE DES HABITATS DE HAUTE MER

Gardant à l'esprit les principes fondamentaux qui guident l'élaboration du Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP), la liste suivante d'indicateurs a été sélectionnée pour la surveillance des habitats obscurs à partir de la liste initiale des

indicateurs communs et candidats (convenus en tant que noyau de l'IMAP). Comme le suggère l'IMAP, les indicateurs sélectionnés doivent être fiables, reproductibles et (autant que possible) intercomparables entre opérateurs dans l'ensemble de la Méditerranée (ou sous-régions). La sélection (en bleu) a été effectuée en fonction des critères de pertinence et/ou d'applicabilité aux habitats de haute mer:



Figure 20. Capteurs CTD permettant l'analyse de la colonne d'eau

**Tableau 1. Les indicateurs communs sélectionnés pour les habitats de haute mer  
(Les Objectifs écologiques<sup>6</sup> associés sont également inclus dans la première colonne)**

<b>Objectif écologique</b>	<b>INDICATEURS</b>	<b>Pertinence/ applicabilité</b>
E01	1. Aire de répartition des habitats (E01) afin d'envisager également l'étendue de l'habitat en tant que caractéristique significative	
	2. Condition des espèces et communautés typiques de l'habitat (E01)	
	3. Aire de répartition des espèces (OE1 concernant les mammifères marins, les oiseaux marins, les reptiles marins)	NON APPLICABLE
	4. Abondance de la population des espèces sélectionnées (OE1, concernant les mammifères marins, les oiseaux marins, les reptiles marins)	NON APPLICABLE
	5. Caractéristiques démographiques de la population (OE1, par ex. structure de la taille ou de la classe d'âge, ratio des sexes, taux de fécondité, taux de survie/mortalité concernant les mammifères marins, les oiseaux marins, les reptiles marins)	NON APPLICABLE
E02	6. Les tendances en matière d'abondance, d'occurrence temporelle et de distribution spatiale des espèces non indigènes, particulièrement les espèces envahissantes non indigènes, notamment dans les zones à risque (OE2) en relation avec les principaux vecteurs et itinéraires de la dissémination de telles espèces	Peut-être pertinent dans le bassin Levantin
E03	7. Biomasse du stock reproducteur (OE3)	NON APPLICABLE
	8. Total des débarquements (OE3)	NON APPLICABLE
	9. Mortalité de la pêche (OE3)	NON APPLICABLE
	10. Effort de pêche (OE3)	NON APPLICABLE
	11. Prise par unité d'effort (CPUE) ou débarquement par unité d'effort (LPUE) d'une manière indirecte (OE3)	NON APPLICABLE
	12. Par Prise accidentelle d'espèces vulnérables et non ciblées (OE1 et OE3)	
E05	13. Concentration d'éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau (OE5)	NON PERTINENT
	14. Concentration en Chlorophylle-a dans la colonne d'eau (OE5)	NON PERTINENT
E07	15. Emplacement et étendue des habitats impactés directement par les altérations hydrographiques (OE7) pour également concourir à l'évaluation de l'OE1 sur l'étendue de l'habitat	NON APPLICABLE
E08	16. Longueur de côte soumise à des perturbations dues à l'influence des structures artificielles (OE8) afin d'alimenter également l'évaluation de l'OE1 sur l'étendue de l'habitat	NON APPLICABLE

<sup>6</sup> Voir Annexe III



EO9	17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9, concernant le biote, les sédiments, l'eau de mer)	NON APPLICABLE
	18. Niveau des effets de la pollution des principaux contaminants dans les cas où une relation de cause à effet a été établie (OE9)	NON APPLICABLE
	19. Occurrence, origine (si possible) et étendue des événements critiques de pollution aiguë (par ex. déversements accidentels d'hydrocarbure, de dérivés pétroliers et substances dangereuses) et leur incidence sur les biotes touchés par cette pollution (OE9)	NON APPLICABLE
	20. Concentrations effectives de contaminants ayant été décelés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux maximaux réglementaires dans les produits de la mer de consommation courante (OE9)	NON APPLICABLE
	21. Pourcentage de relevés de la concentration d'entérocoques intestinaux se situant dans les normes instaurées (OE9)	NON APPLICABLE
EO10	22. Tendances relatives à la quantité de déchets répandus et/ou déposés sur le littoral (y compris l'analyse de leur composition, leur distribution spatiale et, si possible, leur source (OE10))	NON APPLICABLE
	23. Tendances relatives à la quantité de déchets dans la colonne d'eau, y compris les microplastiques et les déchets reposant sur les fonds marins (OE10)	
<b>INDICATEURS CANDIDATS</b>		
EO10	24. Indicateur candidat : Tendances relatives à la quantité de débris que les organismes marins ingèrent ou dans lesquels ils s'emmêlent, en particulier les mammifères, les oiseaux marins et les tortues de mer déterminés (OE10)	NON APPLICABLE
EO8	25. Indicateur candidat : Changement de l'utilisation du sol (OE8)	NON APPLICABLE
EO11	26. Indicateur candidat : Proportion des jours et distribution géographique, où les bruits impulsifs à haute, moyenne et basse fréquence dépassent les niveaux qui entraîneraient un impact significatif sur les animaux marins (OE11)	NON APPLICABLE
	27. Indicateur candidat : Niveaux continus de sons à basse fréquence à l'usage de modèles, le cas échéant (OE11)	NON APPLICABLE

Des lignes directrices pour l'évaluation et des considérations générales relatives à certains Indicateurs Communs sont présentées dans le tableau ci-dessous, en se basant sur les Directives de l'IMAP :

Encadré 1. Les lignes directrices relatives à la surveillance des habitats de haute mer (fondées sur le IMAP UNEP(DEPI)/MED IG-22/Inf.7)

OBJECTIF ÉCOLOGIQUE ASSOCIE	INDICATEURS COMMUNS SELECTIONNES et CONCEPTS CLES	CONSIDERATIONS GENERALES	LIGNES DIRECTRICES RELATIVES A L'EVALUATION
<p><b>E01 [Diversité biologique]</b></p>	<p><b>INDICATEUR COMMUN 1. Aire de répartition des habitats</b></p> <p><b>Objectif opérationnel:</b> Les habitats de haute mer ne sont pas perdus.</p> <p><b>Paramètre/métrique:</b> la superficie d'habitat perdu par type d'habitat visant des produits de cartographie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le but, la superficie perdue par type d'habitat pourrait être fixée de telle sorte à ne pas dépasser un pourcentage acceptable de la valeur de référence<sup>5</sup>.</li> <li>Pour les Habitats protégés (par exemple dans le cadre de l'ASP/DB). Le but pourrait être fixé en tant que perte stable d'habitat ou en baisse et non supérieure à la valeur de référence, (par exemple, à propos de l'orientation de l'UE relative à l'évaluation de l'état de conservation dans le cadre de la Directive Habitats, les Etats membres ont généralement adopté un taux de tolérance de 5% au-dessus de la ligne de référence pour représenter ce qui est 'stable'.</li> </ul>	<p>Les contraintes de la surveillance :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Des taux de croissance lents et un long historique de la majorité des communautés et espèces associées aux habitats obscurs ; toutefois, les résultats des expériences en aquarium réalisées au cours de ces vingt dernières années, constituent un instrument utile pour estimer les changements et surveiller les populations (Lartaud et al., 2014; Movilla et al., 2014)</li> <li>Les limites pour obtenir de nouvelles données : les coûts élevés des véhicules de recherche (VR) et de la technologie requise aux fins de recherche et d'expéditions (notamment les ROV, submersibles, caméras sous-marines, etc.).</li> <li>Les irrégularités des fonds sous-marins rendent difficile l'exploration des caractéristiques géo-morphologiques des fonds sous-marins (montagnes sous-marines, canyons sous-marins, grottes) au moyen des méthodes d'échantillonnage traditionnelles pour la cartographie et la surveillance (quadrats, transects) → difficultés à reproduire les expériences.</li> </ul>	<p><b>Sélection des sites:</b> sur la base d'une approche axée sur le risque, en vue de prioriser ou d'identifier les efforts de surveillance supplémentaires requis et de rentabiliser les efforts de surveillance</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tenir compte tout particulièrement des habitats considérés comme essentiels pour (1) les premières étapes de développement de la faune essentiellement mobile (par exemple les aires de reproduction, d'alimentation) ou (2) les assemblages benthiques considérés comme étant des composantes essentielles des eaux profondes en tant qu'espèces-ingénieurs et pour assurer un fonctionnement correct de l'écosystème : espèces bio-ingénieurs d'habitat, assemblages spécifiques des eaux profondes, etc. ; des programmes complets de surveillance pour les types d'habitats dans le cadre des règlements de protection et/ou ceux dont les espèces sont catégorisées menacées (selon la Liste rouge), qui doivent être pris en compte.</li> <li>Les aires marines protégées.</li> <li>En s'appuyant sur les données géomorphologiques générales : afin de prédire l'emplacement d'un type d'habitat potentiel en fonction du substrat (les communautés biologiques sont supposées être différentes en fonction de la nature des fonds marins (boueux, rocheux, sablonneux, etc.) et des paramètres physiques (profondeur, courants, etc.).</li> </ul>

<sup>5</sup> A titre d'exemple, ce but a émané d'OSPAR de ne pas dépasser 15% de la valeur de la ligne de référence et a été proposé de façon identique par HELCOM

<p>Toutefois, dans certains cas, un taux de tolérance plus strict &lt;1% a été associé au maintien de l'étendue de l'habitat).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A propos des habitats protégés qui ont été historiquement réduits, l'objectif devrait consister à l'augmentation de la zone à la taille de la ligne de référence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les cartes bathymétriques à haute résolution (par exemple celles qui sont produites par écho-sonar à multiples faisceaux) constituent des outils très utiles pour l'emplacement et la description des habitats de haute mer ; toutefois, elles ne sont généralement pas disponibles.</li> </ul> <p><b>Echantillonnage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Méthodes:</b> il est préférable de surveiller les substrats durs par le biais de méthodes optiques, non-destructives (caméras vidéo sous-marines, ROV) – des spécimens vivants peuvent être recueillis par un bras de ROV ; les communautés de l'endofaune sont échantillonnées au moyen de bennes ou de carottiers normalisés (voir Annexe VI) ;</li> <li>• <b>Conception:</b> conformément aux Lignes directrices internationales ou nationales mais en tenant toujours compte de l'utilisation de méthodes non invasives ou de modèles qui pourraient réduire les efforts et/ou les dépenses à long terme.</li> </ul> <p>NOTE: A propos de l'utilisation des techniques d'échantillonnage non destructives, le chalutage benthique a parfois été recommandé comme étant approprié pour l'échantillonnage des habitats benthiques. Toutefois, bien qu'elles puissent apporter des données utiles, ces méthodes ne sont pas recommandées pour l'évaluation d'habitats très sensibles en raison de l'impact des dommages physiques (notamment sur les communautés des récifs biogènes, des bancs de maërl et des fonds meubles, dominés par les espèces à longue durée de vie, comme</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peuvent être également utiles, les modèles de répartition des espèces (par exemple MEDISEH<sup>6</sup> – Habitats sensibles de Méditerranée).</li> </ul> <p><b>Périodicité</b> (six par an)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selon les rythmes de changements des influences naturelles/anthropogènes de la région/sous-région.</li> <li>• Le recueil d'éléments de preuves suffit à faire la distinction entre les effets des perturbations anthropogènes et la variabilité naturelle et climatique.</li> <li>• Evaluer la rentabilité : il est possible de surveiller plus fréquemment certains éléments de pression sur la biodiversité, que l'état réel de la biodiversité (notamment l'activité de pêche).</li> </ul> <p><b>Sources de données :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• émanant essentiellement des activités existantes "régulières", telles que les évaluations d'impact environnemental, le système VMS (boîte noire) ou les données du journal d'activité des pêches ; les données des enquêtes ciblées (notamment les activités de recherche ou les projets scientifiques pertinents) qui peuvent également être pris en compte.</li> <li>• les informations fournies par les cartes peuvent être affinées par le biais du sonar, de l'enquête bathymétrique à faisceaux multiples, etc. et devront être validées sur le terrain par échantillonnage direct des sédiments et/ou du biote (échantillonnage</li> </ul>
--	---	---

<sup>6</sup> Rapport de MEDISEH : les habitats sensibles de Méditerranée (Giannoulaki et al., 2013)

<p><b>EO1 [Diversité biologique]</b></p>		<p>exemple les grandes éponges, le corail bambou, entre autres). Le même problème s'applique aux caméras vidéo remorquées, et désormais, aucune d'entre elles n'est recommandée pour l'identification de l'étendue des habitats de haute mer.</p> <p><b>Base spatiale</b> : elle devrait être conforme aux sous-zones biogéographiques de Méditerranée en vue de refléter les changements du caractère biologique de chaque type d'habitat dans l'ensemble de la Méditerranée et de ses sous-régions.</p>	<p>par benne/carottier) ou par observation à distance (enregistrements et photos pris par ROV.</p> <p><b>Recueil de données</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborer des méthodologies de calcul, des concepts et des instructions de ciblage de l'échantillonnage communes, spécifiant l'exactitude (résolution spatiale ou grille) de la détermination de l'étendue (zone) <i>a priori</i>.</li> <li>• Déterminer les échelles d'évaluation appropriées en détail.</li> <li>• Elaborer des flux de données normalisés pour les données spatiales de pression.</li> </ul> <p><b>Etat zéro</b> : Identifier les lignes de référence de l'étendue (zone) pour chaque type d'habitat.</p>
<p><b>EO1 [Diversité biologique]</b></p>	<p><b>INDICATEUR COMMUN 2. Condition des espèces et communautés typiques de l'habitat</b></p> <p><b>Objectif opérationnel:</b> Les habitats essentiels côtiers et marins restent dans leur état naturel, en termes de structure et de fonctions.</p> <p><b>But</b> : atteindre un ratio d'espèce type et/ou caractéristique, similaire aux conditions de la ligne de référence pour toutes les communautés étudiées.</p>	<p><b>Espèces typiques</b> : ce concept émane de l'état de conservation des habitats naturels par rapport à leur répartition, structure et fonctions naturelles à long terme, de même que de la persistance à long terme de leurs espèces typiques au sein du territoire. La composition des espèces typiques devrait être proche des conditions naturelles pour que leur habitat puisse être considéré en condition naturelle</p> <p>Liste de référence des habitats: pas encore défini (en cours).</p>	<p><b>Inventaire des espèces typiques</b> : à définir par sous-région (ou bio-région) afin de permettre une évaluation pertinente de l'état/condition. Les espèces à longue durée de vie et les espèces qui présentent une valeur de structuration ou de fonctionnement élevée pour la communauté devraient être idéalement incluses ; toutefois, il doit également comprendre les petites espèces à courte durée de vie si celles-ci sont présentes spécifiquement dans l'habitat dans des conditions naturelles, du fait qu'elles peuvent être également fonctionnellement très importantes pour la communauté.</p> <p><b>Périodicité:</b> il convient d'actualiser cet inventaire tous les six ans.</p>

	<p><b>Calcul</b> : il implique une simple comparaison des espèces types et/ou caractéristiques par habitat et sous-région en termes de conditions de la ligne de référence pour toutes les communautés étudiées.</p> <p><b>Etat de référence</b><sup>7</sup> : il conviendra de définir un écart acceptable des conditions de la ligne de référence. Cet écart pourrait être appliqué en fixant une certaine valeur de pourcentage pour définir le bon état écologique.</p>	<p><b>Méthodes</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elles dépendent du type d'habitat (et des espèces sélectionnées) à étudier. Les grandes espèces épibenthiques fixées à des substrats durs sont surveillées de préférence au moyen de méthodes optiques, non destructrices, telles que les caméras vidéo sous-marines. Les communautés endobenthiques sont échantillonnées au moyen de bennes ou de carottiers.</li> <li>Plusieurs <b>indices biotiques benthiques</b> spécifiques ont été élaborés et sont devenus opérationnels (voir l'orientation du IMAP 2016), en particulier afin de répondre aux exigences du MED GIG (Groupe d'inter-étalonnage géographique méditerranéen). Ceux-ci sont tous bien définis au plan méthodologique mais la façon de combiner ces paramètres dans la classification de sensibilité/tolérance ou en fonction des attributs structurels, fonctionnels et physiologiques, est hétérogène et dépend du problème (type de pression), du type d'habitat ou de la sous-région.</li> </ul> <p><b>NOTE</b> : Les informations relatives aux espèces typiques et/ou caractéristiques de certains habitats et leur état/condition passé n'est souvent pas disponible pour les sous-régions de Méditerranée du sud et orientale. La disponibilité limitée des données peut restreindre le nombre d'habitats qu'il est possible d'évaluer avec suffisamment de fiabilité statistique actuellement. Bien que les indices biotiques benthiques soient conceptuellement applicables dans toutes les sous-régions, des ajustements pourraient être requis afin de couvrir l'hétérogénéité biogéographique.</p>	<p><b>Ressources requises</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Des bateaux de recherche, appropriés au travail dans les zones bathyales (au-dessous de 150-200 m de profondeur).</li> <li>Un équipement adéquat (boîte de carottages, bennes, systèmes de caméra sous-marine, etc.) pour le recueil d'échantillons.</li> <li>Une infrastructure de laboratoire pour l'analyse des échantillons (par exemple des microscopes, des balances).</li> <li>Du personnel qualifié pour le traitement, l'analyse et l'interprétation des données.</li> <li>De bonnes compétences taxonomiques sont essentielles pour l'évaluation appropriée de cet indicateur.</li> </ul>
--	---	--	--

<sup>7</sup> La définition d'un état de référence des habitats de Méditerranée peut s'avérer problématique et l'utilisation d'un état ancien pourrait être plus appropriée.

<p><b>EO2 [Espèce non indigène]</b></p>	<p><b>INDICATEUR COMMUN 6. Tendances de l'abondance, occurrence temporelle et distribution spatiale des espèces non indigènes, en particulier les espèces invasives non indigènes, principalement dans les zones à risques</b></p> <p>La surveillance devrait de préférence avoir lieu pendant la période de l'année où il est prévu que la majorité des espèces est présente.</p>	<p><b>Une espèce non indigène</b> (ENI ; synonymes : étrangère, exotique, non-native, allochtone) est une espèce, une sous-espèce ou une entité de niveau taxonomique inférieur présente hors de son aire de répartition ou de son aire de dispersion potentielle (c'est-à-dire hors de la zone géographique qu'elle occupe naturellement ou peut occuper sans intervention humaine par introduction volontaire ou involontaire) et est applicable à toute partie d'un individu (gamète ou propagule) susceptible de survivre et de se reproduire. Sa présence est due à une introduction volontaire ou involontaire liée aux activités humaines.</p> <p><b>Les Espèces exotiques envahissantes</b> (EEE) constituent un sous-ensemble des espèces non indigènes qui se sont répandues, se répandent ou ont démontré leur potentiel à se répandre ailleurs, et qui ont un effet sur la diversité biologique et le fonctionnement de l'écosystème (en étant en concurrence avec des espèces autochtones ou en les remplaçant parfois), les valeurs socio-économiques et/ou la santé humaine dans les régions envahies.</p> <p><b>Méthode de recueil des données</b> : afin d'être plus rentables, les programmes existants de surveillance et d'étude devraient être adaptés à chaque cas spécifique. Il est recommandé que les Parties contractantes réalisent un inventaire des programmes, enquêtes et ensembles de données existants sur la surveillance biologique marine, qui pourraient être utilisés (adaptés) afin de notifier les résultats des EEE.</p> <p><b>NOTE</b> : Bien que les espèces exotiques envahissantes puissent être responsables du fort impact écologique, en particulier sur la réduction de la population de quelques espèces</p>	<p><b>Sélection des sites:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elle doit généralement commencer à une échelle localisée, telle que des "points chauds" et "des zones tremplin" pour l'introduction des espèces exotiques. Ces zones comprennent les ports et les zones environnantes, les docks, les marinas, les installations d'aquaculture, les sites d'effluents des centrales électriques chauffées, les structures offshore.</li> <li>• Dans le cas où l'AMP n'existerait pas, l'échantillonnage ou les résultats peuvent être opportunistes en raison du coût élevé des opérations dans les zones de haute mer. La surveillance des "points chauds" implique généralement des efforts de surveillance plus intenses, un échantillonnage au minimum une fois par an des ports et des zones environnantes.</li> <li>• Le nombre de stations de surveillance devrait également varier en fonction du type de zone d'introduction (c'est-à-dire s'il s'agit d'un grand port et de ses zones environnantes immédiates ou de sites d'aquaculture, de structures offshore).</li> </ul>	<p><b>Sélection des espèces à cibler</b> : par le biais des réseaux d'information et bases de données nationaux, régionaux et internationaux existants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La base de données sur les Espèces exotiques marines envahissantes de Méditerranée (MAMIAS), élaborée pour le CAR/ASP avec des informations jusqu'en 2012.</li> <li>• La base de données "Andromeda" sur les espèces envahissantes pour la Méditerranée et la mer Noire, est élaborée dans le cadre du projet PERSEUS.</li> <li>• Le réseau européen d'information sur les espèces exotiques (EASIN) élaboré par le Centre conjoint de recherche de la Commission européenne facilite l'exploration</li> </ul>
---	--	--	---	---

		<p>autochtones, certaines ENI, notamment les crustacés et les poissons, sont devenues une importante ressource de pêche. La migration lessepsienne (c'est-à-dire par le biais du Canal de Suez) des ENI semble jouer un rôle important pour la pêche, en particulier dans le bassin Levantin. Dans ce cas, la gestion de ces pêches est transmise à la CGPM. Il s'agit d'une question préoccupante incluse dans la "stratégie à moyen terme (2017–2020) en faveur de la durabilité des pêches en Méditerranée et en mer Noire". Les espèces envahissantes Pterois miles (poisson-papillon) et Lagocephalus sceleratus (ballon à bande argentée) ont été prises en compte dans la liste des priorités qui requièrent un avis scientifique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>des informations sur les espèces non indigènes en Europe (et dans l'ensemble de la Méditerranée), à partir des ressources réparties par la biais d'un réseau de services web interoperables, conformément à des normes et protocoles reconnus à l'échelle internationale</li> <li>Le projet MedMIS, un système d'information en ligne pour la surveillance des espèces non indigènes envahissantes dans les AMP, élaboré par l'IUCN.</li> </ul>
<p><b>E03 [Récolte de poissons et crustacés exploités à des fins commerciales]</b></p>	<p><b>INDICATEUR COMMUN 12. Prise accidentelle d'espèces vulnérables et non ciblées (E01 et E03)</b></p> <p><b>Objectif opérationnel:</b> la minimisation des prises accidentelle des espèces vulnérables.</p>	<p>Les informations normalisées sur la prise accidentelle lors des pêches en haute mer sont également rares en Méditerranée et les sources de données sont actuellement limitées à l'obligation de notification conformément au cadre réglementaire de la CGPM (prise accidentelle d'espèces vulnérables et non visées). La surveillance des prises accidentelle a été couramment associée aux espèces pélagiques (notamment les cétacés et les tortues), bien que pour répondre aux besoins et à la réalité des pêches méditerranéennes, elle ait été étendue également à d'autres espèces vulnérables.</p> <p><b>Méthodes d'échantillonnage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>L'observation directe       <ol style="list-style-type: none"> <li>La surveillance en mer des prises commerciales (par des observateurs à bord) ; en raison de l'absence de données, la CGPM travaille sur une stratégie visant l'élaboration d'un programme régional d'échantillonnage pionnier avec des observateurs à bord.</li> </ol> </li> </ul>	<p><b>Le système de notification de la CGPM :</b> entré en vigueur en 2016 et appliqué par le biais du Cadre de référence pour la collecte de données (DCRF), Tâche 3 "Prises accidentelles d'espèces vulnérables". Le DCRF vise la quantification des prises accidentelles par le segment de la flotte et l'évaluation de l'impact des pêches sur les espèces préoccupantes pour la conservation. La Tâche 3 fait référence à la notification de prise accidentelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Des espèces de tortues de mer, phoques, cétacés, requins et raies, tel qu'identifié dans plusieurs recommandations de la CGPM (voir Annexe IV-1 et IV-2) ; et</li> <li>Des espèces incluses dans l'Annexe II "Liste des espèces en danger ou menacées" et dans l'Annexe III "Liste des espèces dont l'exploitation est réglementée" du Protocole ASP/DB.</li> </ul> <p>Les données obligatoires de la CGPM relatives à la prise accidentelle d'espèces vulnérables (voir Annexe V).</p>

<p><b>EO10 [les déchets marins]</b></p>	<p><b>INDICATEUR COMMUN 23. Tendances relatives à la quantité de déchets reposant sur les fonds marins</b></p> <p><b>But:</b> La stratégie d'échantillonnage devrait permettre la production de données détaillées, en vue d'évaluer les sources les plus probables, l'évaluation des tendances et la possibilité d'évaluer l'efficacité des mesures prises.</p>	<p>b) Une enquête dédiée.</p> <p>c) Les pêcheurs (par auto-échantillonnage) peuvent échantillonner leurs propres prises accidentelle afin que les enquêtes soient plus représentatives de l'ensemble du segment de la flotte sans avoir recours à trop d'observateurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En tenant des dialogues directs avec les pêcheurs (par le biais de questionnaires), en recueillant également les points de vue relatifs à la question des prises accidentelle, ce qui devrait compléter les analyses des données des observations effectuées à bord et fournir une approche intégrée en faveur de la gestion.</li> </ul>	<p>NOTE: En plus de la notification en vertu de la Tâche 3 du DCRF, il convient de tenir compte également que la CGPM est actuellement en train d'élaborer des mesures de protection des écosystèmes marins vulnérables (EMV). Conformément aux Résolutions de l'Assemblée générale des Nations unies et aux Lignes directrices sur la pêche en haute mer (FAO, 2009), les zones dans lesquelles les EEE sont présentes ou pourraient être présentes, devraient être fermées à la pêche en haute mer. Ces zones de fermeture établies sous forme de mesure de gestion spatiale, pourraient servir de zones sélectionnées pour la surveillance. En outre, la notification de protocoles de rencontres possibles devrait également être prise en compte à des fins de surveillance.</p>
		<p><b>L'échantillonnage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>L'approche la plus courante pour évaluer la répartition des déchets dans les fonds sous-marins, consiste à utiliser un échantillonnage opportuniste, qui est, également, la méthode la plus rentable.</li> <li>Les procédures pour déterminer les répartitions des déchets sur les fonds sous-marins sont similaires à celles utilisées pour les évaluations benthiques et de la diversité biologique, l'utilisation de submersibles ou de véhicules télécommandés (ROV) est une approche possible pour les zones de haute mer, bien que cela nécessite un équipement cher.</li> <li>L'échantillonnage s'accompagne généralement d'enquêtes sur les pêches ou d'opérations professionnelles de chalutage de fond, de surveillance des AMP, de plateformes offshore, etc. ou de programmes réguliers relatifs à la biodiversité.</li> </ul>	<p><b>La stratégie :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A déterminer par chaque Partie contractante à l'échelle nationale. Les évaluations à grande échelle des déchets marins dans les fonds sous-marins sont rares en raison des ressources disponibles pour le recueil de données.</li> <li>La surveillance dépendra des zones affectées, mais des résultats précédents indiquent que la priorité devrait être accordée aux canyons côtiers. Du fait que les déchets s'accumulent et se dégradent lentement dans les eaux profondes, une évaluation pluri-annuelle suffira.</li> </ul> <p><b>Le protocole :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fondé sur (1) les enquêtes existantes sur le chalutage ; et (2) l'imagerie vidéo et l'harmonisation de l'appui à l'échelle régionale, s'il s'applique au plan transnational (voir Annexe VII).</li> <li>Il émane du protocole MEDITS (voir le manuel du protocole, Bertran et al., 2007).</li> </ul>



- Les unités d'échantillonnage doivent être stratifiées en fonction des sources (urbaines, rurales, à proximité des apports fluviaux) et des zones offshore affectées (principaux courants, voies de transport maritime, zones de pêche, etc.) ; et il convient de mettre davantage l'accent sur l'abondance et la nature des éléments (par exemple, sacs, bouteilles, bouts de plastique) plutôt que sur leur masse.

**Méthodes :**

Les programmes de surveillance de stocks de poissons démersaux (notamment MEDITS) fonctionnent à une grande échelle régionale (essentiellement sur le plateau continental) et offrent des données par le biais d'un protocole harmonisé, qui peut apporter un appui cohérent à la surveillance régulière des déchets à l'échelle régionale. Ainsi, ils semblent être les plus appropriés pour une évaluation et une surveillance à grande échelle. Toutefois, comme cela a été mentionné pour l'Indicateur commun 1, le chalutage n'est pas recommandé, en tant que stratégie d'échantillonnage, par conséquent un échantillonnage opportuniste pendant une enquête avec ROV pourrait être la meilleure approche, même dans les zones rocheuses dans lesquelles le chalutage est impossible compte tenu des limites dues à des raisons géomorphologiques (voir Annexe VII).

- Les prises sont positionnées selon un système d'échantillonnage de stratification de profondeur avec un tirage aléatoire des positions au niveau de chaque strate. Le nombre de positions de chaque strate est proportionnel à la superficie de ces strates et les prises sont effectuées dans la même position d'une année sur l'autre. Les profondeurs suivantes (10 – 50; 50 – 100; 100 – 200; 200 – 500; 500 – 800 m) sont fixes dans toutes les zones en tant que limites de la strate. Le nombre total de prises pour la Méditerranée est de 1385, couvrant les plateaux et les talus de 11 pays méditerranéens. La durée de la prise est fixée à 60 minutes à des profondeurs de plus de 200 m (défini comme étant le moment où l'ouverture verticale du chalut et l'écartement de la porte sont stables), au moyen d'un chalut d'échantillonnage GOC 73 avec un maillage de 20 mm (Bertran et al, 2007) et un échantillonnage effectué entre les mois de mai et de juillet, à 3 nœuds, entre 20 et 800 m de profondeur.

**Les modèles pour l'enregistrement des données** ont été intégrés dans les manuels MEDITS. Les données relatives aux déchets doivent être recueillies sur ces modèles au moyen des catégories d'éléments telles que celles qui sont listées pour les sols sous-marins préparées par TSG-ML (pour les catégories des enquêtes sur les sols sous-marins, sont inclus : les plastiques, papier et carton, bois (transformé), métaux, verre et céramique, tissu (textile), caoutchouc, autres).

## II.4. LES ÉTUDES DE CAS (DEEP SEA LEBANON, MEDSECAN-CORSECAN, LIFE BAHAR, INDEMARES)

Divers projets scientifiques en Méditerranée ont utilisé différentes combinaisons technologiques pour la détection et la description des communautés benthiques et habitats obscurs. A titre d'exemple, le projet LIFE+INDEMARES dans les montagnes sous-marines, canyons et fonds sous-marins profonds des eaux espagnoles, le projet MEDSEACAN-CORSECAN réalisé dans les canyons sous-marins de la Méditerranée française, le projet LIFE+ Bahar dans les eaux profondes et le Fossé de Malte et le projet Deep-Sea Lebanon afin d'étudier les canyons sous-marins du Liban.

Des études importantes ont également été effectuées dans des lieux spécifiques au moyen de technologies pour l'étude des habitats obscurs, notamment : la province corallienne de Santa Maria di Leuca en mer Ionienne ; les montagnes sous-marines de la mer Tyrrhénienne ; la montagne sous-marine Eratosthène au sud de Chypre ; les volcans sous-marins du delta des eaux profondes du Nil en Egypte ; les montagnes sous-marines et les bancs sous-marins de la mer d'Alboran ; les escarpements autour de l'Arc hellénique ; la dépression de Jabuka et la fosse du sud de la mer Adriatique ; les volcans sous-marins entre les montagnes sous-marines Anaximènes et Anaxagore; les canyons Afiq et Achziv en Israël; et l'escarpement Emile Baudot et les montagnes sous-marines des îles Baléares.

Tous ces travaux ont impliqué la combinaison de diverses technologies. Dans le cas des deux projets LIFE+ (BAHAR et INDEMARES), des études topobathymétriques ont été effectuées au moyen d'un sonar à faisceaux multiples afin de créer une carte tri-dimensionnelle qui permet l'identification de sites potentiels présentant des habitats profonds, notamment les récifs et agrégations de coraux et d'éponges. L'utilisation de ROV et de sous-marins a débouché sur la caractérisation de communautés benthiques et le recueil sélectif d'individus des agrégations les plus caractéristiques de même que d'espèces qui peuvent être nouvelles pour la science ou "rares" en Méditerranée.

Dans les deux cas, les études ont été combinées avec un échantillonnage par benne afin d'étudier l'endofaune, d'identifier le type de fond et de substrat, la granulométrie, la teneur en matière organique, etc. Les résultats obtenus ont permis de cartographier des communautés de gorgones et de coraux sur les montagnes sous-marines et dans les canyons, des agrégations d'éponges, des récifs coralliens et de polychètes, des grottes sous-marines profondes, des communautés de pennatulacés et de coraux bambou et bien d'autres habitats obscurs.

Des bouteilles Niskin, des sondes CTD et des méthodes hydroactoustiques ont également été utilisées parfois afin de collecter des informations relatives à la colonne d'eau.

En France, les études MEDSECAN-CORSECAN ont mis l'accent sur les canyons sous-marins du golfe du Lion et de Corse, en apportant les informations recueillies au moyen de ROV, de sous-marins et d'un sonar latéral à des profondeurs entre 35 et environ 1000 m. Ceci a permis d'étudier des dizaines de canyons, de même que des terrasses, des bancs et des fonds rocheux, comportant une grande diversité de communautés d'habitats obscurs, tels que les récifs, les jardins de gorgones, les fonds meubles habités de pennatulacés et les agrégations d'éponges, etc.

Les ROV, bennes et sondes CTD ont également été utilisés afin d'étudier les canyons sous-marins du Liban, dans le cadre du projet Deep-Sea Lebanon, y compris les têtes des canyons et le plateau adjacent à des profondeurs entre 50 et 1050 m. Les données obtenues ont fourni de nouvelles informations relatives à la présence de communautés de coraux et de gorgones en mer Levantine, d'importantes zones présentant une thanatocénose de coraux et de polychètes, des agrégations d'éponges et des faciès sous-marins à pennatulacés, etc.

Ces projets apportent également des informations relatives à la présence/l'absence d'espèces et d'habitats, à l'abondance et à l'état de conservation, notamment les menaces telles que la colonisation des espèces exotiques, l'accumulation d'ordures et autres déchets anthropogéniques, les restes d'engins de pêche, l'impact des méthodes de pêche sur le benthos et l'extraction.



© Vasilis GEROVASILEIOU

## B. LES RECOMMANDATIONS

L'inventaire et la surveillance des habitats obscurs en Méditerranée constituent un défi tout à fait unique en raison de l'importance écologique de leurs communautés et des menaces qui pèsent sur leur présence continue. Longtemps négligés en raison de leur emplacement éloigné et des moyens limités pour étudier ces zones, aujourd'hui ces habitats doivent faire l'objet de programmes prioritaires et d'un atelier thématique qui rassemble les principaux spécialistes qui travaillent sur la surveillance de leurs communautés.

Le premier Symposium méditerranéen sur la conservation des habitats obscurs (Portorož, Slovénie, octobre 2014) a attiré l'attention sur la nécessité d'améliorer les connaissances sur les habitats obscurs et leur répartition en Méditerranée afin d'établir des réseaux de coopération internationaux et de faciliter également le partage d'expérience entre pays méditerranéens. Au cours des différentes sessions, de grands efforts ont été déployés afin de recueillir pour la première fois les informations scientifiques existantes relatives à la répartition des habitats obscurs dans les canyons, grottes et escarpements, à leur biodiversité, au fonctionnement de leur communauté et aux aspects de connectivité. Néanmoins, il y aura bien entendu toujours des lacunes de connaissances à propos de la répartition et de la diversité des habitats obscurs des régions orientale et sud de la Méditerranée. Une attention particulière a également été portée sur les pressions sur ces habitats et à la possibilité d'évaluer leur impact. Plusieurs recommandations ont été soulignées :

- Encourager les Parties contractantes à élaborer leurs propres Plans d'action nationaux pour la conservation des habitats obscurs en tenant compte des spécificités des zones concernées au sein de leur juridiction.
- Suggérer des mesures législatives appropriées, en particulier en ce qui concerne les études d'impact relatives au développement du littoral et étudier les activités qui peuvent affecter ces communautés.
- Appuyer les inventaires relatifs à la répartition, à la diversité, à la structure communautaire et au fonctionnement des habitats obscurs.
- Mettre en place, actualiser et intégrer les bases de données scientifiques disponibles.
- Promouvoir l'éducation et la sensibilisation du public, des acteurs et des décideurs, visant à mettre en relief la vulnérabilité et l'importance de préserver les habitats obscurs.
- Etablir des initiatives de conservation dans les zones qui contribuent aux habitats obscurs importants pour le milieu marin méditerranéen.
- A l'échelle régionale, le CAR/ASP s'engage à appuyer les Parties Contractantes afin de :

- Mettre en place des outils et/ou des plateformes de collaboration afin de permettre aux scientifiques d'échanger des données et leur expérience.
- Lancer des campagnes de sensibilisation sur l'importance de protéger les habitats obscurs parallèlement à des sessions de formation et de renforcement des capacités.
- Commencer à aborder l'évaluation des services écosystémiques associés.
- Commencer le processus de désignation de nouvelles aires protégées visant la conservation des zones de haute mer.
- D'autres mesures peuvent également être prises en compte, notamment :
- L'application des mesures réglementaires existantes, en particulier celles qui abordent le fait d'éviter tout impact des pratiques de pêches destructrices sur les habitats sensibles de haute mer, les écosystèmes sous-marins vulnérables ou les habitats essentiels de poissons identifiés (zones de frayère et de reproduction) de haute mer.
- Un appui à de meilleures pratiques de pêche (y compris la pêche artisanale à petite échelle) dans les zones dans lesquelles les ingénieurs écosystémiques se développent (notamment la mise en œuvre de portes pélagiques dans les engins de pêche benthique, le passage du chalutage de fond aux engins de pêche palangrière/filets maillants/trappes).



© Vasilis GEROVASILEIOU

## C. ANNEXES

### Annexe I. Liste des espèces les plus communes dans les grottes marines méditerranéennes

\* Espèces menacées ou en voie de disparition (Annexe II: Protocole ASP / DB) ou dont l'exploitation est réglementée (Annexe III: Protocole ASP / DB)

#### Foraminifères

*Miniacina miniacea* (Pallas, 1766)

#### Eponges

*Aaptos aaptos* (Schmidt, 1864)

*Acanthella acuta* Schmidt, 1862

*Agelas oroides* (Schmidt, 1864) – plus abondante en Méditerranée orientale

*Aplysilla rosea* (Barrois, 1876)

*Aplysina cavernicola* (Vacelet, 1959)\*

*Axinella damicornis* (Esper, 1794)

*Axinella verrucosa* (Esper, 1794)

*Chondrosia reniformis* Nardo, 1847 – souvent décolorée

*Clathrina coriacea* (Montagu, 1818)

*Clathrina clathrus* (Schmidt, 1864)

*Cliona viridis* (Schmidt, 1862)

*Cliona schmidtii* (Ridley, 1881)

*Cliona celata* Grant, 1826

*Crambe crambe* (Schmidt, 1862)

*Dendroxea lenis* (Topsent, 1892)

*Diplastrella bistellata* (Schmidt, 1862)

*Dysidea avara* (Schmidt, 1862)

*Dysidea fragilis* (Montagu, 1818)

*Erylus discophorus* (Schmidt, 1862)

*Fasciospongia cavernosa* (Schmidt, 1862)

*Geodia cydonium* (Jameson, 1811)

*Haliclona (Halichoclona) fulva* (Topsent, 1893)

*Haliclona (Reniera) cratera* (Schmidt, 1862)

*Haliclona (Rhizoniera) sarai* (Pulitzer-Finali, 1969)

*Haliclona (Soestella) mucosa* (Griessinger, 1971)

*Hemimyscale columella* (Bowerbank, 1874)

*Ircinia dendroides* (Schmidt, 1862)

*Ircinia oros* (Schmidt, 1864)

*Ircinia variabilis* (Schmidt, 1862)

*Jaspis johnstoni* (Schmidt, 1862)

*Myrmekioderma spelaeum* (Pulitzer-Finali, 1983)

*Oscarella* spp.

*Penares euastrum* (Schmidt, 1868)

*Penares helleri* (Schmidt, 1864)

*Petrobiona massiliana* Vacelet & Lévi, 1958\* – plus commune en Méditerranée occidentale

*Petrosia (Petrosia) ficiformis* (Poiret, 1789) – souvent décolorée

*Phorbas tenacior* (Topsent, 1925)

*Plakina* spp.

*Pleraplysilla spinifera* (Schulze, 1879)

*Scalarispongia scalaris* (Schmidt, 1862)

*Spirastrella cunctatrix* Schmidt, 1868

*Spongia (Spongia) officinalis* Linnaeus, 1759 \*

*Spongia (Spongia) virgultosa* (Schmidt, 1868)

*Terpios gelatinosa* (Bowerbank, 1866)

#### Cnidaires

*Arachnanthus oligopodus* (Cerfontaine, 1891)

*Astroides calycularis* (Pallas, 1766) \* – dans des aires du sud de la Méditerranée occidentale

*Caryophyllia (Caryophyllia) inornata* (Duncan, 1878)

*Cerianthus membranaceus* (Spallanzani, 1784)

*Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) \*

*Eudendrium racemosum* (Cavolini, 1785)

*Eunicella cavolini* (Koch, 1887) – plus commune en Méditerranée occidentale

*Halecium* spp.

*Hoplangia durotrix* Gosse 1860

*Leptopsammia pruvoti* Lacaze-Duthiers 1897

*Madracis pharensis* (Heller, 1868) – plus abondante en Méditerranée orientale

*Obelia dichotoma* (Linnaeus, 1758)

*Paramuricea clavata* (Risso, 1826) – plus commune en Méditerranée occidentale

*Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862) – plus commune en Adriatique et en Méditerranée occidentale

*Phyllangia americana mouchezii* (Lacaze-Duthiers, 1897)

*Polycyathus muelleriae* (Abel, 1959)

#### Décapodes

*Athanas nitescens* (Leach, 1814)

*Dromia personata* (Linnaeus, 1758)

*Eualus occultus* (Lebour, 1936)

*Galathea strigosa* (Linnaeus, 1761)

*Herbstia condyliata* (Fabricius, 1787)

*Lysmata seticaudata* (Risso, 1816)

*Palaemon serratus* (Pennant, 1777)

*Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)\*

*Plesionika narval* (Fabricius, 1787) – plus commune en Méditerranée orientale

*Scyllarides latus* (Latreille, 1802)\*

*Scyllarus arctus* (Linnaeus, 1758)\*

*Stenopus spinosus* Risso, 1826

#### Mysidacés

*Harmelinella mariannae* Ledoyer, 1989

*Hemimysis lamornae mediterranea* Bacescu, 1936

*Hemimysis margalefi* Alcaraz, Riera & Gili, 1986

*Hemimysis speluncola* Ledoyer, 1963 \*

*Siriella jaltensis* Czerniavsky, 1868

#### Polychètes

*Filograna implexa* Berkeley, 1835

*Filogranula annulata* (O. G. Costa, 1861)

*Filogranula calyculata* (O.G. Costa, 1861)

*Filogranula gracilis* Langerhans, 1884

*Hermodice carunculata* (Pallas, 1766) - plus abondante en Méditerranée orientale

*Hydroides pseudouncinata* Zibrowius, 1968  
*Janita fimbriata* (Delle Chiaje, 1822)  
*Josephella marenzelleri* Caullery & Mesnil, 1896  
*Metavermilia multicristata* (Philippi, 1844)  
*Protula tubularia* (Montagu, 1803)  
*Semivermilia crenata* (O. G. Costa, 1861)  
*Serpula cavernicola* Fassari & Mollica, 1991  
*Serpula concharum* Langerhans, 1880  
*Serpula lobiancoi* Rioja, 1917  
*Serpula vermicularis* Linnaeus, 1767  
*Spiraserpula massiliensis* (Zibrowius, 1968)  
*Spirobranchus polytrema* (Philippi, 1844)  
*Vermiliopsis labiata* (O. G. Costa, 1861)  
*Vermiliopsis infundibulum* (Philippi, 1844)  
*Vermiliopsis monodiscus* Zibrowius, 1968

### **Mollusques**

*Lima lima* (Linnaeus, 1758)  
*Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758) \*  
*Luria lurida* (Linnaeus, 1758) \*  
*Neopycnodonte cochlear* (Poli, 1795)  
*Peltodoris atromaculata* Bergh, 1880  
*Roccellaria dubia* Pennant, 1777

### **Bryozoaires**

*Adeonella calveti* (Canu & Bassler, 1930) – surtout en Méditerranée occidentale  
*Adeonella pallasii* (Heller, 1867) – endémique en Méditerranée orientale  
*Celleporina caminata* (Waters, 1879)  
*Corbulella maderensis* (Waters, 1898)  
*Crassimarginatella solidula* (Hincks, 1860)  
*Hippaliosina depressa* (Busk, 1854) – plus commune en Méditerranée orientale  
*Myriapora truncata* (Pallas, 1766)  
*Onychocella marioni* (Jullien, 1882)  
*Puellina* spp.  
*Reteporella* spp.  
*Schizomavella* spp.  
*Schizotheca* spp.  
*Turbicellepora* spp.

### **Brachiopodes**

*Argyrotheca cistellula* (Searles-Wood, 1841)  
*Argyrotheca cuneata* (Risso, 1826)

*Joania cordata* (Risso, 1826)  
*Megathiris detruncata* (Gmelin, 1790)  
*Novocrania anomala* (O. F. Müller, 1776)  
*Tethyrhynchia mediterranea* Logan & Zibrowius, 1994

### **Echinodermes**

*Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828)  
*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)  
*Centrostephanus longispinus* (Philippi, 1845) \*  
*Hacelia attenuata* Gray, 1840  
*Holothuria* spp.  
*Marthasterias glacialis* (Linnaeus, 1758)  
*Ophioderma longicauda* (Bruzelius, 1805)  
*Ophiothrix fragilis* (Abildgaard, 1789)  
*Paracentrotus lividus* (de Lamarck, 1816)\*

### **Ascidies**

*Cystodytes dellechiajei* (Della Valle, 1877)  
*Didemnum* spp.  
*Aplidium* spp.  
*Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767)  
*Microcosmus* spp.  
*Pyura* spp.

### **Poissons**

*Apogon (Apogon) imberbis* (Linnaeus, 1758)  
*Conger conger* (Linnaeus, 1758)  
*Corcyrogobius liechtensteini* (Kolombatovic, 1891)  
*Didogobius splechnai* Ahnelt & Patzner, 1995  
*Gammogobius steinitzi* Bath, 1971  
*Gobius* spp.  
*Grammonus ater* (Risso, 1810)  
*Parablennius* spp.  
*Phycis phycis* (Linnaeus, 1766)  
*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758\*  
*Scorpaena maderensis* Valenciennes, 1833 – plus commune en Méditerranée orientale  
*Scorpaena notata* Rafinesque, 1810  
*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758  
*Scorpaena scrofa* Linnaeus, 1758  
*Serranus cabrilla* (Linnaeus, 1758)  
*Serranus scriba* (Linnaeus, 1758)  
*Thorogobius ephippiatus* (Lowe, 1839)

## LISTE PRÉLIMINAIRE DES PRINCIPALES ESPECES À PRENDRE EN COMPTE POUR LE SUIVI

\* Espèces menacées ou en voie de disparition (Annexe II: Protocole ASP / DB) ou dont l'exploitation est réglementée (Annexe III: Protocole ASP / DB)

### Eponges

*Agelas oroides* (Schmidt, 1864)  
*Aplysina cavernicola* (Vacelet, 1959)\*  
*Axinella damicornis* (Esper, 1794)  
*Axinella verrucosa* (Esper, 1794)  
*Ircinia* spp.  
*Petrobiona massiliana* Vacelet & Lévi, 1958\*  
*Petrosia (Petrosia) ficiformis* (Poiret, 1789)  
*Spongia (Spongia) officinalis* Linnaeus, 1759 \*

### Cnidaires

*Astroides calycularis* (Pallas, 1766) \*  
*Caryophyllia (Caryophyllia) inornata* (Duncan, 1878)  
*Cerianthus membranaceus* (Spallanzani, 1784)  
*Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) \*  
*Eunicella cavolini* (Koch, 1887)  
*Hoplanguia durotrix* Gosse 1860  
*Leptopsammia pruvoti* Lacaze-Duthiers 1897  
*Madracis pharensis* (Heller, 1868)  
*Paramuricea clavata* (Risso, 1826)  
*Phyllangia americana mouchezii* (Lacaze-Duthiers, 1897)  
*Polycyathus muelleriae* (Abel, 1959)

### Décapodes

*Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)\*  
*Plesionika narval* (Fabricius, 1787)  
*Scyllarides latus* (Latreille, 1802)\*  
*Scyllarus arctus* (Linnaeus, 1758)\*  
*Stenopus spinosus* Risso, 1826

### Mysidacés

*Hemimysis margalefi* Alcaraz, Riera & Gili, 1986  
*Hemimysis speluncola* Ledoyer, 1963

### Polychètes

*Serpula cavernicola* (Fassari & Mollica, 1991)  
*Serpula vermicularis* (Linnaeus, 1767)  
*Protula tubularia* (Montagu, 1803)  
*Hyalopomatus* spp.

### Mollusques

*Lima lima* (Linnaeus, 1758)  
*Luria lurida* (Linnaeus, 1758) \*

### Bryozoaires

*Adeonella* spp.  
*Myriapora truncata* (Pallas, 1766)  
*Reteporella* spp.  
*Schizotheca* spp.

### Ascidies

*Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767)  
*Hermania momus* (Savigny, 1816) – espèce non indigène signalées dans les grottes de la Méditerranée orientale  
*Microcosmus* spp.

### Poissons

*Apogon (Apogon) imberbis* (Linnaeus, 1758)  
*Grammonus ater* (Risso, 1810)  
*Thorogobius ephippiatus* (Lowe, 1839)

## Annexe II : Exemple modifié de fiche à remplir, élaborée par V. Gerovasileiou, dans le cadre des études Natura 2000 du Centre Hellénique de Recherche Marine.

Ce formulaire s'est appuyé sur l'approche relative à l'évaluation de la qualité écologique des habitats des grottes sous-marines, élaborée par Rastorgueff *et al.* (2015). En plus des données relatives aux espèces comprises dans le formulaire, il conviendrait d'acquiescer des photos des quadrats qui couvrent une superficie totale de 1-4m<sup>2</sup> pour l'étude des communautés sessiles.

<b>Area :</b>		<b>Date :</b>		<b>Observer :</b>	
<b>Latitude :</b>			<b>Longitude :</b>		
<b>Submersion level :</b> Submerged / Semi-submerged			<b>Cave morphology :</b> Blind cave / Tunnel - No. of entrances: ...		
<b>Total length of cave: ...</b>		<b>Maximum water depth: ...</b>		<b>Minimum water depth: ...</b>	
<b>Entrance A' – Max depth (m): ...</b>		<b>Height (m): ...</b>	<b>Width (m): ...</b>	<b>Orientation: ...</b>	
<b>Entrance B' – Max depth (m): ...</b>		<b>Height (m): ...</b>	<b>Width (m): ...</b>	<b>Orientation: ...</b>	
<b>Other topographic features :</b>		Internal beach	/	Air pockets	/ Speleothems / ...
<b>Micro-habitats :</b>					
<b>Detritivorous / omnivorous species (number of species and individuals observed at 5 min interval)</b>					
<i>Herbstia condyliata</i>		1-2	3-4	5-10	>10
<i>Galathea strigosa</i>		1-2	3-4	5-10	>10
<i>Scyllarus arctus</i>		1-2	3-4	5-10	>10
...		1-2	3-4	5-10	>10
...		1-2	3-4	5-10	>10
...		1-2	3-4	5-10	>10
...		1-2	3-4	5-10	>10
...		1-2	3-4	5-10	>10
<b>Mysids</b>		0	few	swarm	
<b>Fish species observed / cave zone</b> (CE: entrance, SD: semi-dark zone, DZ: dark zone)			<b>Decapod species observed / cave zone</b> (CE: entrance, SD: semi-dark zone, DZ: dark zone)		
...			/		
...			/		
...			/		
...			/		
...			/		
...			/		
...			/		
...			/		
<b>Cerianthus membranaceus (number of individuals)</b>			0	1-2	>2
<b>Arachnanthus oligopodus (number of individuals)</b>			0	1-2	>2
<b>Other typical and/or protected species</b>			<b>Threats and pressures</b>		
			Broken bryozoans	...	
			Air bubbles	...	
			Marine litter	...	
			Non-indigenous species	...	
			...	...	
			...	...	
			<b>Other comments</b>		

## Annexe III. Les Objectifs écologiques de l'EcAp

<p><b>OE 1: Diversité biologique</b> <i>La diversité biologique est maintenue ou améliorée. La qualité et l'occurrence des habitats côtiers et marins et la répartition et l'abondance des espèces côtières et marines correspondent aux conditions physiogéographiques, hydrographiques, géographiques et climatiques qui prévalent.</i></p>	<p>La diversité biologique est «la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes».</p> <p>Le terme 'maintenu' est essentiel à la quantification du Bon état écologique pour l'OE 1. Cette condition comporte trois facteurs déterminants:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. aucune autre perte de la diversité au sein de l'espèce, entre les espèces et des habitats/communautés et écosystèmes à des échelles pertinentes au plan écologique ;</li><li>b. tout attribut détérioré de la diversité biologique est restauré et maintenu à ou au-dessus des niveaux ciblés, lorsque les conditions intrinsèques le permettent ;</li><li>c. lorsque l'utilisation du milieu marin est pérenne.</li></ul>
<p><b>OE 2: Espèce non indigène</b> <i>Une espèce non indigène introduite par les activités humaines se situe à des niveaux qui ne modifient pas l'écosystème.</i></p>	<p>Une espèce non indigène est une espèce, sous-espèce ou taxon inférieur se trouvant en dehors de son aire naturelle de répartition ou de dispersion potentielle. Ceci comprend toute partie d'un individu, gamète ou propagule, de cette espèce, susceptible de survivre et de se reproduire. Sa présence dans une région donnée est due à une introduction intentionnelle ou accidentelle résultant de l'activité humaine. En Méditerranée, les espèces exotiques envahissantes sont considérées comme l'une des causes principales de la perte de biodiversité modifiant potentiellement tous les aspects des écosystèmes marins et autres écosystèmes aquatiques.</p>
<p><b>OE 3: Récolte de poissons et crustacés exploités à des fins commerciales</b> <i>Les populations de poissons et crustacés sélectionnés et exploités commercialement sont en dessous des limites biologiques de sécurité, affichant une distribution de l'âge et de la taille de la population témoignant de la bonne santé du stock.</i></p>	<p>Le niveau d'exploitation dans le cadre de l'OE 3 devrait être celui de Prélèvement maximal tolérable (PMT). Le PMT est la capture annuelle maximale, qui peut être prise année après année sans pour autant réduire la productivité du stock halieutique.</p>



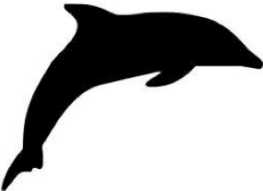

<p><b>OE 4 : Les réseaux trophiques marins</b>  <i>Les altérations aux composantes des chaînes alimentaires marines causées par l'extraction de ressources ou des changements environnementaux provoqués par l'homme n'ont pas d'effets négatifs sur le long terme, sur la dynamique de la chaîne alimentaire et la viabilité.</i></p>	<p>Un écosystème marin sain requiert un bon fonctionnement de son réseau trophique.  Cet objectif écologique est identique à l'OE3 mais comprend également les espèces qui ne sont pas commercialement exploitées.</p>
<p><b>OE 5: Eutrophisation</b>  <i>L'eutrophisation induite par l'homme est évitée, principalement ses effets négatifs, tels que les pertes de biodiversité, la dégradation de l'écosystème, les efflorescences algales nuisibles et le manque d'oxygène dans les eaux de fond.</i></p>	<p>L'eutrophisation est un processus induit par l'enrichissement des eaux en nutriments, essentiellement le phosphore et l'azote qui vont induire : une croissance accrue, une production primaire et une biomasse algale ; des changements de l'équilibre des nutriments provoquant des changements de l'équilibre des organismes ; et une dégradation de la qualité de l'eau. Les conséquences de l'eutrophisation sont indésirables si elles dégradent de façon conséquente la santé de l'écosystème et/ou l'approvisionnement durable des biens et services. Ces changements peuvent se produire en raison de processus naturels. La préoccupation en termes de gestion commence lorsque les changements sont attribués à des sources anthropogènes. Le bon état écologique est atteint lorsque la communauté biologique est équilibrée et conserve toutes les fonctions nécessaires en l'absence de perturbations néfastes associées à l'eutrophisation.</p>
<p><b>OE 6: Intégrité des sols marins</b>  <i>L'intégrité des sols marins est maintenue, particulièrement dans les habitats benthiques prioritaires.</i></p>	<p>De nombreuses activités humaines (notamment le chalutage, le dragage, l'extraction des fonds sous-marins, le forage) provoquent des dommages physiques aux fonds marins. Toutefois, en raison des conséquences graves de leur impact, notamment sur les habitats vulnérables et ceux qui présentent une faible capacité de restauration, il convient de mettre en œuvre des mesures plus fortes en vue de minimiser la détérioration physique des fonds marins.</p>
<p><b>OE 7 : Hydrographie</b>  <i>L'altération des conditions hydrographiques n'affecte pas de manière négative les écosystèmes côtiers et marins.</i></p>	<p>Les conditions hydrographiques sont caractérisées par les caractéristiques physiques de l'eau de mer telles que les données bathymétriques, la topographie du sol marin, la vitesse du courant, l'exposition aux vagues, les turbulences, la turbidité, la température et la salinité. Ces caractéristiques jouent un rôle crucial dans la dynamique des écosystèmes marins et peuvent être altérées par les activités humaines, notamment dans les zones côtières. Les altérations dues aux conditions hydrographiques peuvent se produire en raison de la construction des structures physiques ou en raison des excavations pour les canaux de navigation.</p>
<p><b>OE 8: Ecosystèmes côtiers et paysages</b>  <i>Les dynamiques naturelles des zones côtières sont maintenues et les écosystèmes et paysages côtiers sont préservés.</i></p>	<p>Les zones côtières jouent un rôle essentiel dans le développement économique des régions et des nations, du fait qu'elles constituent une source importante de divers biens et services. Les zones côtières méditerranéennes sont menacées par le développement du littoral qui modifie les côtes, en raison de la construction de bâtiments et infrastructures. Toutefois, il n'y a pas eu de surveillance systématique, en particulier pas de surveillance fondée sur les aspects quantitatifs ni de tentative majeure de systématiser les caractéristiques des écosystèmes côtiers sur une base méditerranéenne plus large. L'évaluation de l'état de l'OE 8 vise à combler cette lacune du fait qu'il reflète l'objectif de la Convention de Barcelone d'inclure les zones côtières dans l'évaluation.</p>


<p><b>OE 9: Pollution</b>  <i>Les contaminants ne causent pas d'impact significatif sur les écosystèmes côtiers et marins et sur la santé humaine.</i></p>	<p>Le Bon état écologique dans le cadre de l'OE 9 est atteint lorsque les contaminants ne causent pas d'impact significatif sur les écosystèmes côtiers et marins et sur la santé humaine.</p>
<p><b>OE 10 : Déchets marins</b>  <i>Les déchets marins et côtiers n'affectent pas de manière négative les environnements côtiers et marins.</i></p>	<p>Les déchets marins constituent un problème le long du littoral mais également en haute mer, du fait que les déchets dus aux activités humaines sont souvent dégradés directement, ce qui peut causer des problèmes de santé et d'esthétique.  En particulier, la dégradation en mer du plastique en minuscules particules ou en microplastique peut être néfaste pour la qualité du milieu marin.</p>
<p><b>OE 11 : Energie, y compris le bruit sous-marin</b>  <i>Le bruit des activités humaines n'a pas d'impact significatif sur les écosystèmes marins et côtiers.</i></p>	<p>L'énergie anthropogène introduite par les activités humaines dans le milieu marin comprend le son, la lumière et d'autres champs électromagnétiques, la chaleur et l'énergie radioactive. Parmi celles-ci, la plus répandue et la plus envahissante est le bruit sous-marin. Les sources de pollution marine par le bruit comprennent le trafic des navires, l'exploration géophysique et l'exploitation de gaz et de pétrole, l'utilisation de sonars militaires et les détonations sous-marines. Ces activités sont en croissance dans l'ensemble de la Méditerranée et les organismes marins peuvent être affectés négativement tant à court qu'à long termes.  La préoccupation en termes de gestion est essentiellement associée aux effets néfastes du bruit sur les espèces sensibles protégées, notamment quelques espèces de mammifères marins, bien qu'il y ait une plus grande sensibilisation au fait de tenir également compte d'une approche écosystémique.</p>

## Annexe IV-1. Les espèces vulnérables à notifier en tant que prise accidentelle

NOTE: La majorité des espèces des tableaux ci-après est souvent présente dans la pêche pélagique ; toutefois, les prises accidentelles de ces espèces peuvent probablement se produire dans la pêche visant les espèces de haute mer (les oiseaux ne sont


pas pris en compte dans cette Annexe du fait qu'ils ne s'appliquent pas à la haute mer). En plus des espèces ci-après, il convient de tenir compte également des Espèces des Annexes II et III du Protocole ASP/DB.

Groupe d'espèces vulnérables	Famille	Espèce	Nom vernaculaire
<b>Cétacés</b> 	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual
		<i>Balaenoptera borealis</i>	Rorqual de Rudolphi
		<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun
		<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleine à bosse
	Balenidae	<i>Eubalaena glacialis</i>	Baleine franche de l'Atlantique Nord
	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalot
		<i>Kogia simus</i>	Cachalot nain
	Phocoenidae	<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun
	Delphinidae	<i>Steno bredanensis</i>	Sténo
		<i>Grampus griseus</i>	Grampus
		<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin
		<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc
		<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun
		<i>Pseudorca crassidens</i>	Faux-orque
		<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale commun
Ziphiidae	<i>Orcinus orca</i>	Orque	
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Ziphius	
		<i>Mesoplodon densirostris</i>	Baleine à bec de Blainville
<b>Phoques</b>	Phocidae	<i>Monachus monachus</i>	Phoque moine de Méditerranée
<b>Requins, Raies, Chimères</b> 	Alopiidae	<i>Alopias vulpinus</i>	Requin-renard commun
	Carcharhinidae	<i>Carcharias taurus</i>	Requin-taureau
		<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Requin gris
		<i>Carcharodon carcharias</i>	Grand requin blanc
		<i>Prionace glauca</i>	Peau bleue
	Centrophoridae	<i>Centrophorus granulosus</i>	Squale-chagrin commun
	Cetorhinidae	<i>Cetorhinus maximus</i>	Requin pèlerin
	Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i>	Raie-papillon épineuse
	Hexanchidae	<i>Heptranchias perlo</i>	Requin perlon
	Lamnidae	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Taupe bleue
		<i>Lamna nasus</i>	Requin-taupe commun
	Myliobatidae	<i>Mobula mobular</i>	Diable de mer
	Odontaspidae	<i>Odontaspis ferox</i>	Requin féroce
	Oxynotidae	<i>Oxynotus centrina</i>	Centrine commune
Pristidae	<i>Pristis pectinata</i>	Poisson-scie trident	
	<i>Pristis pristis</i>	Poisson-scie commun	

	Rajidae	<i>Dipturus batis</i>	Pocheteau gris
		<i>Leucoraja circularis</i>	Raie circulaire
		<i>Leucoraja melitensis</i>	Raie de Malte
		<i>Rostroraja alba</i>	Raie blanche
	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos cemiculus</i>	Guitare de mer fousseuse
		<i>Rhinobatos rhinobatos</i>	Guitare commune
	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	Requin-marteau halicorne
		<i>Sphyrna mokarran</i>	Grand requin marteau
		<i>Sphyrna zygaena</i>	Requin-marteau commun
	Squatinaidae	<i>Squatina aculeata</i>	Ange de mer épineux
<i>Squatina oculata</i>		Ange de mer ocellé	
<i>Squatina squatina</i>		Ange de mer commun	
Triakidae	<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	
<b>Tortues marines</b> 	Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Tortue caouanne
		<i>Chelonia mydas</i>	Tortue verte
		<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortue à écailles
		<i>Lepidochelys kempii</i>	Tortue de Kemp
	Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth
	Trionychidae	<i>Trionyx triunguis</i>	Tortue d'Afrique à carapace molle

## Annexe IV-2. Les espèces vulnérables à notifier en tant que prise accidentelle : les espèces rares des élasmobranches

Cet inventaire rapporte les espèces d'élasmobranches qui sont considérées rares mais qui sont présentes en Méditerranée et en mer Noire (source: CGPM-DCRF – version 2016.2)

Groupe d'espèces rares	Famille	Espèce	Nom vernaculaire
<b>Requins, Raies, Chimères</b> 	Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i>	Renard à gros yeux
	Hexanchidae	<i>Hexanchus nakamurai</i>	Requin-vache
	Echinorhinidae	<i>Echinorhinus brucus</i>	Squale bouclé
	Squalidae	<i>Squalus megalops</i>	Aiguillat à nez court
	Centrophoridae	<i>Centrophorus uyato</i>	Petit squale-chagrin
	Somniosidae	<i>Centroscymnus coelolepis</i>	Pailona commun
		<i>Somniosus rostratus</i>	Laimargue de la Méditerranée
	Lamnidae	<i>Isurus paucus</i>	Petite taupe
	Scyliorhinidae	<i>Galeus atlanticus</i>	Chien atlantique
	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus altimus</i>	Requin babosse
		<i>Carcharhinus brachyurus</i>	Requin cuivre
		<i>Carcharhinus brevipinna</i>	Requin tisserand
		<i>Carcharhinus falciformis</i>	Requin soyeux
		<i>Carcharhinus limbatus</i>	Requin bordé
		<i>Carcharhinus melanopterus</i>	Requin pointes noires
		<i>Carcharhinus obscurus</i>	Requin de sable
		<i>Galeocerdo cuvier</i>	Requin tigre commun
		<i>Rhizoprionodon acutus</i>	Requin à museau pointu
	Torpedinidae	<i>Torpedo nobiliana</i>	Torpille noire
		<i>Torpedo sinuspersici</i>	Torpille auréolée
	Rajidae	<i>Dipturus nidarosiensis</i>	Pocheteau de Norvège
		<i>Leucoraja fullonica</i>	Raie chardon
		<i>Leucoraja naevus</i>	Raie fleurie
		<i>Raja africana</i>	Raie africaine
		<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse
		<i>Raja montagui</i>	Raie douce
		<i>Raja polystigma</i>	Raie tachetée
		<i>Raja radula</i>	Raie râpe
	Dasyatidae	<i>Dasyatis centroura</i>	Pastenague épineuse
		<i>Dasyatis marmorata</i>	Pastenague marbrée
		<i>Dasyatis pastinaca</i>	Pastenague commune
		<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese
<i>Himantura uarnak</i>		Pastenague léopard	
<i>Taeniura grabata</i>		Pastenague africaine	
Myliobatidae	<i>Pteromylaeus bovinus</i>	Aigle vachette	
Rhinopterae	<i>Rhinoptera marginata</i>	Mourine échancrée	
Sphyrnidae	<i>Sphyrna tudes</i>	Requin marteau à petits yeux	

## Annexe V. Les engins de pêche

NOTE : il convient de ne tenir compte que des engins de pêche qui affectent les habitats de haute mer (source : CGPM – Cadre de référence de collecte des données - Version 2016.2)

Nom de l'engin	Code
Senne coulissante sans câble de serrage (lampara)	LA
Senne coulissante avec câble de serrage (sennes coulissantes)	PS
Sennes coulissantes manoeuvrées par un bateau	PS1
Sennes coulissantes manoeuvrées par deux bateaux	PS2
Sennes de plage	SB
Sennes danoises	SDN
Sennes-boeuf	SPR
Sennes écossaises	SSC
Sennes de bateau ou de navire	SV
Sennes (non spécifié)	SX
Chaluts à panneaux (non spécifié)	OT
Chaluts de fond à panneaux	OTB
Chaluts pélagiques à panneaux	OTM
Chaluts jumeaux à panneaux	OTT
Chaluts-boeuf (non spécifié)	PT
Chaluts-boeuf de fond	PTB
Chaluts-boeuf pélagique	PTM
Chaluts de fond	TB
Chaluts à perche	TBB
Chaluts de fond à langoustines	TBN
Chaluts de fond à la crevette	TBS
Chaluts pélagiques	TM
Chaluts pélagiques à la crevette	TMS
Autres chaluts (non spécifié)	TX
Dragues remorquées par bateau	DRB
Dragues à main	DRH
Filets soulevés (non spécifié)	LN
Filets soulevés manoeuvrés en bateau	LNB
Filets soulevés portatifs	LNP
Filets soulevés manoeuvrés du rivage	LNS
Eperviers	FCN

Nom de l'engin	Code
Engin retombant (non spécifié)	FC
Filets maillants et filets emmêlants (non spécifié)	GEN
Filets maillants (non spécifié)	GN
Filets maillants encerclants	GNC
Filets dérivants	GND
Filets maillants fixes (sur pieux)	GNF
Filets maillants (ancrés)	GNS
Trémail et filet maillant combinés	GTN
Trémaills	GTR
Pièges aériens	FAR
Pièges (non spécifié)	FIX
Filets-pièges fixes non couverts	FPN
Casiers	FPO
Filets à l'étalage	FSN
Barrages, claies, bordigues, etc.	FWR
Verveux	FYK
Lignes à main et lignes au lancer (mécanisées)	LHM
Lignes à main et lignes au lancer (actionnées à la main)	LHP
Palangres (non spécifié)	LL
Palangres dérivantes	LLD
Palangres de fond	LLS
Lignes de traîne	LTL
Engins à hameçons (non spécifié)	LX
Harpons	HAR
Pompes	HMP
Dragues mécanisées	HMD
Machines à récolter (non spécifié)	HMX
Engins divers	MIS
Engins de pêche de loisirs	RG
Engin inconnu ou non spécifié	NK

**Annexe VI. Orientations rapides sur les méthodes d'enquête utiles pour localiser, déterminer l'étendue et évaluer la diversité biologique des habitats de haute mer (adapté des Orientations de l'IMAP, 2016).**

Type de données	HABITAT		
	<i>Fonds durs associés à la biocénose coralligène</i>	<i>Roches bathyales peuplées par des Anthozoaires</i>	<i>Fonds détritiques de l'Infralittoral et du circalittoral dominés par <i>Leptometra spp</i></i>
<b>Méthodes à distance</b>			
<b>Sonar latéral<sup>8</sup></b>	Localiser, étendue	Localiser, étendue	Localiser, étendue
<b>Bathymétrie à faisceaux multiples<sup>1</sup></b>	Localiser, étendue	Localiser, étendue	Localiser, étendue
<b>AGDS<sup>1</sup> (Systèmes de discrimination de sol acoustique)</b>	Localiser, étendue	Localiser, étendue	Localiser, étendue
<b>AUV (Véhicule sous-marin autonome)</b>	Localiser, étendue	Localiser, étendue	Localiser, étendue
<b>Echantillonnage direct ou méthodes d'observation</b>			
<b>Echantillonnage par benne/carottage</b>	Biodiversité (non recommandé)	Biodiversité (non recommandé)	Biodiversité
<b>Vidéo remorquée</b>	Étendue (non recommandé)	Étendue (non recommandé)	Étendue (non recommandé)
<b>Vidéo rabattable/ photographie/ROV</b>	Étendue / Biodiversité	Étendue / Biodiversité	Étendue / Biodiversité
<b>Chaluts/dragages épibenthiques</b>	Non recommandé	Non recommandé	Non recommandé

<sup>8</sup> Pour toute télédétection, la distinction des habitats les uns des autres et du fond marin environnant dépend de la résolution de la méthode d'échantillonnage – une résolution plus élevée offrira de meilleures données permettant de distinguer les habitats mais couvre des zones plus limitées et revient plus cher pour le recueil et le traitement que les données de moindre résolution.

**Annexe VII. Synthèse des méthodes disponibles pour l'évaluation des déchets sur le sol marin (conformément au Sous-groupe technique sur les déchets marins de la DCSMM sur le Bon état écologique, 2011)**

Composante	Eaux peu profondes	Fonds du plateau continental et des canyons	Grands fonds marins
<b>Profondeur</b>	0 – 40 m	40 – 800 m	200 - 2500 m
<b>Zones à surveiller</b>	Côtière	Plateaux	Il convient de tenir compte des priorités à donner aux zones de haute mer à proximité des sources (côtières, urbaines, affectées par les déchets).
<b>Approche</b>	Plongée	Chalutage	Submersibles (ROV-Submersibles autonomes ou habités)
<b>Programme existant</b>	Notamment le projet AWARE de plongée pour lutter contre les débris, initiative d'ONG	Les programmes associés à MEDITS (y compris en mer du Nord), à IBTS (IBTS, EVHOE, CGFS ...) Croisières (OSPAR/ICES)	Plongées irrégulières (France)
<b>Zones non concernées</b>			Pays de la Baltique, de la mer du Nord, nord de la mer Adriatique, etc.
<b>Zones fortement concernées</b>	Tous les pays méditerranéens, la Baltique	Tout plateau	Méditerranée (Espagne, France, ouest et sud-est de l'Italie, Grèce, Chypre), Portugal, Angleterre (en partie)
<b>Taille de l'échantillon</b>	10-2000 m <sup>2</sup>	1-5 ha	Itinéraires/plongées de 0.1-2 km
<b>Unités</b>	Densité (éléments/ha)	Densité (éléments/ ha, par catégorie)	Éléments (par catégorie) / itinéraire km
<b>Catégories</b>	Plastique, papier et carton, verre et céramique, métal, cuir/ vêtements, autres, engins de pêche	Plastique, papier et carton, verre et céramique, métal, cuir/ vêtements, autres, engins de pêche	Plastique, papier et carton, verre et céramique, métal, cuir/ vêtements, autres, engins de pêche
	Compatible entre indicateurs	Compatible entre indicateurs	Compatible entre indicateurs
<b>Fréquence</b>	Chaque année	Tous les 1-3 ans	Tous les 5-10 ans
<b>Inter-étalonnage</b>	Possible	Possible	Difficile
<b>Recherche requise</b>			Recherche de zones d'accumulation



## D. REFERENCES

- Aguilar R., Pardo E., Cornax M.J., García S & J. Ubero (2010). Seamounts of the Balearic Islands. Proposal for a Marine Protected Area in the Malloca Channel (Western Mediterranean). *Oceana*, 60 pp.
- Aguilar R., Pastor X., García S. & P. Marín (2013). Poster: Importance of seamount-like features for conserving Mediterranean marine habitats and threatened species. 40th CIESM Congress – Marseille, France, 28 October - 1 November 2013.
- Aguilar R., Serrano A., Garcia S., Alvarez H., Blanco J., Lopez J., Marin P. & X. Pastor (2014). Vulnerable Habitats and Species in the Deep-sea Emile Baudot Escarpment (South Balearic Islands) Surveyed by ROV. 1st Mediterranean Symposium on the Conservation of Dark Habitats (Portorož, Slovenia, 31 October 2014): 15-20.
- Aguilar R., Torriente A. & S. García (2008). Propuesta de Áreas Marinas de Importancia Ecológica. Atlántico sur y Mediterráneo español. *Oceana – Fundación Biodiversidad*. 132 pp.
- Andrews A.H., Stone R.P., Lundstrom C.C. & DeVogelaere, A.P. (2009). Growth rate and age determination of bamboo corals from the northeastern Pacific Ocean using refined <sup>210</sup>Pb dating. *Marine Ecology Progress Series* 397: 173-185.
- Angeletti L., Montagna P., Schembri P.J. & M. Taviani (2011). Giant sessile barnacles contribute to the construction of cold-water coral habitats south of Malta (Mediterranean Sea). Conference: 2nd Annual Meeting HERMIONE, 11-15 April 2011, Malaga (Spain).
- Angeletti L., Canese S., Franchi F., Montagna P., Reitner J., Walliser E.O. & Taviani M. (2015a). The “chimney forest” of the deep Montenegrin margin, south-eastern Adriatic Sea. *Marine and Petroleum Geology* 66, 542-554.
- Angeletti L., Mecho A., Doya C., Micallef A., Huvenne V., Georgiopoulou A. & Taviani M. (2015b) First report of live deep-water cnidarian assemblages from the Malta escarpment. *Italian Journal of Zoology* 82: 291-297.
- Angeletti L., Taviani M., Canese S., Fogliani F., Mastrototaro F., Argnani A., Trincardi F., Bakran-Petricioli T., Ceregato A., Chimienti G., Mačić V., Polisenio A. (2014). New deep-water cnidarian sites in the southern Adriatic Sea. *Mediterranean Marine Science* 15: 263-273.
- Angiolillo M., Bavestrello G., Bo M., Cau A., Giusti M., Salvati E., Tunesi L. & S. Canese (2014). Distribution of the deepdwelling gorgonian *Viminella flagellum* in the Italian Western Mediterranean Sea by means of multiyear ROV survey 2013 2014. In: 1st Mediterranean Symposium on the conservation of Dark Habitats, Portoroz, Slovenia 31 October 2014.
- Baker K.D., Wareham V.E., Snelgrove P.V.R., Haedrich R.L., Fifield D.A., Edinger E.N. & K.D. Gilkinson (2012). Distributional patterns of deep-sea coral assemblages in three submarine canyons off Newfoundland, Canada. *Marine Ecology Progress Series* 445: 235-249.
- Bakran-Petricioli T., Radolović M. & D. Petricioli (2012). How diverse is sponge fauna in the Adriatic Sea? *Zootaxa* 3172: 20-38.
- Bakran-Petricioli T., Vacelet J., Zibrowius H., Petricioli D., Chevaldonné P. & T. Rađa (2007). New data on the distribution of the ‘deep-sea’ sponges *Asbestopluma hypogea* and *Oopsacas minuta* in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology – An Evolutionary Perspective*, 28: 10-23.
- Barbieri F. (2014) *Cavità sommerse. L’immersione in caverne e grotte marine*. Imola BO: La Mandragora Editrice, 208 pp.
- Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J-G. & G. Pergent (2002). Handbook for interpreting types of marine habitat for the selection of sites to be included in the national inventories of natural sites of conservation interest. Gérard Pergent (Coord.) United Nations Environment Programme. Action Plan for the Mediterranean. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas. 217 pp.
- Bellan-Santini D. (1982). Family Ampeliscidae. In: Ruffo S. (Ed.), *The Amphipoda of the Mediterranean, Part 1*. Mémoires de l’Institut océanographique, Monaco, 13, 19-69.
- Belmonte G., Ingrosso G., Poto M., Quarta G., D’Elia M., Onorato R. & L. Calcagnile (2009). Biogenic stalactites in submarine caves at the Cape of Otranto (SE Italy): dating and hypothesis on their formation. *Marine Ecology* 30: 376-382.

- Bertrand J., Souplet A., Gil de Soula L., Relini G. & C. Politou (2007). International bottom trawl survey in the Mediterranean (Medit), Instruction manual, Version 5. 62 pp.
- Beuck L., Aguilar R., Fabri M., Freiwald A., Gofas S., Hebbeln D., López Correa M., Ramos Martos A., Ramil F., Sánchez Delgado F., Taviani M., Wienberg C., Wisshak M. & H. Zibrowius (2016). Biotope characterisation and compiled geographical distribution of the deepwater oyster *Neopycnodonte zibrowii* in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 41: 462.
- Bianchi C.N., Abbiati M., Airoidi L., Alvisi M., Benedetti-Cecchi L., Cappelletti A., Cinelli F., Colantoni P., Dando P.R., Morri C., Niccolai I., Picco P., Southward A. & E. Southward (1998). Hydrology and water budget of a submarine cave with sulphur water springs: the Grotta Azzurra of Capo Palinuro (Southern Italy). *Proceedings of the Italian Association of Oceanology and Limnology* 12: 285-301.
- Bianchi C.N., Cattaneo-Vietti R., Cinelli F., Morri C. & M. Pansini (1996). Lo studio biologico delle grotte sottomarine: conoscenze attuali e prospettive. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova* 60-61: 41-69.
- Bianchi C.N., Cinelli F. & C. Morri (1994). The biology of a submarine cave with sulphur springs: the Grotta Azzurra of Capo Palinuro, Southern Italy. *Cave Diving* 6: 10-13.
- Bianchi C.N. & C. Morri (1994). Studio bionomico comparativo di alcune grotte marine sommerse; definizione di una scala di confinamento. *Memorie dell'Istituto italiano di Speleologia* 6: 107-123.
- Bianchi C.N., Morri C. (2003). Comunità dell'infrafauna. In: *Grotte marine: cinquant'anni di ricerca in Italia* (Cicogna F., Bianchi C.N., Ferrari G. & P. Forti, eds). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma: 267-272.
- 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., Benzioni F., Calcinaì B., Cerrano C. G. Bavestrello (2004). Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Hard bottoms. Biologia Marina Mediterranea* 11: 185-215.
- Bianchi C. N. & R. Sanfilippo (2003). Policheti Serpuloidei. (Cicogna F., Bianchi C.N., Ferrari G. & P. Forti, eds) *Grotte marine: cinquant'anni di ricerca in Italia* Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma, pp. 175-185 (+ bibliografia pp.459-505).
- Bitar G. & H. Zibrowius (1997). Scleractinian corals from Lebanon, Eastern Mediterranean, including a non-lessepsian invading species (Cnidaria: Scleractinia), *Scientia Marina* 61: 227-231.
- Bo M., Bava S., Canese S., Angiolillo M., Cattaneo-Vitti R. & G. Bavestrello (2014). Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biological Conservation* 71:167-176.
- Bo M., Bavestrello G., Angiolillo M., Calcagnile L., Canese S., Cannas R., Cau A., D'Elia M., D'Oriano F., Follesa M.C., Quarta G. & A. Cau (2015). Persistence of pristine deep-sea coral gardens in the Mediterranean Sea (SW Sardinia). *PLoS ONE* 10: e0119393.
- Bo, M., Bavestrello, G., Canese, S., Giusti, M., Salvati, E., Angiolillo, M. & S. Greco (2009). Characteristics of a black coral meadow in the twilight zone of the central Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 397: 53-61.
- Bo M., Bertolino M., Bavestrello G., Canese S., Giusti M., Angiolillo M., Pansini M. & M. Taviani (2012). Role of deep sponge grounds in the Mediterranean Sea: a case study in southern Italy. *Hydrobiologia* 687: 163-177.
- Bo M., Bertolino M., Borghini M., Castellano M., Covazzi Harriague A., Di Camillo C.G., Gasparini GP, Mistic C., Povero P., Pusceddu A., Schroeder K. & G. Bavestrello (2011). Characteristics of the mesophotic megabenthic assemblages of the Vercelli Seamount (North Tyrrhenian Sea). *PLoS ONE* 6(2): e16357.
- Bo M., Canese S. & G. Bavestrello (2014b). Discovering Mediterranean black coral forests: *Parantipathes larix* (Anthozoa: Hexacorallia) in the Tuscan Archipelago, Italy. *Italian Journal of Zoology* 81: 112-125.
- Bo M., Canese S., Spaggiari C., Pusceddu A., Bertolino M., Angiolillo M., Giusti M., Loreto M.F., Salvati E., Greco S. & G. Bavestrello (2012b). Deep coral oases in the South Tyrrhenian Sea. *PLoS One* 7: e49870.
- Bo M., Cerrano C., Canese S., Salvati E., Angiolillo M., Santangelo G. & G. Bavestrello (2014c). The coral assemblages of an off-shore deep Mediterranean rocky bank (NW Sicily, Italy). *Marine Ecology* 35: 332-342.
- Bo M., Tazioli S., Spanò N. & G. Bavestrello (2008). *Antipathella subpinnata* (Antipatharia, Myriopathidae) in Italian seas, *Italian Journal of Zoology* 75: 185-195.

- Boggus M. & R. Crawfis (2009). Explicit generation of 3D models of solution caves for virtual environments. In: Arabnia H.R. & L. Deligiannidis (eds). Proceedings of the International Conference on Computer Graphics and Virtual Reality, Real (CGVR 2009), 13–16 Jul, CSREA Press, Las Vegas, NV, pp. 85–90.
- Bourcier M. & H. Zibrowius (1973). Les “boues rouges” deversées dans la Canyon de la Cassidaigne. *Tethys* 4: 811-842.
- Boury-Esnault N., Vacelet J., Reiswig H.M., Fourt M., Aguilar R. & P. Chevaldonné (2015). Mediterranean hexactinellid sponges, with the description of a new *Sympagella* species (Porifera, Hexactinellida). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 95: 1353-1364.
- Boury-Esnault N., Vacelet J., Dubois M., Goujard A., Fourt M., Pérez T. & P. Chevaldonné (2017). New hexactinellid sponges from deep Mediterranean canyons. *Zootaxa* 4236: 118-134.
- Bussotti S., Denitto F., Guidetti P. & G. Belmonte (2002). Fish assemblages in shallow marine caves of the Salento Peninsula (Southern Apulia, SE Italy). *Marine Ecology-Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 23: 11-20.
- Bussotti S., Di Franco A., Francour P. & P. Guidetti (2015) Fish Assemblages of Mediterranean Marine Caves. *PLoS ONE* 10(4): e0122632.
- Bussotti S. & P. Guidetti (2009). Do Mediterranean fish assemblages associated with marine caves and rocky cliffs differ? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 65-73.
- Bussotti S., Terlizzi A., Frascchetti S., Belmonte G. & F. Boero (2006). Spatial and temporal variability of sessile benthos in shallow Mediterranean marine caves. *Marine Ecology Progress Series* 325, 109-119.
- Calcinai B., Moratti V., M Martinelli M., Bavestrello G. & M. Taviani (2013). Uncommon sponges associated with deep coral bank and maerl habitats in the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Italian Journal of Zoology* 80: 412-423.
- Cartes J.E., Lo Iacono C., Mamouridis V., López-Pérez C. & P. Rodríguez (2013). Geomorphological, trophic and human influences on the bamboo coral *Isidella elongata* assemblages in the deep Mediterranean: to what extend *Isidella* form habitat for fish and invertebrates. *Deep-Sea Research Part I* 76 : 52-65.
- Cartes J.E., Maynou F., Fanelli E., Romano C., Mamouridis V. & V. Papiol (2009). The distribution of megabenthic, invertebrate epifauna in the Balearic Basin (Western Mediterranean) between 400 and 2300 m: environmental gradients influencing assemblages composition and biomass trends. *Journal of Sea Research* 61: 244-257.
- Cau A., Follesa M.C., Moccia D., Bellodi A., Mulas A. Bo M., Canese S., Angiolillo M. & R. Cannas (2016). *Leiopathes glaberrima* millennial forest from SW Sardinia as nursery ground for the small spotted catshark *Scyliorhinus canicula*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. in press.
- Cau A., Bramanti L., Cannas R., Follesa M.C., Angiolillo M., Canese S., Bo M., Cuccu D. & K. Guizien (2016b). Habitat constraints and self-thinning shape Mediterranean red coral deep population structure: Implications for conservation practice. *Scientific Reports*, 6: 23322.
- Chemisky B., Seguin E., Goujard A., Fourt M., Senturier J., Chevaldonné P., Pérez T., Daniel B. & A. Accornero-Picon (2015). Les fonds marins accessibles à tous avec la restitution tridimensionnelle haute résolution. Colloque merIgéO - De la côte à l’océan : l’information géographique en mouvement - Brest, 24-26 novembre 2015 : 57-60.
- Chevaldonné P. & C. Lejeusne (2003). Regional warming-induced species shift in north-west Mediterranean marine caves. *Ecology Letters* 6: 371-379.
- Cicogna F., Bianchi C.N., Ferrari G. & P. Forti (2003). *Grotte marine: cinquant’anni di ricerca in Italia*. Roma: Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, 505 pp.
- Colloca K., Carpentieri P., Balestri E. & G.D. Ardizzone (2004). A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Marine Biology* 145: 1129-1142.
- Costantini F., Taviani M., Remia A., Pintus E., Schembri P.J. & M. Abbiati (2010). Deep-water *Corallium rubrum* (L., 1758) from the Mediterranean Sea: preliminary genetic characterisation. *Marine Ecology* 31: 261-269.
- D’Onghia G., Capezzuto F., Cardone F., Carlucci R., Carluccio A., Chimienti G., Corriero G., Longo C., Maiorano P., Mastrototaro F., Panetta P., Rosso A., Sanfilippo R., Sion L. & A. Tursi (2015). Macro- and megafauna recorded in the submarine Bari Canyon (southern Adriatic, Mediterranean Sea) using different tools. *Mediterranean Marine Science* 16: 180-196.

- Dauvin J.C. & D. Bellan-Santini (1990). An overview of the amphipod genus *Haploops* (Ampeliscidae). *Journal of the Biological Association of the United Kingdom* 70: 887-903.
- De la Torriente A., Aguilar R., Serrano A., García S., Fernández L.M., García Muñoz M., Punzón A., Arcos J.M. & R. Sagarminaga (2014). Sur de Almería - Seco de los Olivos. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 102 pp.
- Deidun A., Andaloro F., Bavestrello G., Canese S., Consoli P., Micallef A., Romeo T. & M. Bo (2015). First characterisation of a *Leiopathes glaberrima* (Cnidaria: Anthozoa: Antipatharia) forest in Maltese exploited fishing grounds, *Italian Journal of Zoology* 82: 271-280.
- Dendrinis P., Karamanlidis A.A., Kotomatas S., Legakis A., Tounta E. & J. Matthiopoulos (2007). Pupping habitat use in the Mediterranean monk seal: a long-term study. *Marine Mammal Science* 23: 615-628.
- Denitto F., Moscatello S. & G. Belmonte (2009). Occurrence and distribution pattern of *Palaemon* spp. shrimps in a shallow submarine cave environment: a study case in South-eastern Italy. *Marine Ecology* 30: 416-424.
- Denitto F., Terlizzi A., Belmonte G. (2007). Settlement and primary succession in a shallow submarine cave: spatial and temporal benthic assemblage distinctness. *Marine Ecology* 28: 35-46.
- Di Geronimo I., Rosso A., La Perna R. & R. Sanfilippo (2001). Deep-sea (250-1,550 m) Benthic Thanatocoenoses from the Southern Tyrrhenian Sea. In: Faranda E.M., Guglielmo L. & G. Spezie (eds.), *Mediterranean Ecosystems Structures and Processes*, Springer Verlag, Italia. pp. 277-287.
- Domínguez-Carrió C., Requena S. & J-M. Gili (2014). Sistema de Cañones Submarinos Occidentales del Golfo de León. Proyecto LIFE+INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2014. 100 pp.
- D'Onghia G., Maiorano P., Carlucci R., Capezzuto F., Carluccio A., Tursi A. & L. Sion (2012). Comparing Deep-Sea Fish Fauna between Coral and Non-Coral "Megahabitats" in the Santa Maria di Leuca Cold-Water Coral Province (Mediterranean Sea). *PLoS ONE* 7(9): e44509.
- Dupré S., Woodside J., Foucher J.P., de Lange G., Mascle J., Boetius A., Mastalerz V., Stadnitskaia A., Ondréas H., Huguen C., Harmégnies F., Gontharet S., Loncke L., Deville E., Niemann H., Omoregie E., Olu-Le Roy K., Fiala-Medioni A., Dählmann A., Caprais J-C., Prinzhofer A., Sibuet M., Pierre C., Damsté J.S., & the NAUTINIL Scientific Party (2007). Seafloor geological studies above active gas chimneys off Egypt (Central Nile deep sea fan). *Deep Sea Research I* 54: 1146-1172.
- Dupré S., Woodside J., Klaucke I., Mascle J. & J-P. Foucher (2010). Widespread active seepage activity on the Nile Deep Sea Fan (offshore Egypt) revealed by high-definition geophysical imagery. *Marine Geology* 275: 1-19.
- EC (2006). European Commission. Sensitive and essential fish habitats in the Mediterranean Sea. Report of the Mediterranean Subgroup (SGMED 06-01) of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF), Commission of the European Communities, Commission Staff Working Paper, Rome, Italy, 60 pp.
- Esposito V., Giacobbe S., Cosentino A., Minerva C.S., Romeo T., Canese S. & F. Andaloro (2015). Distribution and ecology of the tube-dweller *Ampelisca ledoyeri* (Amphipoda: Ampeliscidae) associated with the hydrothermal field off Panarea Island (Tyrrhenian Sea, Mediterranean). *Marine Biodiversity* 45: 763-768.
- Evans J., Aguilar R., Alvarez H., Borg J.A., Garcia S., Knittweis L. & P.J. Schembri (2016). Recent evidence that the deep sea around Malta is a biodiversity hotspot. *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 41: 463.
- Fabri M.C., Pedel L., Freiwald A. & T. Madurell (2011). Habitats particuliers des étages bathyal et abyssal (Med). In: Fabri M.C., Pedel L., editors. *Biocénoses des fonds durs du bathyal et de l'abyssal/SRM MO. Initial Assessment for the Water Marine*.
- Fabri M-C., Pedela L., Beuck L., Galgania F., Hebbelnc D. & A. Freiwald (2014). Megafauna of vulnerable marine ecosystems in French mediterranean submarine canyons: Spatial distribution and anthropogenic impacts. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 104: 184-207.
- Fairfield N., Kantor G. & D. Wettergreen (2007). Real-time SLAM with octree evidence grids for exploration in underwater tunnels. *Journal of Field Robotics* 24: 3-21.
- FAO (2009). *International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas*. FAO, Rome, Italy, 73 pp.

- FAO (2016). The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome, Italy.
- Fink H.G., Wienberg C., de Pol-Holz R. & D. Hebbeln (2015). Spatio-temporal distribution patterns of Mediterranean cold-water corals (*Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata*) during the past 14,000 years. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 103: 37-48.
- Foubert A., Depreiter D., Beck T., Maignien L., Pannemans B., Frank N., Blamart D., & J-P. Henriot (2008). Carbonate mounds in a mud volcano province off north-west Morocco: Key to processes and controls. *Marine Geology* 248: 74-96.
- Fourt M. & A. Goujard (2012). Rapport final de la campagne MEDSEACAN (Têtes des canyons méditerranéens continentaux) novembre 2008 – avril 2010. Partenariat Agence des aires marines protégées – GIS Posidonie, GIS Posidonie publ. 218 pp.+ annexes.
- Fourt M., Goujard A., Perez T., Vacelet J., Sartoretto S., Chevaldonne P. & the scientific team of the MedSeaCan and CorSeaCan cruises (2014). French Mediterranean Submarine Canyons and Deep Rocky Banks: A Regional View for Adapted Conservation Measures. 1st Mediterranean Symposium on the conservation of Dark Habitats (Portorož, Slovenia, 31 October 2014): 12-13.
- Fourt M., Michez N., Chevaldonné P., Goujard A., Harmelin J.G., Vacelet J., Verlaque M. & Equipe scientifique des campagnes MedSeaCan et CorSeaCan (2014b). Exploration Visuelle des Canyons et Bancs Rocheux Profonds en Méditerranée Française : Apports à la Typologie Nationale des Habitats Profonds. 1st Mediterranean Symposium on the conservation of Dark Habitats (Portorož, Slovenia, 31 October 2014): 39-44.
- Freiwald A., Beuck L., Rüggeberg A., Taviani M., Hebbeln D. & R/V Meteor M70-1 participants (2009). The white coral community in the Central Mediterranean Sea - Revealed by ROV surveys. *Oceanography* 22: 58-74.
- Gallay M., Kaňuk J., Hochmuth Z., Meneely J.D., Hofierka J. & V. Sedlák (2015). Large-scale and high-resolution 3-D cave mapping by terrestrial laser scanning: a case study of the Domica Cave, Slovakia. *International Journal of Speleology*, 44: 277-291.
- Galil B.S. & H. Zibrowius (1998). First benthos samples from Eratosthenes seamount, Eastern Mediterranean. *Senckenbergiana Maritima* 28: 111-121.
- Gerovasileiou V., Chintiroglou C., Vafidis D., Koutsoubas D., Sini M., Dailianis T., Issaris Y., Akritopoulou E., Dimarchopoulou D. & E. Voultsiadou (2015). Census of biodiversity in marine caves of the Eastern Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science* 16: 245-265.
- Gerovasileiou V., Dimitriadis C., Arvanitidis C. & E. Voultsiadou (2017). Taxonomic and functional surrogates of sessile benthic diversity in Mediterranean marine caves. *PLoS ONE* 12: e0183707.
- Gerovasileiou V., Martínez A., Álvarez F., Boxshall G., Humphreys W.F., Jaume D., Becking L.E., Muricy G., van Hengstum P.J., Dekeyser S., Decock W., Vanhoorne B., Vandepitte L., Bailly N. & T.M. Iliffe (2016a). World Register of marine Cave Species (WoRCS): a new thematic species database for marine and anchialine cave biodiversity. *Research Ideas and Outcomes* 2: e10451.
- Gerovasileiou V., Trygonis V., Sini M., Koutsoubas D. & E. Voultsiadou (2013). Three-dimensional mapping of marine caves using a handheld echosounder. *Marine Ecology Progress Series* 486: 13-22.
- Gerovasileiou V. & E. Voultsiadou (2012). Marine caves of the Mediterranean Sea: a sponge biodiversity reservoir within a biodiversity hotspot. *PLoS ONE* 7: e39873.
- Gerovasileiou V. & E. Voultsiadou (2014). Mediterranean marine caves as biodiversity reservoirs: a preliminary overview. In *Symposia on the conservation of Mediterranean marine key habitats*, Portorož, 27–31 October 2014. Tunis: RAC/SPA, pp. 45–50.
- Gerovasileiou V. & E. Voultsiadou (2016). Sponge diversity gradients in marine caves of the eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 96: 407-416.
- Gerovasileiou V., Voultsiadou E., Issaris Y. & A. Zenetos (2016b). Alien biodiversity in Mediterranean marine caves. *Marine Ecology* 37: 239-256.
- Giakoumi S., Sini M., Gerovasileiou V., Mazor T., Beher J., Possingham H.P., Abdulla A., Çinar M.E., Dendrinou P., Gucu A.C., Karamanlidis A.A., Rodic P., Panayotidis P., Taskin E., Jaklin A., Voultsiadou E., Webster Ch., Zenetos A. & S. Katsanevakis (2013). Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-

scale heterogeneity. PLoS ONE 8: e76449.

Giannoulaki M., Belluscio A., Colloca F., Frascchetti S., Scardi M., Smith C., Panayotidis P., Valavanis V. & M.T. Spedicato (Ed) (2013). Mediterranean Sensitive Habitats. DG MARE Specific Contract SI2.600741, Final Report, 557 pp.

Gili J.M., Riera T. & M. Zabala (1986). Physical and biological gradients in a submarine cave on the Western Mediterranean coast (north-east Spain). *Marine Biology* 90: 291-297.

Gili J-M. & F. Pagès (1987). Pennatuláceos (Cnidaria. Anthozoa) recolectados en la plataforma continental catalana (Mediterráneo occidental). *Miscelánea Zoológica* 11: 25-39.

Giovannelli D., d'Errico G., Fiorentino F., Fattorini D., Regoli F., Angeletti L., Bakran-Petricioli T., Vetriani C., Yücel M., Taviani M., & Manini E. (2016) Diversity and distribution of prokaryotes within a shallow-water pockmark field. *Frontiers in Microbiology* 7: 941.

Giusti M., Bo M., Bavestrello G. & M. Angiolillo (2012). Record of *Viminella flagellum* (Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records* 5: e34.

Gofas S., Goutayer J., Luque A.A., Salas C., Templado J. (2014). Espacio Marino de Alborán. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 129 pp.

Gori A., Orejas C., Madurell T., Bramanti L., Martins M., Quintanilla E., Marti-Puig P., Lo Iacono C., Puig P., Requena S., Greenacre M. & J.M. Gili (2013a). Bathymetrical distribution and size structure of cold-water coral populations in the Cap de Creus and Lacaze-Duthiers canyons (northwestern Mediterranean). *Biogeosciences* 10: 2049-2060.

Grinyó J. (2016). Ecological study of benthic communities in the continental shelf and upper slope in the Menorca Channel (North Western Mediterranean) PhD Thesis. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, Spain

Grinyó J., Gori A., Ambroso S., Purroy A., Calatayud C., Dominguez-Carrió C., Coppari M., Lo Iacono C., López-González P.J. & J-M. Gili (2016). Diversity, distribution and population size structure of deep Mediterranean gorgonian assemblages (Menorca Channel, Western Mediterranean Sea). *Progress in Oceanography* 145: 42-56.

Grinyó J., Gori A., Ambroso S., Purroy A., Calatayud C., Dominguez-Carrió C., Coppari M., Lo Iacono C., López-González P.J. & J-M. Gili (2015). Spatial, bathymetrical and size distribution of deep unexpected well preserved Mediterranean gorgonian assemblages (Menorca Channel, Western Mediterranean Sea). *International Council for the Exploration of the Sea*. ICES 2015/D:19

Guarnieri G., Terlizzi A., Bevilacqua S. & S. Frascchetti (2012). Increasing heterogeneity of sensitive assemblages as a consequence of human impact in submarine caves. *Marine Biology* 159: 1155-1164.

Gubbay S., Sanders N., Haynes T., Janssen J.A.M., Rodwell J.R., Nieto A., García Criado M., Beal S., Borg J., Kennedy M., Micu D., Otero M., Saunders G. & M. Calix (2016). European Red List of Habitats. Part 1. Marine habitats. European Commission, 46 pp.

Harmelin J.G. (1985). Bryozoan dominated assemblages in Mediterranean cryptic environments. In: Nielsen C. & G.P. Larwood (Eds) *Bryozoa: Ordovician to recent*. Olsen & Olsen, Fredensborg, pp. 135-143.

Harmelin J.G. (1997). Diversity of bryozoans in a Mediterranean sublittoral cave with bathyal like conditions: role of dispersal processes and local factors. *Marine Ecology Progress Series*, 153: 139-152.

Harmelin J.G. (1986). Patterns in the distribution of bryozoans in the Mediterranean marine caves. *Stylogia* 2: 10-25.

Harmelin J.G. (2000). Ecology of cave and cavity dwelling bryozoans. In Herrera Cubilla A. & Jackson J.B.C. (eds), *Proceedings of the 11th International Bryozoology Association Conference*, Smithsonian Tropical Research Institute, Panama: 38-55.

Harmelin J.G. & J.L. D'hondt (1993). Transfers of bryozoan species between the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea via the Strait of Gibraltar. *Oceanologica Acta* 16: 63-72.

Harmelin J.G., Vacelet J. & P. Vasseur (1985) Les grottes sous-marines obscures: un milieu extrême et un remarquable biotope refuge. *Téthys* 11: 214-229.

- Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabe G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J. & G. Lasserre (1985). Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Revue Ecologie (Terre Vie)* 40: 467-539.
- Harris P.T. & T. Whiteway (2011). Global distribution of large submarine canyons: Geomorphic differences between active and passive continental margins. *Marine Geology* 285: 69-86.
- Ingrassia M., Macelloni L., Bosman A., Chiocci F.L., Cerrano C. & E. Martorelli (2016). Black coral (Anthozoa, Antipatharia) forest near the western Pontine Islands (Tyrrhenian Sea). *Marine Biodiversity* 46: 285-290.
- Janssen A., Chevaldonné P. & P. Martínez Arbizu (2013) Meiobenthic copepod fauna of a marine cave (NW Mediterranean) closely resembles that of deep-sea communities. *Marine Ecology Progress Series* 479: 99-113.
- Knittweis L., Aguilar R., Alvarez H., Borg J.A., Evans J., Garcia S. & P.J. Schembri (2016). New Depth Record of the Precious Red Coral *Corallium rubrum* for the Mediterranean. *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 41 : 467.
- Knittweis L., Chevaldonné P., Ereskovsky A., Schembri P.J. & J. A. Borg (2015). A preliminary survey of marine cave habitats in the Maltese Islands. *Xjenza Online*, 3: 153-164.
- Lartaud F., Pareige S., de Rafelis M., Feuillassier L., Bideau M., Peru E., De la Vega E., Nedoncelle K., Romans P. & N. Le Bris (2014). Temporal changes in the growth of two Mediterranean cold-water coral species, in situ and in aquaria. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 99: 64-70.
- Lastras G., Canals M., Ballesteros E., Gili J-M. & A. Sanchez-Vidal (2016). Cold-Water Corals and Anthropogenic Impacts in La Fonera Submarine Canyon Head, Northwestern Mediterranean Sea. *PLoS One*. 11: e0155729.
- Logan A., Bianchi C.N., Morri C. & H. Zibrowius (2004). The present-day Mediterranean brachiopod fauna diversity, life habits, biogeography and paleobiogeography. *Scientia Marina* 68: 163-170.
- Logan A., Bianchi C.N., Morri C., Zibrowius H. & G. Bitar (2002). New records of Recent brachiopods from the eastern Mediterranean Sea. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria" Genova* 94: 407-418.
- Lo Iacono C., Gràcia E., Bartolomé R., Coiras E., Dañobeitia J.J. & J. Acosta (2012). The habitats of the Chella Bank. Eastern Alboran Sea (Western Mediterranean). In: Harris P. and E. Baker (eds.), *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHab Atlas of seafloor geomorphic features and benthic habitats*. Elsevier, pp. 681-687.
- Lo Iacono C., Gràcia E., Ranero C.R., Emelianov M., Huvenne V.A.I., Bartolomé R., Booth-Rea G. & J. Prades (2014). The West Melilla cold water coral mounds, Eastern Alboran Sea: Morphological characterization and environmental context. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 99: 316-326.
- López-González P.J., Grinyó J. & J.M. Gili (2012). Rediscovery of *Cereopsis studeri* Koch, 1891, a forgotten Mediterranean soft coral species, and its inclusion in the genus *Nidalia* Gray, 1835 (Octocorallia, Alcyonacea, Nidaliidae). *Marine Biology Research* 8: 594-604.
- López-González P.J., Grinyó J. & J.M. Gili (2015). *Chironophthya mediterranea* n. sp. (Octocorallia, Alcyonacea, Nidaliidae), the first species of the genus discovered in the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity*. 45: 667-688.
- Madurell T., Orejas C., Requena S., Gori A., Purroy A., Lo Iacono C., Sabatés A., Domínguez-Carrió C. & J.M. Gili (2012). The benthic communities of the Cap de Creus canyon. *IUCN*: 123-132.
- Maldonado M., Aguilar R., Blanco J., García S., Serrano A. & A. Punzón (2015). Aggregated Clumps of Lithistid Sponges: A Singular, Reef-Like Bathyal Habitat with Relevant Paleontological Connections. *PLoS ONE* 10: e0125378.
- Malinverno E., Taviani M., Rosso A., Violanti D., Villa I., Savini A., Vertino A., Remia A. & C. Corselli (2010). Stratigraphic framework of the Apulian deep-water coral province, Ionian Sea. *Deep Sea Research II* 57 (5-6): 345-359.
- Marín P., Aguilar R. & S. Garcia (2014). Scientific Information to Describe Areas Meeting Scientific Criteria for Mediterranean EBSAs Information provided by OCEANA to CBD and UNEP/MAP for the Mediterranean EBSA Workshop March 2014. Mediterranean Regional Workshop to Facilitate the Description of Ecologically or Biologically Significant Marine Areas (EBSAs). 7 - 11 April 2014 - Málaga, Spain.
- Marín P., Aguilar R., García S. & E. Pardo (2011b). Montes Submarinos del Mediterráneo: Seco de Palos. Propuesta de protección. *Oceana*. 42 pp.

- Marín P., Pastor X., Aguilar R., García S., Pardo E. & J. Ubero (2011). Montañas submarinas de las Islas Baleares: Canal de Mallorca 2011. Propuesta de protección para Ausías March, Emile Baudot y Ses Olives. *Oceana*.
- Martí R., Uriz M.J., Ballesteros E. & X. Turón (2004). Benthic assemblages in two Mediterranean caves: species diversity and coverage as a function of abiotic parameters and geographic distance. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 557-572.
- Mastrototaro F., Chimienti G., Capezzuto F., Carlucci R. & G Williams (2015). First record of *Protoptilum carpenteri* (Cnidaria: Octocorallia: Pennatulacea) in the Mediterranean Sea. *Italian Journal of Zoology* 82: 61-68.
- Mastrototaro F., D'Onghia G., Corriero G., Matarrese A., Maiorano P., Panetta P., Gherardi M., Longo C., Rosso A., Sciuto F., Sanfilippo R., Gravili C., Boero F., Taviani M. & A. Tursi (2010). Biodiversity of the white coral bank off Cape Santa Maria di Leuca (Mediterranean Sea): An update, *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 57: 412-430.
- Mastrototaro F., Maiorano P., Vertino A., Battista D., Indennidate A., Savini A., Tursi A., & G. D'Onghia (2013). A facies of *Kophobelemnon* (Cnidaria, Octocorallia) from Santa Maria di Leuca coral province (Mediterranean Sea). *Marine Ecology* 34: 313-320.
- Mastrototaro F., Chimienti G., Acosta J., Blanco J., García S., Rivera J. & R. Aguilar (2017). '*Isidella elongata*' (Cnidaria: Alcyonacea) 'facies' in the western Mediterranean Sea: visual surveys and descriptions of its ecological role. *European Journal of Zoology*, in press.
- MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (2011). *Marine Litter - Technical Recommendations for the Implementation of MSFD Requirements*. Publications Office of the European Union. Scientific and Technical Research series. 91 pp.
- Molodtsova T.N. (2011). A new species of *Leiopathes* (Anthozoa: Antipatharia) from the Great Meteor seamount (North Atlantic). *Zootaxa* 3138: 52-64.
- Montagna P., McCulloch M., Taviani M., Mazzoli C. & B. Vendrell (2006). *Science* 312: 1788-1791.
- Movilla J., Orejas C., Calvo E., Gori A., López-Sanz A., Grinyó J., Domínguez-Carrió C. & C. Pelejero (2014). Differential response of two Mediterranean cold-water coral species to ocean acidification. *Coral Reefs* 33: 675-686.
- Morri C., Bavestrello G. & C.N. Bianchi (1991). Faunal and ecological notes on some benthic cnidarian species from the Tuscan Archipelago and Eastern Ligurian Sea (Western Mediterranean) *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova* 54-55: 27-47.
- Morri C., Bianchi C.N., Degl'Innocenti F., Diviacco G., Forti S., Maccarone M., Niccolai I., Sgorbini S. & S. Tucci (1994a). Gradienti fisico-chimici e ricoprimento biologico nella Grotta Marina di Bergeggi (Mar Ligure). *Memorie dell'Istituto italiano di Speleologia Bologna* 2: 85-94.
- Morri C., Cinelli F. & C.N. Bianchi (1994b). Sessile epifauna gigantism in a submarine cave with sulphur springs. *Cave Diving*, 6: 4-9.
- Morri C., Puce S., Bianchi C.N., Bitar G., Zibrowius H., Bavestrello G. (2009). Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) from the Levant Sea (mainly Lebanon), with emphasis on alien species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89: 49-62.
- Mytilineou Ch., Smith C.J., Anastasopoulou A., Papadopoulou K.N., Christidis G., Bekas P., Kavadas S. & J. Dokos (2014). New cold-water coral occurrences in the Eastern Ionian Sea: Results from experimental long line fishing. *Deep-Sea Research Part II* 99: 146-157.
- Navarro-Barranco C., Guerra-García J.M., Sánchez-Tocino L., Florido M. & J.C. García-Gómez (2016). Amphipod community associated with invertebrate hosts in a Mediterranean marine cave. *Marine Biodiversity* 46, 105-112.
- Navarro-Barranco C., Guerra-García J.M., Sánchez-Tocino L. & J.C. García-Gómez (2012). Soft-bottom crustacean assemblages in Mediterranean marine caves: the cave of Cerro-Gordo (Granada, Spain) as case study. *Helgolander Marine Research* 6: 567-576.
- Navarro-Barranco C., Guerra-García J.M., Sánchez-Tocino L. & J.C. García-Gómez (2014) Amphipods from marine cave sediments of the southern Iberian Peninsula: diversity and ecological distribution. *Scientia Marina* 78: 415-424.
- Nepote E., Bianchi C.N., Morri C., Ferrari M. & M. Montefalcone (2017). Impact of a harbour construction on the benthic community of two shallow marine caves. *Marine Pollution Bulletin* 114: 35-45.



- Ocaña O., Opresko D.M. & A. Brito (2007). First Record of the Black Coral *Antipathella wollastoni* (Anthozoa: Antipatharia) outside of Macaronesian Waters. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias XVIII*: 125-138.
- Oludare Idrees M. & B. Pradhan (2016). A decade of modern cave surveying with terrestrial laser scanning: A review of sensors, method and application development. *International Journal of Speleology*, 45: 71-88.
- Olu-Le Roy K., Sibuet M., Fiala-Medioni A., Gofas S. Salas C., Mariotti A., Fouchere J-P. & J. Woodside (2004). Cold seep communities in the deep eastern Mediterranean Sea: composition, symbiosis and spatial distribution on mud volcanoes. *Deep-Sea Research I* 51: 1915-1936.
- Onorato R., Denitto F. & G. Belmonte (1999). Le grotte marine del Salento: classificazione, localizzazione e descrizione. *Thalassia Salentina* 23: 67-116.
- Opresko, D.M. & G. Försterra (2004). Orden Antipatharia (corales negros o espinosos). In: Hofrichter R., editor. *El Mar Mediterraneo: fauna, flora, ecología*. Barcelona: Omega 2. pp. 506-509.
- Orejas C., Abu-Alhaja R., Achilleos K., Avgousti A., Aurelle D., Ferrier-Pagès C., Gori A., Hadjioannou L., Kamidis N., Lo-Iacono C., Petrou A., Reynaud S., Rottier C. & D. Sakellariou (2016). The Deep-water corals of Cyprus: Environmental settings and ecological features (CYprus Cold-corals Levantine SeA, Eastern MEditerranean: CYCLAMEN). <http://cyclamen.cyi.ac.cy/sites/default/files/news/CYCLAMEN-POSTER.pdf>
- Orejas C., Gori A., Jiménez C., Rivera J., Lo Iacono C., Hadjioannou L., Andreou V. & Petrou A. (in press). First in situ documentation of a population of the coral *Dendrophyllia ramea* off Cyprus (Levantine Sea) and evidence of human impacts. *GALAXEA*.
- Orejas C., Gori A., Lo Iacono C., Puig P, Gili J.M. & M.R.T. Dale (2009). Cold-water corals in the Cap de Creus canyon, northwestern Mediterranean: spatial distribution, density and anthropogenic impact. *Marine Ecology Progress Series* 397: 37-51.
- Orejas C., Gori A., Reynaud S., Grinyó J., Gili J.M. & Ch. Ferrier Pagès (2014). The cold-water coral *Dendrophyllia cornigera*: an inhabitant of the Menorca Channel deep waters and beyond. In: VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears 2014. Palma de Mallorca, Spain.
- Pachiadaki M.G. & K.A. Kormas (2013). Interconnectivity vs. isolation of prokaryotic communities in European deep-sea mud volcanoes. *Biogeosciences* 10: 2821-2831.
- Pachiadaki M.G., Lykousis V., Stefanou E.G. & K.A. Kormas (2010). Prokaryotic community structure and diversity in the sediments of an active submarine mud volcano (Kazan mud volcano, East Mediterranean Sea). *FEMS Microbiology Ecology* 72: 429-444.
- Pagès F., Martín J., Palanques A., Puig P. & J-M. Gili (2007). High occurrence of the elasipodid holothurian *Penilpidia ludwigi* (von Marenzeller, 1893) in bathyal sediment traps moored in a western Mediterranean submarine canyon. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 54: 2170-2180.
- Pansini M. & B. Musso (1991). Sponges from trawl-exploitable bottoms of Ligurian and Tyrrhenian Seas: Distribution and ecology. *Marine Ecology* 12: 317-329.
- Pardo E., Aguilar R., García S., Torriente A & J. Ubero (2011). Documentación de arrecifes de corales de agua fría en el Mediterráneo occidental (Mar de Alborán). *Chronica naturae*, 1: 20-34.
- Parravicini V., Guidetti P., Morri C., Montefalcone M., Donato M. & C.N. Bianchi (2010). Consequences of sea water temperature anomalies on a Mediterranean submarine cave ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86: 276-282.
- Pérès J.M. (1967). Mediterranean Benthos. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review* 5: 449-533.
- Pérès J.M. & J. Picard (1949). Notes sommaires sur le peuplement des grottes sous-marines de la région de Marseille. *Compte rendu sommaire des séances de la Société de biogéographie* 227: 42-45.
- Pérès J.M. & J. Picard (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Stations Marine d'Endoume* 31: 1-137.
- Pérez-Portela R., Cerro-Gálvez E., Taboada S., Tidu C., Campillo-Campbell C., Mora J. & A. Riesgo (2016). Lonely populations in the deep genetic structure of red gorgonians at the heads of submarine canyons in the north-western Mediterranean Sea. *Coral Reefs* 35: 1013-1026.
- Pérez T., Vacelet J., Bitar G. & H. Zibrowius (2004). Two new lithistids (Porifera: Demospongiae) from a shallow

eastern Mediterranean cave (Lebanon). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 15-24.

Poole D.R., Abbot B.A. & R.T. Green (2011). Mapping borehole accessed karst solutional features and culvert conduits using remote sensor technology. *Proceedings of the 2011 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS 2011)*, San Antonio, TX, p 29-33.

PNUE/PAM-CAR/ASP (2016). Maroc : Site de Jbel Moussa. Cartographie des habitats marins clés de Méditerranée et initiation de réseaux de surveillance. Par Bazairi H., Sghaier Y.R., Benhoussa A., Boutahar L., El Kamcha R., Selfati M., Gerovasileiou V., Baeza J., Castañer V., Martin J., Valriberas E., González R., Maestre M., Espinosa F. & A. Ouerghi. CAR/ASP - Projet MedKeyHabitats, Tunis. 92 pp + Annexes.

Rabaut M., Guilini K., Van Hoey G., Vincx M. & S. Degraer (2007). A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of *Lanice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75: 525-536

Radolović M., Bakran-Petricioli T., Petricioli D., Surić M. & D. Perica (2015). Biological response to geochemical and hydrological processes in a shallow submarine cave. *Mediterranean Marine Science* 16: 305-324.

Rastorgueff P.A., Bellan-Santini D., Bianchi C.N., Bussotti S., Chevaldonné P., Guidetti P., Harmelin J.G., Montefalcone M., Morri C., Pérez T., Ruitton S., Vacelet J. & S. Personnic (2015). An ecosystem-based approach to evaluate the ecological quality of Mediterranean undersea caves. *Ecological Indicators* 54: 137-152.

Riedl R. (1966). *Biologie der Meereshöhlen*. Paul Parey, Hamburg, 636 pp.

Ros J.D., Romero J., Ballesteros E. & J.M. Gili (1985). Diving in blue water. The benthos. In: Margalef R. (ed) *Western Mediterranean*. Pergamon Press. Oxford, pp. 233-295.

Rossi S., Tsounis G., Orejas C., Padron T., Gili J.M., Bramanti L., Teixido N. & J. Gutt (2008). Survey of deep-dwelling red coral (*Corallium rubrum*) populations at Cap de Creus (NW Mediterranean). *Marine Biology* 154: 533-545.

Rosso A., Di Martino E., Sanfilippo R. & V. Di Martino (2014). Bryozoan Communities and Thanatocoenoses from Submarine Caves in the Plemmirio Marine Protected Area (SE Sicily). In: Ernst A., Schäfer P. & Scholz J. (eds): *Bryozoan Studies 2010. Proceedings of the 15th IBA Conference, 2010 Kiel, Germany. Lecture Notes in Earth System Sciences* 143: 251-269. Springer, Berlin, Heidelberg.

Rosso A., Sanfilippo R., Taddei Ruggiero E. & E. Di Martino (2013). Serpuloidean, bryozoan and brachiopod faunas from submarine caves in Sicily. *Bollettino Società Paleontologica Italiana* 52: 167-176.

Rosso A., Vertino A., Di Geronimo I., Sanfilippo R., Sciuto F., Di Geronimo R., Violanti D., Corselli C., Taviani M., Mastrototaro F & A. Tursi (2010). Hard- and softbottom thanatofacies from the Santa Maria di Leuca deep-water coral province. *Mediterranean. Deep-Sea Research II* 57: 360-379.

Sanfilippo R. & E. Mollica (2000). *Serpula cavernicola* Fassari & Mollica, 1991 (Annelida Polychaeta): diagnostic features of the tubes and new Mediterranean records. *Marine Life* 10: 27-32.

Sanfilippo R., Rosso A., Guido A. & V. Gerovasileiou (2017). Serpulid communities from two marine caves in the Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, in press.

Sanfilippo R., Vertino A., Rosso A., Beuck L., Freiwald A. & M. Taviani (2013). *Serpula* aggregates and their role in deep-sea coral communities in the Adriatic Sea. *Facies* 59: 663-677.

Sanfilippo R., Rosso A., Guido A., Mastandrea A., Russo F., Ryding R. & E. Taddei Ruggiero (2015). Metazoan /microbial biostalactites from modern submarine caves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology* 36: 1277-1293.

Sartoretto S. (2012). New records of *Dendrobrachia bonsai* (Octocorallia: Gorgonacea: Dendrobrachiidae) in the western Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 5: e7.

Savini A., Vertino A., Beuck L., Marchese F. & A. Freiwald (2014). Mapping cold-water coral habitats at different scales within the northern Ionian Sea (central Mediterranean): an assessment of coral coverage and associated vulnerability. *PLoS ONE* 9: e87108.

Schembri P., Dimech M., Camilleri M. & R. Page (2007). Living deep-water *Lophelia* and *Madrepora* corals in Maltese waters (Strait of Sicily, Mediterranean Sea). *Cahiers de Biologie Marine* 48: 77-83.

Sellers WJ, Chamberlain AT (1998) Ultrasonic cave mapping. *Journal of Archaeological Science* 25: 867-873.

- Serrano A., González-Irusta J., Punzon A., García-Alegre A., Lourido A., Ríos P., Blanco M., Gómez-Ballesteros M., Druet M., Cristobo J. & J.E. Cartes (2016). Benthic habitats modelling and mapping of Galicia Bank (NE Atlantic). *Frontiers in Marine Science*. Conference Abstract: XIX Iberian Symposium on Marine Biology Studies. doi: 10.3389/conf.FMARS.2016.05.00039
- Shank T.M., Herrera S., Cho W., Roman C. N. & K.L.C. Bell (2011). Exploration of the Anaximander mud volcanoes. In K. L. C. Bell and S. A. Fuller (eds.), *New Frontiers in Ocean Exploration: The E/V Nautilus 2010 Field Season*. *Oceanography* 24: 22-23.
- Stipanov M., Bakarić V. & Z. Eškinja (2008) ROV Use for Cave Mapping and Modeling, *IFAC Proceedings* 41: 208-211.
- Southward A.J., Kennicut M.C. II, Alcalà-Herrera J., Abbiati M., Airoidi L., Cinelli F., Bianchi C.N., Morri C. & E. Southward (1996). On the biology of submarine caves with sulphur springs: appraisal of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios as a guide to trophic relations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 76: 265-285.
- Southward E.C., Andersen A.C. & Hourdez S. (2011). *Lamellibrachia anaximandri* n. sp., a new vestimentiferan tubeworm (Annelida) from the Mediterranean, with notes on frenulate tubeworms from the same habitat. *Zoosystema* 33: 245-279.
- Surić M., Lončarić R. & N. Lončar (2010). Submerged caves of Croatia: distribution, classification and origin. *Environmental Earth Sciences* 61: 1473-1480.
- Taviani M. (2011). The deep-sea chemoautotroph microbial world as experienced by the Mediterranean metazoans through time. *Advances in Stromatolite Geobiology*, pp. 277-295, Springer Berlin/Heidelberg.
- Taviani M. (2014). Marine Chemosynthesis in the Mediterranean Sea. In S. Goffredo & Z. Dubinsky (eds.), *The Mediterranean Sea: Its history and present challenges*, pp. 69-83, Springer Science+Business Media Dordrecht 2014.
- Taviani M. & P. Colantoni (1979) Thanatocoenoses würmiennes associées aux coraux blancs. *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 25-26: 141-142.
- Taviani M., Angeletti L., Ceregato A., Fogliani F., Frogliani C. & F. Trincardi (2013). The Gela Basin pockmark field in the strait of Sicily (Mediterranean Sea): chemosymbiotic faunal and carbonate signatures of postglacial to modern cold seepage. *Biogeosciences* 10: 4653-4671.
- Taviani M., Freiwald A. & H. Zibrowius (2005a). Deep coral growth in the Mediterranean Sea: an overview. In: Freiwald A. & J.M. Roberts (eds) *Cold-water corals and ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 137-156.
- Taviani M., Remia A., Corselli C., Freiwald A., Malinverno E., Mastrototaro F., Savini A. & A. Tursi (2005b). First geo-marine survey of living cold-water *Lophelia* reefs in the Ionian Sea (Mediterranean basin). *Facies* 50: 409-417.
- Taviani M., Angeletti L., Dimech M., Mifsud C., Freiwald A., Harasewych M.G. & M. Oliverio (2009). Coralliophilinae (Mollusca: Gastropoda) associated with deep-water coral banks in the Mediterranean. *The Nautilus* 123: 106-112.
- Taviani M., Angeletti L., Antolini B., Ceregato A., Frogliani C., López Correa M., Montagna P., Remia A., Trincardi F. & A. Vertino (2011a). Geo-biology of Mediterranean Deep-Water Coral Ecosystems. *Marine Geology, Marine research at CNR* 705-719.
- Taviani M., Vertino A., López Correa M., Savini A., De Mol B., Remia A., Montagna P., Angeletti L., Zibrowius H., Alves T., Salomidi M., Ritt B. & P. Henry (2011b). Pleistocene to recent scleractinian deep-water corals and coral facies in the Eastern Mediterranean. *Facies* 57: 579-603.
- Taviani M., Angeletti L., Beuck L., Campiani E., Canese S., Fogliani F., Freiwald A., Montagna P. & F. Trincardi (2016a). On and off the beaten track: megafaunal sessile life and Adriatic cascading processes. *Marine Geology* 369: 273-287.
- Taviani M., Angeletti L., Canese S., Cannas R., Cardone F., Cau A., Cau A.B., Follesa M.C., Marchese F., Montagna P. & C. Tessarolo (2016b). The "Sardinian cold-water coral province" in the context of the Mediterranean coral ecosystems. *Deep Sea Research II*. in press.

- Taviani M., Angeletti L., Cardone F., Oliveri E. & R. Danovaro (2016c) Deep-sea habitats and associated megafaunal diversity in the Dohrn Canyon (Gulf of Naples, Mediterranean Sea): first insights from a ROV survey. GeoSub 2016 international congress, 13-17 September 2016, Ustica, Italy, Proceedings, pp. 86-88.
- Taviani M., Freiwald A., Beuck L., Angeletti L. & A. Remia (2010). The deepest known occurrence of the precious red coral *Corallium rubrum* (L. 1758) in the Mediterranean Sea. In: Bussoletti E., Cottingham D., Bruckner A., Roberts G. & R. Sandulli (eds) Proceedings of the International Workshop on Red Coral Science, Management, Trade: Lessons from the Mediterranean, NOAA Technical Memorandum CRCP-13, NOAA, Silver Spring, MA, pp. 87-93.
- Taviani M., Vertino A., López Correa M., Savini A., De Mol B., Remia A., Montagna P., Angeletti L., Zibrowius H., Alves T., Salomidi M., Ritt B. & P. Henry (2011). Pleistocene to Recent scleractinian deep-water corals and coral facies in the Eastern Mediterranean. *Facies* 57: 579-603.
- Templado J., Ballesteros E., Galparsoro I., Borja A., Serrano A., Martín L. & A. Brito (2012). Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos. Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 230 pp.
- Templado J., Guerra A., Bedoya J., Moreno D., Remón J.M., Maldonado M. & M.A. Ramos (1993). Fauna Marina circalitoral del sur de la Península Ibérica. Resultados de la campaña oceanográfica "Fauna I". MNCN-CSIC. 135 pp.
- Teixidó N., Albajes-Eizagirre A., Bolbo D., Le Hir E., Demestre M., Garrabou J., Guigues L., Gili J.M., Piera J., Prelot T. & A. Soria-Frisch (2011). Hierarchical segmentation-based software for cover classification analyses of seabed images (Seascope). *Marine Ecology Progress Series* 431: 45-53.
- Todaro M.A., Leasi F., Bizzarri N. & P. Tongiorgi (2006) Meiofauna densities and gastrotrich community composition in a Mediterranean sea cave. *Marine Biology* 149: 1079-1091.
- Topçu N.E. & B Öztürk (2016). First insights into the demography of the rare gorgonian *Spinimuricea klavereni* in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology* 37: 1154-1160.
- Trygonis V. & M. Sini (2012). photoQuad: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 424-425: 99-108.
- Tursi A., Mastrototaro F., Matarrese A., Maiorano P. & G. D'onghia (2004). Biodiversity of the white coral reefs in the Ionian Sea (Central Mediterranean). *Chemistry and Ecology* 20: 107-116.
- UNEP (2016). Integrated Monitoring and Assessment Guidance. UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7
- UNEP-MAP-RAC/SPA (2008). Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bioconcretions in the Mediterranean Sea. RAC/SPA, Tunis. 21 pp.
- UNEP-MAP-RAC/SPA (2013). Description of the ecology of the Gulf of Lions shelf and slope area and identification of the areas that may deserve to be protected. By Sardà J.M.G. & C. Domínguez-Carrió (Ed). RAC/SPA, Tunis. 64 pp.
- UNEP-MAP-RAC/SPA (2015a). Action Plan for the conservation of habitats and species associated with seamounts, underwater caves and canyons, aphotic hard beds and chemo-synthetic phenomena in the Mediterranean Sea. Dark Habitats Action Plan. RAC/SPA, Tunis. 35 pp.
- UNEP-MAP-RAC/SPA (2015b). Standard methods for inventorying and monitoring coralligenous and rhodoliths assemblages. Pergent G., Agnesi S., Antonioli P.A., Babbini L., Belbacha S., Ben Mustapha K., Bianchi C.N., Bitar G., Cocito S., Deter J., Garrabou J., Harmelin J-G., Hollon F., Mo G., Montefalcone M., Morri C., Parravicini V., Peirano A., Ramos-Espla A., Relini G., Sartoretto S., Semroud R., Tunesi L. & M. Verlaque, RAC/SPA, Tunis. 20 pp. + Annex.
- Uriz M.J., Zabala M., Ballesteros E., Garcia-Rubies A. & X. Turón (1993). El bentos: les coves. p. 731-748. In: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Alcover J.A., Ballesteros E. & J.J. Fornós (Eds). CSIC-Moll, Palma de Mallorca.
- Vafidis D. & A. Koukouras (1998). Antipatharia, Ceriantharia and Zoantharia (Hexacorallia, Anthozoa) of the Aegean Sea with a check list of the Mediterranean and Black Sea Species. *Annales de l'Institut Oceanographique*, Paris 74: 115-126.

- Vacelet J. (1959). Répartition générale des éponges et systématique des éponges cornées de la région de Marseille et de quelques stations méditerranéennes. *Recueil des Travaux de la Stations Marine d'Endoume* 26: 39-101.
- Vacelet J., Bitar G., Carteron S., Zibrowius H. & T. Pérez (2007). Five new sponge species (Porifera: Demospongiae) of subtropical or tropical affinities from the coast of Lebanon (eastern Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 1539-1552.
- Vacelet J., Boury-Esnault N. & J.G. Harmelin (1994). Hexactinellid cave, a unique deep-sea habitat in the scuba zone. *Deep Sea Research Part I* 41: 965-973.
- Vafidis D., Koukouras A. & E. Voultsiadou-Koukoura (1997). Actinaria, Corallimorpharia, and Scleractinia (Hexacorallia, Anthozoa) of the Aegean Sea, with a checklist of the Eastern Mediterranean and Black Sea species. *Israel Journal of Zoology* 43: 55-70.
- Vertino A., Savini A., Rosso A., Di Geronimo I., Mastrototaro F., Sanfilippo R., Gay G. & G. Etiope (2010) Benthic habitat characterization and distribution from two representative sites of the deep-water SML Coral Province (Mediterranean). *Deep-Sea Research Part II* 57: 380-396.
- Würtz M. & M. Rovere (Eds) (2015). *Atlas of the Mediterranean Seamounts and Seamount-like Structures*. Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN. 276 pp.
- Zabala M., Maluquer P., & J.G. Harmelin (1993). Epibiotic bryozoans on deep-water scleractinian corals from the Catalonia Slope (western Mediterranean, Spain, France). *Scientia Marina* 57: 65-78.
- Zibrowius H. (1971). Remarques sur la faune sessile des grottes sous-marines et de l'étage bathyal en Méditerranée. *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 20: 243-245.
- Zibrowius H. (1978). Les Scleractiniaires des grottes sous-marines en Méditerranée et dans l'Atlantique nord-oriental (Portugal, Madère, Canaries, Açores). *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 40: 516-545.
- Zibrowius H. & M. Taviani (2005). Remarkable sessile fauna associated with deep coral and other calcareous substrates in the Strait of Sicily, Mediterranean Sea. In: Freiward A. & J.M. Roberts (eds) *Cold-water corals and ecosystems*. Berlin Heidelberg, Springer: 807-819.
- Županović S. (1969). Prilog izučavanju bentoske faune Jabučke kotline. *Thalassia Jugoslavica* 5: 477-493.



United Nations  
Environment Programme



Mediterranean Action Plan  
Barcelona Convention



The Mediterranean  
Biodiversity  
Centre

Specially Protected Areas Regional Activity Centre (SPA/RAC)  
Boulevard du Leader Yasser Arafat - B.P. 337 - 1080 Tunis Cedex - Tunisia  
Tel: +216 71 206 649 / 485 | [car-asp@spa-rac.org](mailto:car-asp@spa-rac.org) | [www.spa-rac.org](http://www.spa-rac.org)