

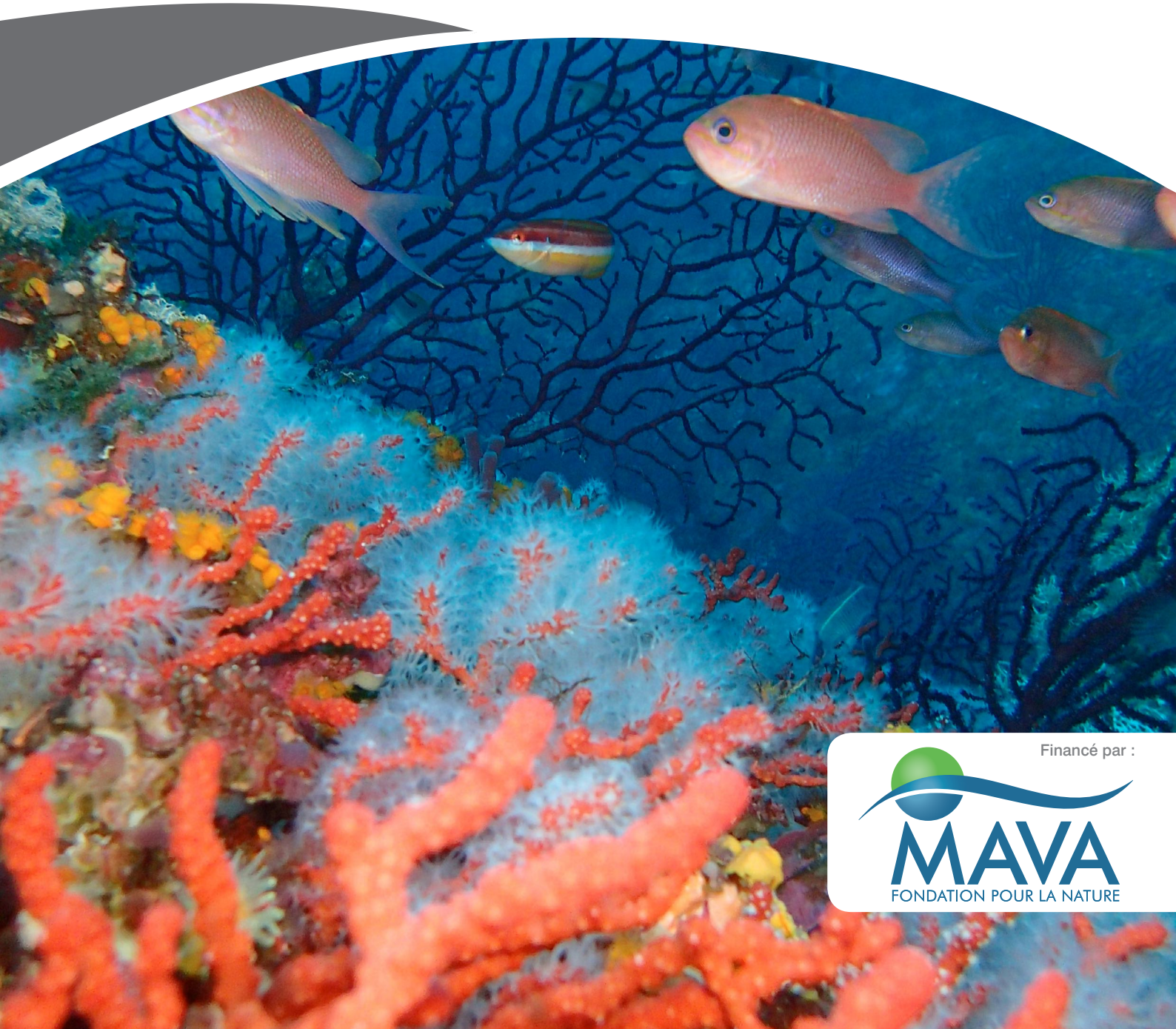


Haut Commissariat aux Eaux et Forêts
et à la Lutte Contre la Désertification



PROJET **MEDKEYHABITATS**

Maroc : Site de Jbel Moussa Cartographie des habitats marins clés de Méditerranée et initiation de réseaux de surveillance



Financé par :



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

© 2016 **Programme des Nations Unies pour l'Environnement**
Plan d'Action pour la Méditerranée
Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP)
Boulevard du Leader Yasser Arafat
B.P.337 - 1080 Tunis Cedex - TUNISIE
E-mail : car-asp@rac-spa.org

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

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

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. & Ouerghi A. Ed. CAR/ASP - Projet MedKeyHabitats, Tunis. 92 p + Annexes.

Mise en page : Zine el Abidine MAHJOUB - www.zineto.com et Yassine Ramzi SGHAIER.

Photo de couverture : © CAR/ASP, Université de Séville

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

En partenariat avec :



The logos shown are: Université Mohammed V Faculté des Sciences Rabat (with a stylized 'M' and 'V' logo), Universidad de Sevilla (with a red 'U' and a crest), and mediterráneo Servicios Marinos (with a stylized 'M' logo).

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



Pour plus d'informations :
www.rac-spa.org

Maroc : Site de Jbel Moussa
Cartographie des habitats marins clés de Méditerranée
et initiation de réseaux de surveillance



Etude demandée et financée par :



Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées

Boulevard du Leader Yasser Arafat

B.P. 337

1080 Tunis Cedex - Tunisia

Chargé de l'étude :

Atef Ouerghi, CAR/ASP, Tunis - Tunisie

Zouhair Amhaouch, HCEFLD - Maroc

Yassine Ramzi Sghaier, CAR/ASP, Tunis - Tunisie

Coordination Scientifique et Technique de l'étude :

Hocein Bazairi, Université Mohammed V, Rabat - Maroc

Free Espinosa, LBM - Université de Séville - Espagne

Atef Ouerghi, CAR/ASP, Tunis - Tunisie

Yassine Ramzi Sghaier, CAR/ASP, Tunis - Tunisie

Avec la participation de :

Enrique Ostalé Valriberas, LBM - Université de Séville, Espagne

Alexandre Roi González Aranda, LBM - Université de Séville, Espagne

Manuel Jesús Maestre Delgado, LBM - Université de Séville, Espagne

Abdelaziz Benhoussa, Université Mohammed V, Rabat - Maroc

Vasilis Gerovasileiou, Hellenic Centre for Marine Research, Heraklion, Crete, Greece

Josep Baeza Montals, Mediterráneo Servicios Marinos, SL, Alicante, Espagne

Vicente Castañer Franch, Mediterráneo Servicios Marinos, SL, Alicante, Espagne

Javier Martín Fernández, Mediterráneo Servicios Marinos, SL, Alicante, Espagne

Loubna Boutahar, Université Mohammed V, Rabat - Maroc

Reda El Kamcha, Université Mohammed V, Rabat - Maroc (Mission de septembre 2014)

Mohamed Selfati, Université Mohammed V, Rabat - Maroc (Mission de septembre 2015)

Nicolas Bailly, Hellenic Centre for Marine Research, Heraklion, Crete, Greece

(Aide pour l'identification des poissons à partir des photos)

Et l'assistance technique de :

Mohammed Ameziane, plongeur professionnel

Hicham El Brini, plongeur professionnel

Reference de l'étude:

N° des contrats : MoU n°06/2014 MedKeyHabitats, MoU n°08/2014 MedKeyHabitats, MedKeyHabitats n°07/2014, MoU n°11/2014 MedKeyHabitats, MedKeyHabitats n°12/2014, MedKeyHabitats n°11/2015, MedKeyHabitats n°15/2015, MoU n°12/2015 MedKeyHabitats, MoU n°13/2015 MedKeyHabitats, MedKeyHabitats n°01/2016.

TABLES DES MATIÈRES

INTRODUCTION	15
PARTIE I : CADRE GENERAL DE L'ETUDE	19
1. Le Site d'Intérêt Biologique et Ecologique de Jbel Moussa.....	19
1.1. Localisation géographique et superficie.....	19
1.2. Cadre géologique et géomorphologique.....	19
1.3. Cadre climatique.....	19
1.4. Cadre hydrographique et hydrogéologique.....	20
1.5. Paramètres océanographiques.....	21
1.6. Statut de conservation.....	22
1.7. Activités anthropiques.....	23
2. Prospections marines de SIBE 'Jbel Moussa'.....	24
2.1. Moyens logistiques et humains.....	24
2.2. Déroulement chronologique des missions de terrain.....	24
PARTIE II : INVENTAIRE DES ESPECES ET CARACTERISATION DES HABITATS CLES DE LA ZONE MARINE DE 'JBEL MOUSSA'	27
1. Contexte et objectifs.....	27
2. Matériel et méthodes.....	28
2.1. Inventaire des espèces et habitats.....	28
2.2. Caractérisation des espèces et habitats de la zone d'étude.....	29
2.3. Caractérisation des herbiers de <i>Zostera marina</i>	31
2.4. Évaluation préliminaire des assemblages benthiques sciaphiles.....	32
3. Résultats.....	32
3.1. Inventaire des espèces.....	32
3.2. Caractérisation des espèces et habitats.....	34
3.3. Caractérisation des herbiers de <i>Zostera marina</i>	37
3.4. Habitats obscures et semi-obscures.....	38
4. Discussion.....	42
PARTIE III : CARTOGRAPHIE DES COMMUNAUTES BIOLOGIQUES DE LA PARTIE MARINE DE JBEL MOUSSA	47
1. Introduction et objectifs.....	47
2. Méthodologie.....	47
2.1. Levés bathymétriques.....	47
2.2. Positionnement.....	47
2.3. Cartographie bionomique des fonds marins.....	48
2.4. Interprétation des images sous-marines géoréférencées.....	49
3. Résultats.....	49
3.1. Données bathymétriques.....	49
3.2. Cartographie bionomique des fonds marins.....	49
4. Conclusions.....	62
PARTIE IV : PROGRAMMES DE SUIVI DES HABITATS CLES DANS LA PARTIE MARINE DE JBEL MOUSSA	65
1. Introduction.....	65
2. Méthodologie.....	66
2.1. Suivi des herbiers de phanérogames marines.....	66
2.2. Suivi des communautés de coralligène.....	72
2.3. Etude spécifique de l'espèce <i>Corallium rubrum</i> (corail rouge).....	75
3. Résultats.....	75
3.1. Suivi des herbiers de phanérogames.....	75

3.2. Suivi des communautés de coralligène.....	77
3.3. Etude spécifique de l'espèce <i>Corallium rubrum</i> (corail rouge)	80
4. Discussion	82
PARTIE V : PRINCIPALES CONCLUSIONS ET ORIENTATIONS DE GESTION	85
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	89

ANNEXES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique et limites du Site d'intérêt Biologique et Ecologique de 'Jbel Moussa'.....	20
Figure 2 : Ressources en eau superficielles et souterraines dans la région de Tanger Tétouan.....	21
Figure 3 : Secteurs prospectés le long du littoral du SIBE de Jbel Moussa en 2014.....	28
Figure 4 : Localisation des stations prospectées en 2014 à partir des embarcations (Lunette de Calfat)	28
Figure 5. Localisation des stations étudiées en plongée ou en apnée (2014).....	29
Figure 6 : Stations prospectées pour la caractérisation approfondie des habitats en septembre 2014	30
Figure 7 : Situation géographique des herbiers de <i>Zostera marina</i> localisés dans le site de Jbel Moussa	31
Figure 8 : Herbier de <i>Zostera marina</i> de Jbel Moussa et illustration du travail d'échantillonnage réalisé	31
Figure 9. Nombre d'espèces benthiques rencontrées dans chaque point d'échantillonnage en 2014	34
Figure 10. A) <i>Astroides calycularis</i> B) <i>Zostera marina</i> C) <i>Caulerpa cylindracea</i> D) <i>Centrostephanus longispinus</i> E) <i>Corallium rubrum</i> F) <i>Charonia lampas</i> G) <i>Dendropoma petraeum</i> H) <i>Lithophyllum byssoïdes</i> I) <i>Maja squinado</i> J) <i>Paracentrotus lividus</i> K) <i>Patella ferruginea</i> L) <i>Spongia lamella</i> . Voir Tableau 5	35
Figure 11. Types de faciès. 1) Fonds à rhodolites (Maërl) ; 2) grottes et surplombs ; 3) sables bien calibrés ; 4) coralligène ; 5) précoraligène ; 6) herbiers ; 7) Rhodophycées encrûtantes et échinodermes ; 8) algues photophiles infralittorales ; 9) <i>Eunicella sp.</i> Voir tableau 3.	36
Figure 12 : Caractérisation des herbiers de <i>Zostera marina</i> de Jbel Moussa en 2014.	37
Figure 13 : Faciès de <i>Corallium rubrum</i> dans un surplomb semi-obscur (à gauche) et l'échinoderme protégé <i>Centrostephanus longispinus</i> au sein du faciès d' <i>Astroides calycularis</i> (à droite)	39
Figure 14 : L'éponge de forme ramifiée <i>Petrosia ficiformis</i> dans une caverne semi-obscur (à gauche) et assemblage de grotte obscure (à droite)	39
Figure 15 : Colonies de l'anthozoaire <i>Paramuricea clavata</i> (à gauche) et d' <i>Astroides calycularis</i> (à droite) avec une nécrose partielle.....	39
Figure 16 : Différents faciès à <i>Paramuricea clavata</i> (à gauche) et à <i>Astroides calycularis</i> (à droite) sur les parois opposées du tunnel de l'îlot Leïla étudié	40
Figure 17 : La rhodophyte non-indigène <i>Asparagopsis armata</i> (gauche) et filet abandonné (droite)....	40
Figure 18 : Assemblages dominés par les éponges dans des cavernes et fissures	41
Figure 19 : Faciès de <i>Filograna sp.</i> , <i>Paramuricea clavata</i> et <i>Astroides calycularis</i> dans un tunnel (à gauche) et ascidies <i>Aplidium elegans</i> dans un assemblage photophile peu profond (à droite)....	41
Figure 20 : Nécrose de la gorgone <i>Paramuricea clavata</i> (à gauche) et la chlorophyte non-indigène <i>Caulerpa cylindracea</i> au sein d'un faciès d' <i>Eunicella singularis</i> (à droite).....	42
Figure 21 : Concrétions de l'algue corallinacée (gauche) et faciès dominé par les éponges dans un canyon semi-obscur (droite)	42
Figure 22 : R.O.V. VideoRay.....	48
Figure 23 : Câble, patin et caméra.....	48

Figure 24 : Fonds de sable fins bien calibrés	54
Figure 25 : Communauté des herbiers de <i>Zostera marina</i>	54
Figure 26 : Mattes dispersées et restes de matte morte de <i>Zostera marina</i>	55
Figure 27 : Algues photophiles infralittorales en mode calme	55
Figure 28 : Présence d' <i>Astroides calycularis</i> et <i>Asparagopsis armata</i>	56
Figure 29 : Galets infralittoraux	57
Figure 30 : Fonds détritiques côtiers	57
Figure 31 : Algues photophiles profondes sans prédominance de laminaires sur fonds détritiques ..	58
Figure 32 : Algues profondes avec dominance de laminaires sur fonds biodétritiques	58
Figure 33 : Communauté des fonds de maërl	59
Figure 34 : Algues sciaphiles en mode calme ou précoraligène avec dominance d' <i>Eunicella sp.</i> ...	60
Figure 35 : Algues sciaphiles circalittorales de mode calme ou coralligène avec dominance de <i>Paramuricea clavata</i>	61
Figure 36 : Grottes et surplombs	61
Figure 37 : Tapis de <i>Caulerpa cylindracea</i> au niveau du transect T4	62
Figure 38 : Méthodologie de fixation des quadrats de suivi dans les herbiers de phanérogames marines	66
Figure 39 : Comparaison des images prises à chaque moment permettra d'évaluer l'évolution de l'herbier au niveau des points prospectés	66
Figure 40 : Suivi temporel de cinq quadrats fixes en 2007 et 2008 sur le littoral andalou	66
Figure 41 : Emplacement des quadrats de suivi au niveau de chaque herbier	67
Figure 42 : Prise des photographies des quadrats de suivi	67
Figure 43 : A gauche, on observe la photographie réalisée sur un des quadrats de suivi. A la droite, la grille qui se superpose à la photographie pour déterminer la couverture végétale	68
Figure 44 : A gauche, on observe la grille superposée sur la photographie. A droite, l'échelle de la grille a été ajustée à la photographie	68
Figure 45 : La grille reste ajustée au périmètre du quadrat en respectant les proportions, tant sur une photographie orthogonale (à gauche) que sur une autre prise avec une certaine inclinaison (à droite)	69
Figure 46 : Calcul de la couverture après traitement des images	69
Figure 47 : Mesure des faisceaux et feuilles en utilisant un quadrat de 20 x 20 cm	70
Figure 48 : Prélèvement des échantillons à l'aide d'un carottier en PVC	71
Figure 49 : Résumé de la méthodologie employée pour l'échantillonnage et les prises de photographies au niveau des herbiers étudiés	71
Figure 50 : Méthode de perforation manuelle de la roche	72
Figure 51 : Structures fixées sur le substrat rocheux pour le suivi des communautés marines	73
Figure 52 : Schéma de prise des photographies pour chaque structure métallique fixée sur la roche. Un plongeur tient le quadrat et un autre prend les photographies	73
Figure 53 : Schéma de suivi de chaque site	74
Figure 54 : Exemple de points de suivi des communautés de coralligène	74
Figure 55 : Couverture de <i>Zostera marina</i> (en %) dans les deux herbiers prospectés en 2015	76
Figure 56 : Couverture de <i>Caulerpa cylindracea</i> (en %) dans les deux herbiers prospectés en 2015 ..	76
Figure 57 : Schéma détaillé des points de suivi dans la localité de Leïla/Perejil	77
Figure 58 : Schéma détaillé des points de suivi dans la localité de Belyounech	78
Figure 59 : Schéma détaillé des points de suivi dans la localité d'Oued El Mersa	78
Figure 60 : Couverture en pourcentage des espèces indicatrices au niveau de chaque localité échantillonnée	79
Figure 61 : Couverture en pourcentage des autres espèces au niveau de chaque localité échantillonnée	79
Figure 62 : Distribution des colonies en classes de diamètre de 1 mm. (N=100)	80

Figure 63 : Distribution des colonies en classes de hauteur de 1 cm. (N=100)	81
Figure 64 : Distribution des colonies selon l'ordre de ramification (N = 100).	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des barques par site	23
Tableau 2 : Liste des points de prospection. Types de faciès: 1 : fonds à rhodolites (Maërl); 2 : grottes et surplombs; 3 : sables bien calibrés ; 4 : coralligène; 5 : précoraligène; 6 : herbiers; 7 : rhodophycées encroutantes et oursins; 8 : algues photophiles infralittorales; 9 : <i>Eunicella sp</i>	30
Tableau 3 : Caractéristiques des plongées réalisées et des sites prospectés dans la présente étude	32
Tableau 4 : Nombre de taxons, par groupe taxonomique, recensés dans la présente étude.....	32
Tableau 5. Liste des espèces rencontrées dans la zone d'étude et incluses dans des conventions internationales de conservation. UE = Annexes de la Directive Habitat de l'Union Européenne (1992) ; CBa = Convention de Barcelone (2011); CBe = Convention de Berne (1996); CITES = Convention Internationale sur le Commerce des espèces menacées, UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature (EN: en danger; NT: Quasi menacée; VU: Vulnérable).....	33
Tableau 6 : Comparaison des abondances, biomasses et caractéristiques biométriques (moyenne et IC) des herbiers de <i>Zostera marina</i> de Jbel Moussa en fonction du site et de la profondeur	38
Tableau 7 : Types des fonds prédominants au niveau de chaque station de prospection.....	50
Tableau 8 : Coordonnées GPS des points de suivi établis au niveau de chaque herbier de <i>Zostera marina</i>	75
Tableau 9 : Test ANOVA pour la couverture de <i>Zostera marina</i> et de <i>Caulerpa cylindracea</i> entre herbiers (Belyounech, Oued Mersa) et zones (Centre, Bord).....	77
Tableau 10 : Coordonnées et profondeur des trois sites de coralligène échantillonnées.....	77
Tableau 11 : Test ANOVA pour la hauteur et l'épaisseur des colonies entres les sites	80
Tableau 12 : Comparaison de la structure de population de <i>Corallium rubrum</i> dans différentes régions géographiques.....	82
Tableau 13 : Comparaison des abondances et tailles maximales de <i>Corallium rubrum</i>	82

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Cartographie des communautés biologiques marines de la partie marine du SIBE de Jbel Moussa.....	53
--	----

SOMMAIRE EXECUTIF

Le projet MedKeyHabitats est un projet financé par la Fondation MAVA et exécuté par le Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (PNUE/PAM-CAR/ASP, Tunis). Les pays bénéficiaires sont au nombre de huit et sont tous riverains de la Méditerranée. Il s'agit de l'Albanie, l'Algérie, la Croatie, l'Égypte, la Libye, le Maroc, le Monténégro et la Tunisie.

L'objectif du Projet MedKeyHabitats consiste à établir des inventaires cartographiques des habitats marins d'intérêt pour la conservation en Méditerranée et ce en vue d'étendre le réseau d'Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIM), comme prescrit par le Protocole ASP/DB de la Convention de Barcelone. Cela aidera les pays partenaires à mettre en œuvre les actions nécessaires par rapport aux priorités du PASBIO 2 et aux recommandations des plans d'action relatifs à la conservation de la végétation marine, la conservation du coralligène et des autres bio-constructions de Méditerranée ainsi que la conservation des peuplements obscurs de la mer Méditerranée (grottes sous-marines, canyons, etc.).

Au Maroc, les activités mises en œuvre dans le cadre de ce projet ont été conjointement approuvées avec les responsables du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) lors d'une réunion de planification et de coordination organisée à ce titre. Ces actions s'inscrivent principalement dans le cadre de l'objectif 1 du projet MedKeyHabitats (Elaborer des inventaires cartographiques des habitats marins d'importance pour la conservation). Le site pilote choisi au Maroc est celui de Jbel Moussa qui compte parmi les Sites d'intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) qualifié de priorité 1 dans le Plan Directeur des Aires Protégées du Maroc (PDAPM 1996). Le choix de ce site s'est basé sur la liste 'prioritaire' des sites méditerranéens du Maroc méritant une protection qui a été établie dans le cadre du projet MedMPAnet (PNUE/PAM-CAR/ASP 2012). En effet, le SIBE de Jbel Moussa a été classé par cette étude en deuxième position après le SIBE du Cap des Trois Fourches. Ce dernier a été pris en tant que site pilote par le projet MedMPAnet au Maroc. Il a fait l'objet de deux missions de prospections marines et a bénéficié, ensuite, d'un plan de gestion et d'un 'business plan' (PNUE/PAM-CAR/ASP 2012, 2013, 2104). Le choix du SIBE de Jbel Moussa, en tant que site d'étude dans le cadre du projet MedKeyHabitats, est donc une suite logique des activités du CAR/ASP au Maroc. Cette démarche permettra au Maroc d'avancer dans son processus d'établissement d'un réseau d'AMPs cohérent et représentatif en Méditerranée marocaine.

Le SIBE de Jbel Moussa se situe dans la partie marine du Détroit de Gibraltar. Ses limites englobent une superficie de 38,4 km² (partie terrestre : 31,6 km² ; partie marine : 6,8 km²) soit au total une superficie de 4000 ha. La zone marine du SIBE englobe la frange marine située entre Cap Ciress et Belyounech, englobant l'Îlot Leïla (Perejil).

Pour atteindre les objectifs du projet MedKeyHabitats au Maroc, deux campagnes de prospections marines ont été organisées respectivement en septembre 2014 et septembre 2015. La mission de 2014 avait pour objectif essentiel d'inventorier et de caractériser les espèces et habitats clés de la zone marine du SIBE de Jbel Moussa alors que la mission de 2015 avait pour objectif la cartographie des habitats clés identifiés en 2014 et l'initiation de programmes de suivi de ces mêmes habitats dans la zone d'étude. Les informations issues des activités du projet MedKeyHabitats permettront certainement d'établir des prescriptions de gestion patrimoniale de ce site.

1. Caractérisation des espèces et des habitats clés

Les prospections sous-marines réalisées dans la zone d'étude en 2014 et 2015 ont permis de recenser un total de 175 taxons répartis sur 15 groupes taxonomiques. La plupart de ces taxons sont reportés pour la première fois dans la zone. Les éponges et poissons sont les mieux représentés qualitativement (33 and 24 taxons respectivement). Parmi ces espèces, 25 sont protégées par la législation de l'UE et la législation méditerranéenne (Convention de Berne, Convention de Barcelone, CITES et liste rouges des espèces menacées de l'UICN) et trois sont des espèces non-indigènes (la Chlorophyte *Caulerpa cylindracea* et les Rhodophytes *Aasparagopsis armata* et *A. taxiformis*).

La campagne de terrain réalisée en 2014 avait pour objectif principal de réaliser une caractérisation des espèces et des habitats de la zone marine de Jbel Moussa. Les résultats ont révélé que la zone d'étude présente une grande diversité en termes d'espèces et d'habitats benthiques. La distribution de l'espèce protégée *Patella ferruginea* dans la zone d'étude (Punta El Mersa) constitue sa citation la plus occidentale en Afrique du nord et confère à la zone d'étude une valeur ajoutée, puisque la protection de certaines enclaves a été révélée essentielle pour que les individus de cette espèce atteignent des grandes tailles, une grande capacité de reproduction et de recrutement permettant d'assurer la persistance des populations de cette espèce dans le temps. En outre, le corail rouge (*Corallium rubrum*) constitue une autre espèce de grand intérêt. Elle a été rencontrée autour de l'Îlot Leïla avec des couvertures parfois proches de 100 %. La présence de cette espèce, avec des abondances élevées dans la zone d'étude, constitue une autre raison pour mettre en place des moyens de protection de toute urgence, avant que ces communautés très sensibles ne finissent par disparaître du littoral du Détroit de Gibraltar.

La présence d'espèces bioindicatrices d'eaux limpides, renouvelées et peu chargées en sédiment, comme l'algue *Lithophyllum byssoides*, les anthozoaires *Astroides calycularis*, *Actinia equina* et *Paramuricea clavata* ou les ascidies *Polycitor adriaticum* et *Halocynthia papillosa* confirment que la zone d'étude présente une bonne qualité des eaux.

Parmi les espèces non-indigènes, l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* a montré une abondance spectaculaire dans la

zone d'étude. Comme pour *Patella ferruginea*, la présence de cette espèce dans la zone d'étude serait sa citation la plus occidentale en Afrique du nord, dépassant la zone de Sebta. De ce fait, il paraît fondamental d'appliquer des protocoles de surveillance de cette espèce dans la zone pour quantifier avec précision sa distribution, expansion et degré d'affectation des communautés autochtones.

En termes d'habitats rencontrés, la zone se caractérise par une bathymétrie très prononcée, avec prédominance de parois rocheuses qui descendent occasionnellement depuis la superficie jusqu'à des profondeurs de 30-40 mètres. Ceci, associé à la présence de courants forts, permet l'installation de nombreuses espèces suspensives et filtreurs. La communauté de coralligène est très abondante et bien développée par endroits. Ce type de communauté constitue le deuxième 'point chaud' de biodiversité en Méditerranée. Sa présence remarquable dans la zone confère à celle-ci un grand intérêt sur le plan conservation. Toutefois, ce type d'habitat est spécialement sensible aux impacts directs de la plongée, à l'extraction d'espèces et à la contamination.

Les herbiers de phanérogames marines constituent un autre habitat d'importance écologique et d'intérêt pour la conservation. Ils constituent le premier 'point chaud' de la biodiversité en Méditerranée. Dans la zone d'étude, deux herbiers de *Zostera marina* ont été observés dans les baies les plus protégées, à des profondeurs modérées et sur des fonds sableux (Baies de Belyounech et d'El Mersa). Il s'agit des seuls herbiers de l'espèce qui subsistent en Méditerranée marocaine, voire en Afrique du Nord. En Méditerranée, *Zostera marina* est rencontrée généralement dans les lagunes côtières et les parties les plus internes des baies peu profondes (<5 m de profondeur). La présence d'herbiers profonds dans la partie marine de Jbel Moussa est probablement due à la forte influence des eaux atlantiques à travers le Détroit de Gibraltar, qui favoriserait la présence d'herbiers subtidiaux de *Z. marina*, étant donné que cette espèce est plus commune en Atlantique qu'en Méditerranée.

En termes d'habitats obscurs, les prospections réalisées dans la zone d'étude n'ont pas révélé la présence de vraies grottes ou de grottes totalement obscures, à l'exception de la petite grotte de Belyounech. Toutefois, de nombreuses petites cavernes, fissures et tunnels ont été rencontrés dans tous les sites prospectés. Ces habitats hébergent des assemblages benthiques typiques des grottes semi-obscures et surplombs et présentent une structure biologique similaire à celles observées dans d'autres régions de la Méditerranée Occidentale. La présente étude fournit de nouvelles données sur l'étendue géographique de ces habitats et de leur biodiversité au niveau des côtes africaines de la mer d'Alboran, une zone qui reste peu étudiée de ce point de vue. De telles connaissances combleraient sans aucun doute les lacunes de connaissance autour de ces habitats à l'échelle régionale.

2. Cartographie des communautés biologiques marines

La cartographie des communautés biologiques a été réalisée en septembre 2015 et a intéressé toute la zone marine comprise en Belyounech et Punta Ciress jusqu'à des profondeurs de 40 m. Cette cartographie a été réalisée essentiellement à l'aide d'enregistrements vidéo pris par un engin téléguidé (ROV) et à l'aide d'une caméra remorquée en cas de courants forts. Elle s'est appuyée sur la combinaison à la fois de la bathymétrie (obtenue moyennant une sonde manipulée à partir de l'embarcation et le profondimètre du ROV), les types des fonds ainsi que les communautés benthiques installées sur les substrats dur et meuble. Ces informations ont été géoréférencées et intégrées dans un S.I.G. (Système d'information Géographique) en vue d'une meilleure spatialisation et gestion de l'information ainsi qu'une bonne précision de la localisation géographique. Les communautés biologiques ont été identifiées sur la base du système de classification de Calvin-Calvo (2000), modifié dans certains cas pour mettre en évidence la présence de certaines espèces comme *Eunicella* sp. ou de Laminaires, par exemple.

Les campagnes réalisées en septembre 2015 ont permis de recenser dans la zone d'étude, entre 0 et 40 mètres de profondeur, les communautés biologiques ci-dessous :

En étage infralittoral :

- **Communauté des Sables Fins Bien Calibrés** : localisée dans la baie ouest de Punta Ciress où elle présente un certain niveau d'envasement et s'étend jusqu'à 30 mètres de profondeur. De même, cette communauté est présente dans la baie de Oued El Mersa, où elle paraît colonisée par les mattes de *Zostera marina* dans la zone la plus abritée et s'étend jusqu'à 20 mètres de profondeur. Elle se rencontre aussi dans la zone prospectée de la baie de Belyounech où apparaissent des assemblages importants de la phanérogame *Zostera marina*.
- **Communauté des Herbiers de *Zostera marina*** : Dans la zone d'étude, des herbiers bien développés ont été observés jusqu'à 15 mètres de profondeur dans la baie de Belyounech à proximité de la paroi Est de Punta Leona. Cette communauté se distribue sur des sables fins bien calibrés dans lesquels on n'observe pas d'indices de l'influence de forts courants ; ce qui confère une grande stabilité du substrat.
- **Communautés des Sables Fins Bien Calibrés avec mattes de *Zostera marina* et Sables Fins Bien Calibrés avec mattes mortes de *Zostera marina*** : Dans la baie de Oued El Mersa, ces catégories ont été observées jusqu'à 15 m de profondeur sous forme de mattes dispersées de grande ou petite extension, et jusqu'à 25 m approximativement sous forme de mattes mortes. A l'est de Punta Leona, la matte morte se distribue entre les 15 et 25 m, où on peut observer aussi des faisceaux dispersés. Dans cette zone,

on observe un net gradient de la couverture de *Zostera marina* avec la profondeur. En effet, *Z. marina* se présente sous forme d'herbiers aux alentours de 10 m, sous forme de matras dispersées jusqu'à 20 mètres et est absente à partir de 30 mètres.

- **Communauté des Algues photophiles infralittorales en mode calme** : Cette communauté est installée de forme continue depuis les premiers mètres de la roche infralittorale jusqu'à une profondeur qui oscille autour des 20 m, où commencent à s'installer les communautés sciaphiles. Elle est présente sur toute la façade maritime rocheuse de la zone d'étude.
- **Communauté des Galets infralittoraux** : Dans la zone d'étude, cette communauté est peu représentée à l'ouest de l'îlot Leïla. Elle a été observée à des profondeurs oscillant entre 5 et 15 mètres. Le refuge qu'offre l'îlot Leïla et Punta Mersa réduit l'influence de l'hydrodynamisme et fait que cette communauté est hautement représentée par des algues calcaires encroutantes comme *Peyssonelia* sp. avec des assemblages de *Colpomenia sinuosa* et quelques dictyotales.

En étage circalittoral :

- **Communauté des Fonds détritiques côtiers** : Dans la zone d'étude, cette communauté est présente dans la zone la plus profonde de la baie de Punta Ciress entre 30 et 40 mètres de profondeur. Elle est aussi présente à l'extrémité orientale de la zone prospectée, dans la baie de Belyounech, entre 30 et 40 m de profondeur.
- **Communauté des Algues photophiles profondes sans prédominance de laminaires sur des fonds biodétritiques** : Cette communauté montre une certaine continuité entre Punta Mersa et l'ouest de l'îlot Leïla entre 20 et 30 mètres de profondeur, en alternance avec des fonds détritiques (avec des rhodolites ponctuellement), des affleurements rocheux de petites dimensions et une couverture algale où prédominent les algues phéophycées comme *Halopteris* sp. et chlorophycées comme *Briopsis plumosa*, propres de l'infralittoral et au circalittoral supérieur. L'algue *Caulerpa cylindracea* montre une couverture très abondante tout au long de la distribution de cette communauté, en raison de la faible compétition qu'exerce la couverture algale de cette communauté face à la capacité invasive de *Caulerpa cylindracea* au niveau de ces fonds.
- **Communauté des Algues de profondeur avec prédominance de laminaires sur fonds biodétritiques** : Cette communauté se présente sur des fonds biodétritiques de manière adjacente à la communauté définie antérieurement et se distribue entre 30 et 40 mètres de profondeur. Leurs caractéristiques sont similaires quant à la composition spécifique mais se dégage par l'abondance de la laminaire de grande taille *Laminaria ochroleuca*.

- **Communauté de Maërl** : Dans la zone d'étude, cette communauté a été observée au niveau des isobathes compris entre 30 et 40 mètres de profondeur situés au nord de Punta Ciress et dans la frange comprise entre Punta Mersa et l'ouest de l'îlot Leïla.
- **Communauté des Algues sciaphiles en mode calme ou précoraligène avec prédominance d'*Eunicella* sp.** : Cette communauté est bien représentée dans la zone d'étude, au niveau de tous les fonds rocheux de Punta Ciress, Punta Lanchones, Punta Cruces, Punta El Mersa, l'îlot Leïla et toutes les falaises de Punta Leona, entre 15 et 30 mètres de profondeur. La communauté est présente dans la frange comprise entre 15 à 20 mètres de profondeur, dans des zones obscures en raison de la géomorphologie de la zone et représente la transition entre la communauté des algues photophiles infralittorales et le précoraligène. *Eunicella* sp. est l'espèce qui caractérise cette communauté et matérialise la transition susmentionnée. Sur les falaises situées à l'ouest de Punta Leona, cette communauté a été observée à des profondeurs qui atteignent quasi les 40 mètres.
- **Communauté des Algues sciaphiles circalittorales de mode calme ou coralligène avec dominance de *Paramuricea clavata*** : Cette communauté est largement représentée. Elle a été observée sur tous les fonds rocheux de Punta Ciress, Punta Lanchones, Punta Cruces, Punta El Mersa, l'îlot Leïla et toutes les falaises de Punta Leona, entre 30 et 40 mètres de profondeur. Dans certaines zones où la prospection moyennant le ROV a atteint les alentours de 50 m, cette communauté montre un développement remarquable.
- **Communauté des Grottes et surplombs** : Il s'agit de grottes peu profondes et surplombs circalittoraux. Dans ces communautés, les conditions de la lumière et des courants font que les algues molles disparaissent ; ce qui favorise le développement d'algues calcaires encroutantes et l'implantation d'organismes suspensivores. Ces habitats ont été peu prospectés par crainte de perdre le ROV. Dans la zone d'étude, ces milieux ont été observés dans la zone est de Punta Ciress et au-dessous de l'îlot Leïla entre les 35 et 40 mètres. Les espèces présentes dans cet environnement sont des algues sciaphiles comme *Lithophyllum* sp. et *Peyssonelia* sp., même si des anthozoaires comme *Parazoanthus axinellae* y ont été observés, associés à des éponges comme *Ircinia* sp., entre autres.

La typologie de la majeure partie marine de la zone d'étude, où domine la côte rocheuse et les falaises par rapport aux fonds sableux, fait que les communautés associées aux fonds durs sont les plus abondantes dans les premiers mètres de profondeur. La communauté des algues photophiles infralittorales en mode calme occupe la majeure partie de la superficie de la zone d'étude et se distribue de manière générale jusqu'à 20 mètres de profondeur. Ces communautés présentent un patron de

distribution très hétérogène, avec, par exemple, des zones peu profondes où affleurent des communautés propres des zones plus profondes.

Il convient de mentionner aussi les fonds durs circalittoraux, très abondants et de distribution homogène le long de la zone d'étude. La communauté du précoraligène et celle du coralligène sont très importantes dans la zone d'étude. La majeure partie de ces fonds se situe le long des zones à falaises ; Bien que dans les criques avec fonds meubles comme la baie de Ciress, on trouve des affleurements rocheux d'extension considérable et qui sont peuplés par ce type de communauté sciaphile.

La présence de *Zostera marina* dans la zone est un aspect à souligner puisqu'il s'agit d'une espèce protégée par plusieurs traités internationaux comme la convention de Barcelone et celle de Berne. Dans la zone d'étude, des herbiers en bon état de conservation y ont été identifiés, auxquels s'ajoutent des zones avec des mattes dispersées et d'autres avec des mattes mortes.

Comme conclusion finale, il est important de mettre l'accent sur les bonnes conditions écologiques que présentent les fonds marins étudiés dans la zone marine comprise entre Belyounech et Punta Ciress, et de souligner la faible densité de grandes espèces de poissons benthiques, probablement en raison de l'important effort de pêche auquel est soumise la zone, vu les nombreux restes d'engins de pêche qui ont été observés sur les fonds.

3. Initiation de programmes de suivi

Les prospections marines réalisées dans la zone d'étude ont révélé que les communautés marines dans la région comprise entre la baie de Belyounech et Punta Ciress présentaient une diversité élevée et un bon état de conservation, avec une présence d'habitats clés comme les phanérogames marines et le coralligène.

Outre la cartographie des communautés marines, un autre objectif de la campagne de 2015 était l'installation d'une série de points fixes de suivi à long terme des habitats les plus importants dans la zone d'étude, en l'occurrence les herbiers de *Zostera marina* et le coralligène. De plus, le corail rouge (*Corallium rubrum*) a fait l'objet d'une étude spécifique de sa structure de population, en termes de distribution de tailles.

a. Suivi des herbiers de *Zostera marina*

Le programme de suivi des herbiers de *Zostera marina* a concerné les deux herbiers observés dans les baies de Belyounech et El Mersa. Il s'appuie, d'une part, sur des prospections par des photographies de quadrats fixes au niveau du centre et du bord de chaque herbier, qui permettront de suivre le taux de recouvrement de l'herbier, et d'autre part, sur le comptage et l'estimation de nombre feuilles et faisceaux par unité de surface de l'herbier ainsi que la caractérisation du sédiment et

de la macrofaune benthique associée à ces herbiers. L'analyse des images prises au niveau des quadrats de suivi dans les deux herbiers en 2015 montrent une couverture de la phanérogame d'environ 100 % dans les zones internes et plus de 80 % dans les zones externes. Lors de l'échantillonnage, l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* a été observée dans les deux herbiers et est plus abondante au niveau des bords des herbiers que dans la partie centrale. L'analyse statistique a révélé des différences significatives uniquement entre les couvertures observées dans les zones des bords et celles observées dans les zones centrales ; les différences entre les deux herbiers, aussi bien pour *Zostera marina* que *Caulerpa cylindracea* ne sont pas significatives.

b. Suivi du coralligène

Le suivi des communautés de coralligène se base sur le suivi de quadrats permanents à l'aide de photographies. Etant donné que le nombre d'espèces est très élevé dans les communautés de coralligène, l'analyse a été centrée sur les espèces bioindicatrices, à savoir *Astroides calycularis*, *Corallium rubrum* et *Paramuricea clavata* auxquelles s'ajoutent l'algue calcaire *Mesophyllum expansum*, en raison de sa sensibilité à la pollution et de son importance dans les habitats coralligène ainsi que l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* et le polychète colonial *Salmacina* sp. et ce en vue d'évaluer leur possible impact à moyen et long terme sur les espèces sensibles de la communauté. Le suivi des communautés de coralligène a concerné trois sites représentatifs (Ilot Leïla, Punta Mersa et Belyounech) où la diversité et richesse spécifique ont été qualifiées de remarquables et dans lesquels au moins deux des espèces indicatrices sont présentes. L'analyse des photos prises en 2015, au niveau des quadrats de suivi des trois points, montre une présence inégale des trois principales espèces indicatrices. Au niveau de l'îlot Leïla, les trois espèces montrent une présence importante même si elles ne sont pas dominantes (couvertures moyennes qui varient entre 25 et 35 %). A Belyounech, *Astroides calycularis* domine clairement avec des couvertures avoisinant les 80 % et *Corallium rubrum* est aussi très abondant (couverture moyenne de 45 %), mais *Paramuricea clavata* est absente. En dernier, à Oued El Mersa, c'est *C. rubrum* qui est absent alors que *P. clavata* domine la biocénose (couverture de 50 %) et *A. calycularis* est à son tour abondant (couvertures moyennes jusqu'à 40 %). Pour ce qui est des autres espèces suivies, l'analyse des images révèle une présence de *Mesophyllum* sp. dans les trois localités (couverture moyenne entre 25 et 85 %). *Salmacina* sp. est présente uniquement à Belyounech, même si de forme importante (couverture moyenne de 60 %) et *Caulerpa cylindracea* a été observée au niveau de l'îlot Leïla avec une couverture moyenne ne dépassant pas les 20 %.

c. Etude spécifique de l'espèce *Corallium rubrum* (corail rouge)

La population de l'îlot Leïla présente le nombre le plus important de colonies dans la classe de diamètre de 6-7 mm, bien que des

colonies de grandes tailles (>11 mm) on été observées. La hauteur la plus fréquente était de 7 cm, avec un nombre important de colonies montrant des hauteurs dépassant les 11 cm, alors que la ramification la plus fréquente était de troisième ordre. Finalement, à une échelle locale (entre sites), des différences significatives ont été révélées dans la hauteur et l'épaisseur des colonies, ce qui indique que la population analysée présente une hétérogénéité importante en termes de taille. D'autre part, les colonies montrent des tailles relativement grandes si on les compare à d'autres populations méditerranéennes. De plus, la densité est modérée et la localisation bathymétrique est assez superficielle en comparaison avec d'autres études sur l'espèce en Méditerranée.

Au final, l'évaluation de la valeur écologique du site, en considérant les espèces et les habitats sensibles / vulnérables d'intérêt pour la conservation en Méditerranée, a confirmé que la partie marine du SIBE de Jbel Moussa mérite d'être érigé en AMP. En effet, de nombreuses espèces et habitats clés à l'échelle du bassin méditerranéen y ont été recensés ; ce qui confère au site une valeur écologique remarquable et en fait un site sensible d'intérêt pour la conservation en Méditerranée. En outre, cette zone héberge de nombreuses espèces qualifiées de bioindicatrices d'eaux propres, renouvelées et sans charge sédimentaire élevée. Ce sont des espèces assez abondantes dans le site comme l'algue *Lithophyllum byssoides*, les anthozoaires *Astroides calycularis*, *Actinia equina* et *Paramuricea clavata* ou les ascidies *Polycitor adriaticum* et *Halocynthia papillosa*.

Les critères de choix d'un site à ériger en Aire Marine Protégée (AMP), doivent se baser sur des informations scientifiques, à savoir les aspects de la qualité environnementale, l'importance du site pour la reproduction d'espèces protégées et/ou surexploitées et la présence d'une grande diversité. Si en plus de remplir ces conditions, le site inclut des habitats diversifiés et se situe à proximité de zones avec un environnement plus dégradé, il devient un excellent candidat pour être désigné comme une AMP. La zone marine du SIBE de Jbel Moussa, comprise entre Punta Ciress et la baie de Belyounech, réunit les conditions susmentionnées : bonne qualité environnementale traduite par la présence de nombreuses espèces bioindicatrices et de communautés hautement sensibles comme le coralligène, zone importante pour la reproduction et recrutement d'espèces protégées ou surexploitées tel le cas du corail rouge, présence de divers types d'habitats sensibles comme les herbiers de phanérogames et le coralligène et, enfin, se trouve entre deux zones de grande influence humaine à savoir la ville de Sebta et le port de Tanger Med.

La désignation de la partie marine de Jbel Moussa en tant qu'AMP permettra de connecter des populations le long de la côte nord-africaine de la mer d'Alboran. Ceci permettra de créer un réseau qui pourrait être géré régionalement et qui pourrait inclure des zones déjà protégées comme

certaines parties de la ville de Sebta, l'île d'Alboran, ou les Iles Chafarines, et inclure des AMPs du versant nord de la Mer d'Alboran localisées en Andalousie. Cette gestion pourrait être coordonnée à un niveau international pour garantir la biodiversité tant élevée qui existe dans cette zone de la Méditerranée. En effet, dans la zone nord africaine de la mer d'Alboran, les AMPs sont rares et très éloignées, ce qui suggère la désignation de plus de zones de réserves entre elles.

En considération de ces enjeux, il est préconisé d'ériger le site en aire protégée, avec comme objectifs de gestion la préservation de la biodiversité du site et de ses potentialités naturels ainsi que la valorisation durable du site par les activités de pêche et de tourisme. En effet, considérant l'attraction qu'offrent les fonds prospectés dans cette étude pour la plongée sportive, avec la présence d'habitats de coralligène, et la contribution économique que génère une telle activité dans les zones où elle se développe (jusqu'à 2 millions de dollars par hectare et an dans certains cas), il serait intéressant de promouvoir la plongée de loisir dans la zone comme un élément de dynamique de l'économie et du développement local. Cependant, il faut garder dans l'esprit qu'une activité de plongée de loisir non contrôlée ou excessive endommage considérablement les communautés marines, spécialement celles associées au substrat rocheux. Pour cette raison, il faut établir des points de plongée bien déterminés qui seront dotés de bouées pour le mouillage des bateaux (évitant l'utilisation d'ancres qui endommagent spécialement les espèces érigées), ainsi que des quotas maximales de plongeurs annuels pour respecter la capacité de charge adéquate. En effet, plusieurs auteurs ont réalisés des estimations de la capacité de charge pour différentes zones du monde.

La gestion intégrée de la future aire protégée doit reposer sur un plan de gestion intégré. Ce plan devra répondre à la nécessité d'intégrer les dynamiques en cours et de doter l'administration marocaine d'un instrument de gestion du territoire, capable d'interpréter les potentialités et les valeurs environnementales du site en question, d'indiquer les procédés et les projets d'aménagement, et de valorisation paysagère tout en répondant à une logique de cohérence territoriale. Ces propositions d'aménagement devront s'inscrire dans le cadre du développement durable et d'une impulsion économique pour l'ensemble du site concerné.

Etant donné le caractère côtier et marin de la future aire protégée, l'ensemble des départements concernés doivent être associés à toutes les étapes de planification et de concertation, dans le processus d'élaboration du plan de gestion, ainsi qu'au processus d'approbation de ce plan. Aussi, le plan de gestion intégré devrait être également concerté avec les populations locales concernées et les ayants droit, notamment la communauté des pêcheurs.

NOTE INTRODUCTIVE

Ce rapport synthétique a été préparé dans le cadre de la mise en œuvre du Projet de cartographie des habitats marins clés de Méditerranée et promotion de leur conservation par l'établissement d'Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIM) (Projet MedKeyHabitats). Il a été préparé par MM. Hocein Bazairi et Free Espinosa comme respectivement consultant national et international, avec l'aide et l'assistance de M. Atef Ouerghi et Yassine Ramzi Sghaier, respectivement Chef et assistant technique du Projet MedKeyHabitats et M. Zouhair Amhaouch, Point Focal ASP au Maroc.

Dans le cadre du Projet MedKeyHabitats, le CAR/ASP a collaboré avec le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) en vue d'établir, au niveau de la partie marine de Jbel Moussa, un inventaire cartographique des habitats marins d'importance pour la conservation.

Le rapport contient une compilation d'informations fournies par des experts nationaux et internationaux suite aux travaux de prospections marines menées dans le site au cours des mois de septembre 2014 et septembre 2015.

La mission de 2014 avait pour objectif principal d'inventorier et de caractériser les espèces et habitats clés pour la conservation dans la zone marine de Jbel Moussa. La mission de 2015 vient compléter celle de 2014 en termes de diversité biologique de la région en s'appuyant sur une prospection plus large en vue de cartographier les principales communautés biologiques marines observées dans la zone d'étude entre 0 et 40 m de profondeur. Les données ainsi obtenues ont été intégrées dans un système d'information géographique, qui permet de produire des cartes thématiques en fonction des besoins. Enfin, des programmes de suivi des deux habitats clés observés (Herbiers de *Zostera marina* et coralligène) ont été initiés dans la zone marine de Jbel Moussa en adoptant des approches comparables à celles adoptées largement en Méditerranée.

LISTE DES ACRONYMES

AMP	Aire Marine Protégée
ASPIM	Aire Spécialement Protégée d'Intérêt pour la Méditerranée
CAR/ASP	Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées
CBa	Convention de Barcelone
CBe	Convention de Berne
CDB	Convention sur la diversité biologique
UE	Union Européenne
CITES	Convention sur le Commerce des espèces de faune et flore sauvages menacées
DCE	Directive Cadre sur l'Eau de l'Union Européenne
FEM	Fonds pour l'Environnement Mondial
FFEM	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
GIZC	Gestion Intégrée des Zones Côtières
HCEFLCD	Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification
LBM	Laboratorio de Biología Marina
MedMPAnet	Projet Régional pour le Développement d'un Réseau Méditerranéen d'Aires Protégées Marines et Côtières à travers le renforcement de la Création et de la Gestion d'AMP.
MoU	Memorandum of understanding
PAC	Programme d'Aménagement Côtier
PAG	Plan d'aménagement et de gestion
PAM	Programme d'Action pour la Méditerranée
PAN	Plans d'Actions Nationaux
PAS-BIO	Programme d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique en région méditerranéenne.
PDAPM	Plan Directeur des Aires Protégées du Maroc
PNAH	Parc National d'Al Hoceima
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
Protocole ASP/DB	Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité Biologique en Méditerranée.
SIBE	Sites d'Intérêt Biologique et Ecologique
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UICN-Med	Centre de Coopération pour la Méditerranée de l'UICN



INTRODUCTION

L'objectif du Projet MedKeyHabitats consiste à établir des inventaires cartographiques des habitats marins d'intérêt pour la conservation et ce en vue d'étendre le réseau d'Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIM), comme prescrit par le Protocole ASP/DB de la Convention de Barcelone. Cela aidera les pays partenaires à mettre en œuvre les actions nécessaires par rapport aux priorités du PASBIO 2 et aux recommandations des plans d'action relatifs à la conservation de la végétation marine, la conservation du coralligène et des autres bio-constructions de Méditerranée ainsi que la conservation des peuplements obscurs de la mer Méditerranée (grottes sous-marines, canyons, etc.).

Le projet MedKeyHabitats est un projet financé par la Fondation MAVA et exécuté par le Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (PNUE-PAM-CAR/ASP, Tunis). Les pays bénéficiaires sont au nombre de huit et sont tous riverains de la Méditerranée. Il s'agit de l'Albanie, l'Algérie, la Croatie, l'Égypte, la Libye, le Maroc, le Monténégro et la Tunisie.

Les objectifs, résultats attendus et principales activités du projet MedKeyHabitats se résument comme suit :

Objectif 1 : Elaborer des inventaires cartographiques des habitats marins d'importance pour la conservation

Résultats attendus : Une cartographie des habitats clés et l'élaboration d'Atlas de répartition de ces éléments en Méditerranée.

- Action 1 :** Réaliser un inventaire et une caractérisation des habitats les plus importants et ceux pouvant être considérés comme des monuments naturels par des campagnes de prospection ;
- Action 2 :** Cartographier des habitats clés sélectionnés avec des méthodes classiques (transects, photos aériennes) et/ou novatrices (imagerie satellitaire et sonar latéral) ;
- Action 3 :** Renforcer les réseaux de surveillance existants et initier de nouveaux pour les habitats clés ;
- Action 4 :** Communiquer sur les habitats clés et leur rôle, sur les avancées et les résultats des études et suivis entrepris ;
- Action 5 :** Assurer la formation des experts nationaux sur les techniques utilisées.

Ces actions seront réalisées sur un site pilote choisi en commun accord avec le Point focal du CAR/ASP. Les pays bénéficiaires sont l'Algérie, la Libye, le Maroc, le Monténégro et la Tunisie.

Objectif 2 : Renforcement du réseau des ASPIM

Résultats attendus : Propositions pour la création de nouvelles ASPIM tenant compte de la répartition des habitats clés afin de contribuer à l'amélioration de la représentativité du réseau d'aires marines protégées de Méditerranée.

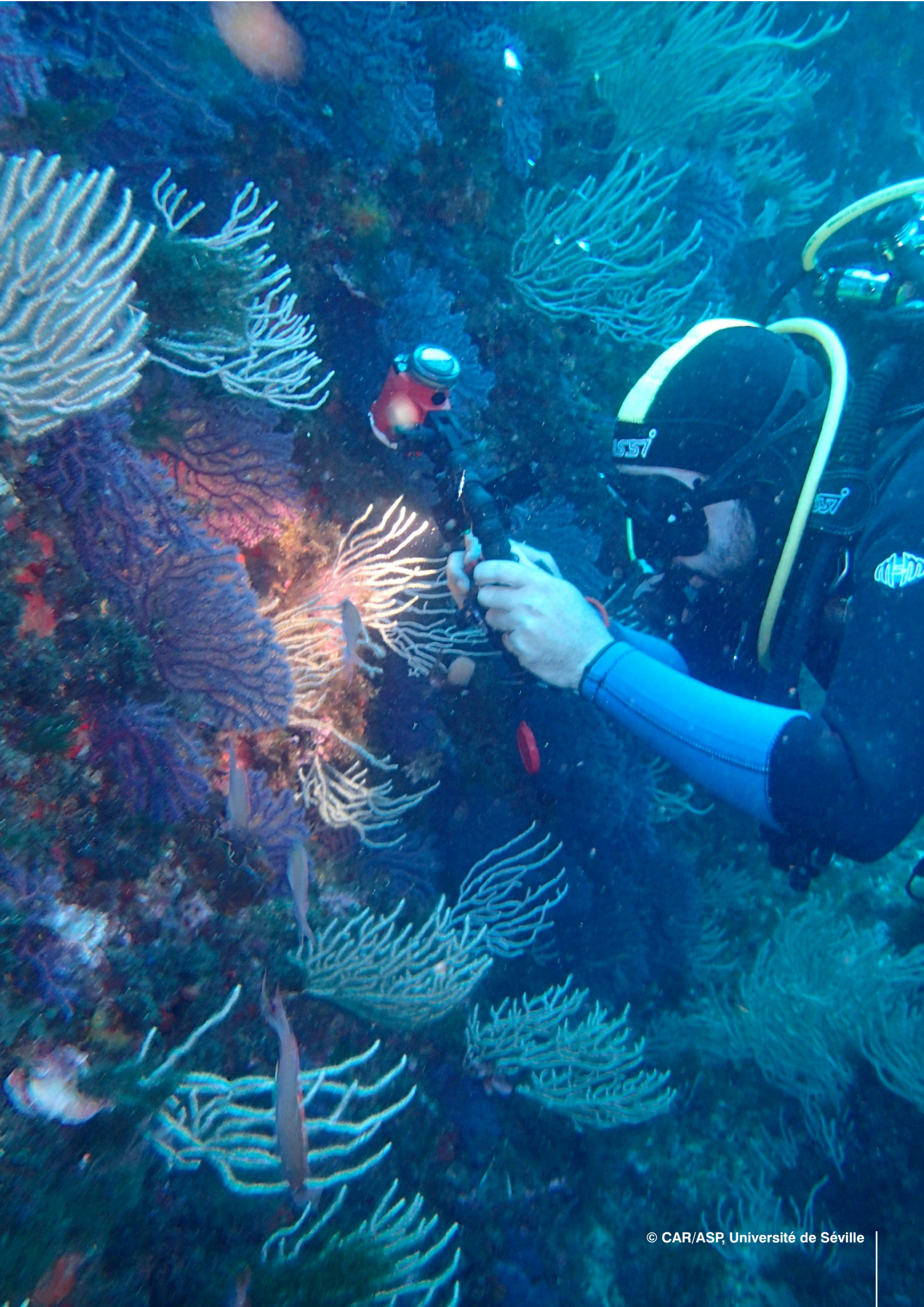
- Action 6 :** Organiser un séminaire pour discuter de la liste des ASPIM, et ce notamment en évaluant les sites inscrits et en proposant de nouveaux sites à inscrire sur la liste. A ce séminaire, seront invités les gestionnaires d'ASPIM, des scientifiques, des décideurs et des bailleurs de fonds.
- Action 7 :** Assister les pays concernés à proposer des sites pour inscription sur la liste des ASPIM, en fournissant l'expertise nécessaire dans le cadre de la procédure d'inscription de sites sur la liste des ASPIM (Article 9 du Protocole ASP/BD).

Les pays bénéficiaires de ces actions sont l'Albanie, la Croatie, l'Égypte, la Libye et le Monténégro.

Au Maroc, les activités mises en œuvre dans le cadre de ce projet ont été conjointement approuvées avec les responsables du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) lors d'une réunion de planification et de coordination organisée à ce titre. Ces actions s'inscrivent principalement dans le cadre de l'objectif 1 du projet MedKeyHabitats (Elaborer des inventaires cartographiques des habitats marins d'importance pour la conservation). Le site pilote choisi au Maroc est celui de Jbel Moussa qui compte parmi les Sites d'intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) qualifié de priorité 1 dans le Plan Directeur des Aires Protégées au Maroc (PDAPM 1996). Le choix de ce site s'est basé sur la liste 'prioritaire' des sites méditerranéens du Maroc méritant une protection et qui a été établie dans le cadre du projet MedMPANet (PNUE/PAM-CAR/ASP 2012). En effet, le SIBE de Jbel Moussa a été classé par cette étude en deuxième position après le SIBE du Cap des Trois Fourches. Ce dernier a été pris en tant que site pilote par le projet MedMPANet au Maroc. Il a fait l'objet de deux missions de prospections marines et a bénéficié, ensuite, d'un plan de gestion et d'un 'business plan' (PNUE/PAM-CAR/ASP 2012, 2013, 2104). Le choix du SIBE de Jbel Moussa, en tant que site d'étude dans le cadre du projet MedKeyHabitats, est donc une suite logique des activités du CAR/ASP au Maroc. Cette démarche permettra au Maroc d'avancer dans son processus d'établissement d'un réseau d'AMPs cohérent et représentatif en Méditerranée marocaine.

Les activités du projet MedKeyHabitats au Maroc avaient pour objectif d'inventorier, de caractériser et de cartographier les habitats clés pour la conservation dans la partie marine du SIBE de Jbel Moussa, et d'autre part, d'initier des programmes de suivi des habitats clés observés dans la zone. A cet effet, deux campagnes de prospections marines ont été menées dans le site au cours des mois de septembre 2014 et de septembre 2015. La mission de 2014 avait pour objectif principal d'inventorier et de caractériser les espèces et habitats clés pour la conservation dans la zone marine du SIBE de Jbel Moussa. La mission de 2015 vient compléter celle de 2014 en termes de diversité biologique de la région en s'appuyant sur

une prospection plus large en vue de cartographier les principales communautés biologiques marines observées dans la zone d'étude entre 0 et 40 m de profondeur. Les données ainsi obtenues ont été intégrées dans un système d'information géographique, qui permettra de produire des cartes thématiques en fonction des besoins. Enfin, des programmes de suivi des deux habitats clés observés (Herbiers de *Zostera marina* et coralligène) ont été initiés dans la zone marine de Jbel Moussa en adoptant des approches comparables à celles largement adoptées en Méditerranée.





PARTIE I : CADRE GENERAL DE L'ETUDE

1. Le Site d'Intérêt Biologique et Ecologique de Jbel Moussa

1.1. Localisation géographique et superficie

Le site de Jbel Moussa compte parmi les Sites d'intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) de priorité 1 dans le Plan Directeur des Aires Protégées du Maroc (PDAPM 1996) (Fig. 1). Il se situe sur le Détroit de Gibraltar, à l'extrême Nord-Ouest du Maroc dans la région septentrionale de la Péninsule tingitane, plus précisément entre Ksar Sghir et Sebta. Le secteur appartient à la province de Fahs-Anjra et au communes de Ksar Sghir, Ksar el Majaz. Il est limité à l'Est par Sebta et la commune de Fnideq, au Nord par le détroit de Gibraltar, à l'Ouest par la commune d'El Bahraouyine et au Sud, par les terrains de Fahs et de Melloussa.

Les limites du SIBE englobent une superficie de 38,4 km² (partie terrestre : 31,6 km² ; partie marine : 6,8 km²), soit au total une superficie de 4000 ha. Le SIBE est limité (PDAPM 1996) :

- au nord par le littoral depuis Cap Ciress jusqu'à Belyounech, englobant l'îlot Leïla ;
- à l'est la limite emprunte la route qui rejoint Belyounech à la RS 704 (Fnideq-Tanger), suit celle-ci vers l'est jusqu'au Jbel Tarsif, dont elle descend par le versant oriental sur Mzala ;
- depuis Mzala, la limite remonte sur la crête en face et suit vers l'ouest la piste muletière qui rejoint la RS 704, puis de ce point descend vers l'oued Mersa qui va être suivi jusqu'à hauteur d'une petite piste qui file plein ouest après le vallon d'Aïn Dchicha et permet d'aborder les contreforts du grand Jbel Atba depuis le piémont du Koudia et Alia ;
- à partir de la «passe» entre Rcham et le Koudia el Alia, la limite rejoint la route qui mène directement à Ras Ciress qu'elle va longer jusqu'à ce cap.

1.2. Cadre géologique et géomorphologique

Le littoral méditerranéen marocain se situe dans sa quasi-totalité au pied de la chaîne du Rif, dont les reliefs plongent en mer souvent en pente forte. Le paysage dominant au niveau de cette côte est celui des falaises hautes interrompues par des vallées encaissées, donnant lieu au contact de la mer à des petites plages de sable grossier ou de gravier. Toutefois, cette côte très sinueuse comporte quelques petits replats côtiers situés au niveau des baies où des rivières ont pu donner lieu à de petites plaines alluviales.

Le SIBE de Jbel Moussa est situé à l'extrémité de la grande dorsale calcaire qui structure toute la région montagneuse du Rif. Il s'agit d'un massif calcaire Karstifié culminant à 850 m et situé au bord de la mer avec quelques faciès des nappes paléozoïques siliceuses (schistes, grès). La majeure partie du site fait partie de la formation des Ghomarides. A côté, on trouve les formations des Sebtides et particulièrement le socle cristallophyllien. Les deux principales culminances du site à savoir Jbel Ciress et Jbel Moussa appartiennent à la ride Taridique.

Le littoral du SIBE correspond à une zone côtière caractérisée par la dominance des côtes rocheuses ou des falaises, qui s'alternent avec des anses ou des criques à petites plages sableuses souvent extraordinaires. A côté de la mer, la morphologie générale se caractérise par la proximité des crêtes côtières et des hauteurs de reliefs qui dépassent 800 m au niveau de Jbel Moussa.

Le SIBE de Jbel Moussa jouit d'une position continentale et maritime lui offrant un paysage remarquable avec un fort contraste terre-mer. Il représente un promontoire rocheux surplombant le détroit de Gibraltar. La topographie est fortement vallonnée, avec des versants à fortes pentes, des falaises calcaires blanches et des replats étroits. Le contact avec la mer se fait par des falaises vives, abruptes par endroits, qui ne favorisent pas l'installation de larges plages. Quelques minuscules plages existent, formées par des golfs entourés de caps, à Belyounech, Oued El Mersa et Oued Rmel. Au centre de la zone, l'îlot Leïla est un énorme bloc distant de 200 m de la côte. Seule la plage de Ras Ciress, à l'Ouest, est aisément accessible, constituée de sable fin d'une blancheur remarquable (PDAPM 1996).

1.3. Cadre climatique

Vu sa position sur la marge sud-ouest de la Méditerranée, le Nord du Maroc se trouve sous un climat typiquement méditerranéen. Les pluies y proviennent des perturbations atlantiques (Açores), qui constituent la principale origine des masses d'air humides dans le Rif, et des perturbations méditerranéennes (liées à l'arrivée de masses d'air froides du Nord), qui sont moins fréquentes mais généralement humides. Cette région se trouve également sous l'influence des pressions sahariennes, qui sont à l'origine du Chergui et du Sirocco, vents chauds et secs du Sud et du Sud-Est. Toutefois, cette variante du climat méditerranéen présente une grande hétérogénéité : le climat est fortement influencé par l'océan Atlantique, la mer Méditerranée et les reliefs.

Le climat méditerranéen se manifeste dans la région par son contraste saisonnier prononcé : une saison humide et fraîche



Figure 1 : Localisation géographique et limites du Site d'intérêt Biologique et Ecologique de 'Jbel Moussa'.

(octobre-avril) et une saison sèche et chaude (mai-septembre), avec une concentration des précipitations annuelles sur une quarantaine de jours environ.

Les vents dominants dans la péninsule sont d'est en ouest. Les différences de températures entre l'océan Atlantique et les sols continentaux, les mouvements des eaux superficielles de l'Atlantique et de la Méditerranée, les phénomènes de flux et de reflux dus aux marées, la rencontre de couches d'eau de températures différentes, sont autant de facteurs qui expliquent la présence de vents souvent forts soufflant perpendiculairement aux côtes atlantiques et méditerranéennes.

L'amplitude thermique moyenne est comprise entre 15 et 25°C. L'été constitue une saison en général chaude sur le littoral méditerranéen où la saison hivernale est plutôt douce.

1.4. Cadre hydrographique et hydrogéologique

La dorsale calcaire allant de la région de Chefchaouen à Jbel Moussa et les nappes paléozoïques côtière constituent les principales unités hydrographiques (SDAUD, 2004). Le réseau hydrographique est dense mais les cours d'eau sont souvent saisonniers et de faibles débits, en raison des reliefs caractérisés par des pentes assez fortes accélérant le ruissellement (Fig. 2).

En dépit d'une pluviométrie importante, le régime hydrologique est assez temporaire ; l'écoulement ne s'opère surtout que lors des pluies et ne dure pas très longtemps après la fin des averses. Les causes sont dues au caractère relativement imperméable des sols ; le substrat ne favorisant guère les infiltrations et le stockage de l'eau pluviale (absence d'aquifère)..

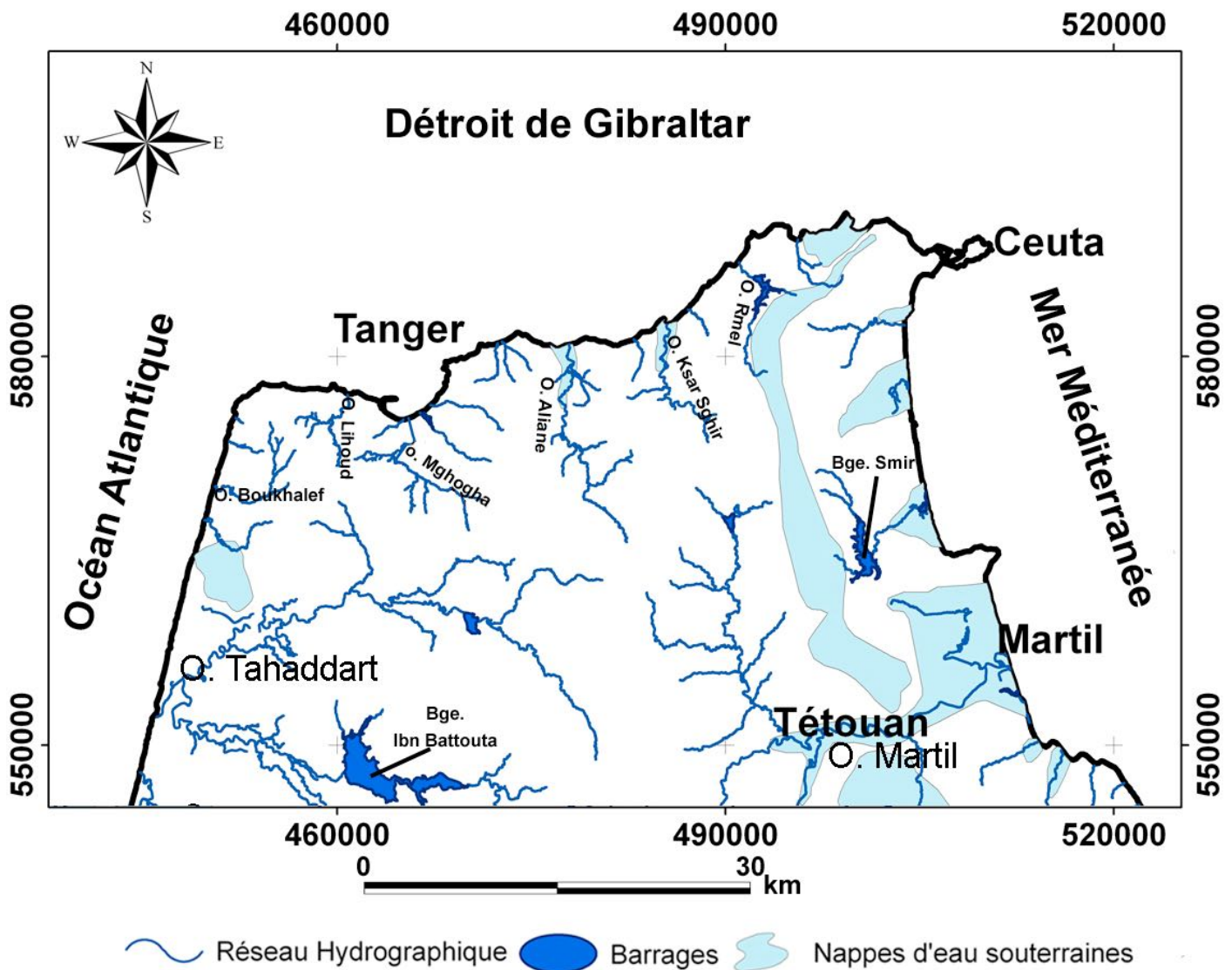


Figure 2 : Ressources en eau superficielles et souterraines dans la région de Tanger Tétouan.

1.5. Paramètres océanographiques

1.5.1. Les houles

Les houles dans la région du Déroit de Gibraltar ont deux origines :

- Les houles du secteur ouest à nord-ouest proviennent de l'atlantique avec une direction abondante N270, des amplitudes variant de 0,5 à 2 m et à période comprise entre 9 et 12 secondes ;
- Les houles du secteur est à nord-est sont caractérisées par des amplitudes inférieures à 1,5 m. Ce sont des houles courtes et cambrées, avec des périodes faibles de 3 à 6 secondes engendrant un transfert littoral de l'Est vers l'Ouest. Elles sont marquées par une forte obliquité.

La zone, aux alentours de Jbel Moussa, présente des houles dont les hauteurs significatives médianes sont comprises entre 1 et 1,5 m. En condition d'agitations exceptionnelles, les hauteurs significatives de vagues atteignent quasiment 4 m. Ces houles proviennent des directions comprises entre le Nord Ouest et

l'Ouest. Les directions dominantes pour la propagation de la houle, durant toute l'année, sont celles d'Ouest Nord-ouest et de Nord-Ouest. On attribue aux houles d'Ouest-Nord-Ouest une probabilité de 60 % au mois d'avril et de 40 % au mois d'Aout. Pour les houles du Nord-Ouest, on leur attribue une probabilité de 52 % au mois d'Août et de 27 % au mois de mai.

1.5.2. Les marées

A coté de la houle, la marée peut jouer un rôle non négligeable dans la dynamique sédimentaire de la frange littorale. Le marnage est un caractère essentiel des marées. La marée, là où le marnage est important, intervient à côté des vagues pour jouer un rôle dans la morphogénèse de la marge côtière par l'intermédiaire des courants qu'elle induit.

La marée dans le secteur de Jbel Moussa est de type semi diurne à légère irrégularité diurne (SOGREAH, 2007). Elle a une faible amplitude comprise entre 0,4 et 2 m. La durée moyenne d'une marée montante est de 6h05 et celle de la marée descendante est de 6h15, la durée totale d'une marée est donc de 12h20. La zone d'étude est caractérisée par une marée peu influente sur la stabilité de son littoral du fait qu'elle est régnée par l'effet de la houle et des courants qui lui sont associés.

1.5.3. Les courants

La circulation générale des courants dans le détroit de Gibraltar (Méditerranée occidentale) est tributaire des échanges entre l'Atlantique et la Méditerranée, la marée et le vent (Heburn & La Violette 1998, Perkins et al. 1990).

a- Les courants généraux

La courantologie dans le détroit de Gibraltar se caractérise par une double couche :

- Une couche d'origine méditerranéenne (Gil 1990) entraînant les eaux plus salées de la Méditerranée à l'Ouest
- une couche superficielle d'origine atlantique sous forme d'un flux continu vers l'Est qui fait pénétrer les eaux atlantiques en Méditerranée en compensation des pertes par évaporation et de la forte salinisation qui en résulte et donnant naissance à deux gyres anticycloniques, l'un dans le secteur occidental et l'autre dans le secteur oriental (Arnone et al. 1990).

De plus, il existe une différence de niveau entre la mer Méditerranée et l'océan Atlantique. Cette différence, localisée principalement dans le détroit de Gibraltar, amorce un apport d'eaux atlantiques de surface formant un courant de pente

(liée à un gradient de niveau). Ce courant de surface est à son minimum à la fin de l'hiver (février à avril) et à son maximum au début de l'automne (août à octobre).

b- La stratification

La couche de surface (dans laquelle les eaux de l'Atlantique entrent en Méditerranée) se déplace à une vitesse de 25 à 30 cm/s sur les 120 à 130 premiers mètres puis cette vitesse diminue jusqu'à s'annuler à environ 190 m sous la surface. Cette profondeur correspond à la profondeur moyenne de l'interface (Sanchez-Roman et al. 2008).

Dans la couche inférieure, les eaux de la Méditerranée sont conduites vers l'Ouest. La vitesse dans la colonne d'eau augmente alors progressivement jusqu'à son maximum à environ 290 m sous la surface. Ce maximum est de l'ordre de 130 cm/s. En dessous de cette profondeur, la vitesse décroît (Sanchez-Roman et al. 2008).

c- Les courants de marée

La marée, étant d'une moyenne de 1,4m, les courants qui lui sont associés sont de l'ordre de 0,3 à 0,5 m/s, ne dépassant guère 0,5 m/s. Ils sont masqués par les courants liés à la houle. Or, le détroit de Gibraltar se caractérise par de forts courants de marée qui n'intéressent pas directement certaines plages du secteur d'étude.

d- Les courants littoraux

Après réfraction, la houle déferlante arrive à la plage avec une certaine obliquité et donne naissance à trois types de courants :

- Un courant parallèle au rivage appelé encore courant de houle. Il se manifeste entre la zone de déferlement et le trait de côte ;
- Un courant en dents de scie sur la plage appelé courant de jet de rive. Dans la zone de jet de rive, le transport sédimentaire présente deux composantes : l'une dirigée vers le haut de la plage et l'autre dans la direction du trait de côte. L'intensité de la seconde composante dépend de l'obliquité des vagues par rapport au rivage ;
- Un courant de retour. L'afflux d'eau à la côte, consécutif au déferlement, est compensé par des courants de retour vers le large. Ces courants exercent une action érosive sur les fonds meubles. Ils sont capables de transporter hors de l'espace littoral du matériel, sableux en particulier, qui va se déposer au large.

1.6. Statut de conservation

Le site de Jbel Moussa compte parmi les SIBEs qualifiés de priorité 1 dans le Plan Directeur des Aires Protégées du

Maroc (PDAPM 1996). Il englobe une superficie de 38,4 km² dont 31,6 km² pour la partie terrestre et 6,8 km² pour la partie marine.

Cette portion de côte a la particularité d'être le trait d'union entre l'océan Atlantique et la mer Méditerranée. Son régime océanologique est donc complexe et les interpénétrations de flore ou faune marines atteignent là leur maximum de diversité.

Le site de Jbel Moussa est un site d'une grande importance pour la faune et la flore marines dans la mesure où :

- Il se situe dans la zone de passage des mammifères marins se déplaçant régulièrement entre l'Atlantique et la Méditerranée. Il n'est, en effet, pas fortuit, si une station baleinière pour la chasse des grands mammifères marins a été construite au sein même de ce site. Les espèces qui passent par ce site, comme il est le cas de pratiquement tous les mammifères marins, sont menacées et inscrites dans des listes rouges internationales ;
- Le site se situe également dans une zone de passage des tortues marines entre la Méditerranée et l'Atlantique et vis versa. Il en témoigne le grand nombre de tortues marines capturées accidentellement par les pêcheurs locaux. Il s'agit principalement des deux espèces *Caretta caretta* et *Dermochelys coriacea*, toutes deux inscrites dans des listes rouges internationales;
- Le site est, jusqu'à présent, exempt de toute activité industrielle polluante (ce qui ne sera certainement pas le cas avec la construction du port de Tanger MED).
- Ses eaux limpides, l'accès relativement difficile dans la grande majorité des sites et l'absence de sources de pollution conséquentes y a permis le développement d'une flore algale exubérante et d'une faune bien diversifiée où pratiquement tous les groupes sont représentés et, de plus relativement bien conservés;

- Le site abrite encore certaines espèces plus ou moins gravement menacées à l'échelle de la Méditerranée, dont le corail rouge ;
- Sur le plan paysager, le site, ou du moins sa partie marine, avec ses falaises abruptes et ses fonds sous marins, pourrait être qualifié d'une qualité exceptionnelle et constitue un grand atout pour un écotourisme fondé sur divers éléments de la biodiversité marine, aussi bien écosystémique que spécifique.

1.7. Activités anthropiques

Cette zone est caractérisée par le relief le plus accidenté de toute la côte méditerranéenne, réduisant ainsi le plateau continental qui devient très étroit dans certaines zones. La nature variée des fonds marins au niveau de cette zone, la présence de ressources halieutiques diversifiées et le fait que cette zone se situe au niveau du Détroit de Gibraltar, écosystème ayant un hydrodynamisme particulier, sont parmi les atouts ayant constitués les vecteurs du développement d'une pêche artisanale importante, faisant usage d'une multitude d'engins et assurant une kyrielle d'emplois directs et indirects. Cette pêche se focalise sur des espèces de grande qualité et à haute valeur commerciale.

Au niveau de Jbel Moussa, trois points de débarquements de pêche artisanale sont connus. Il s'agit de la plage de Dalia (plage très sollicitée en été, surtout par le tourisme national) et les sites, avec activités balnéaires, d'Oued El Mersa et de Belyounech. Le nombre de barques par site est résumé dans le **tableau 1**.

Il convient de noter que les sites d'Oued EL Mersa et de Belyounech, malgré leur isolement, connaissent des activités balnéaires et touristiques importantes en été. Ces activités engendrent des revenus supplémentaires pour les pêcheurs, en raison des prix élevés du poisson par rapport aux prix observés au cours de l'année, car la demande y devient plus forte.

Tableau 1 : Répartition des barques par site

Nom du site	Barques actives	Barques Inactives
Dalia	72	6
Oued El Mersa	27	3
Belyounech	31	1

2. Prospections marines de SIBE 'Jbel Moussa'

2.1. Moyens logistiques et humains

Afin de répondre aux objectifs du projet MedKeyHabitats au Maroc, deux missions de prospections de la partie marine du SIBE de Jbel Moussa ont été réalisées en septembre 2014 et septembre 2015. Les moyens logistiques et humains mis en œuvre lors de ces investigations sous-marines sont présentés en **Annexe I**. Les bases de vie ont été établies principalement au niveau de plage El Mersa pour toute la durée de la mission de terrain.

Les autorisations auprès des autorités, notamment maritimes, provinciales et locales ont pu être obtenues par le biais du

Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification.

2.2. Déroulement chronologique des missions de terrain

De nombreux préparatifs et réunions ont précédé les missions de terrain en vue de la préparation du matériel nécessaire à ces missions, d'une part, et pour la préparation de toutes les autorisations nécessaires à l'équipe scientifique sur place, d'autre part. Enfin, à chaque fois de nombreuses visites ont été réalisées au site de Jbel Moussa pour la préparation de la logistique sur place (logements, etc.).

Les deux missions se sont déroulées selon le calendrier et programmes présentés en **Annexe II**.





PARTIE II : INVENTAIRE DES ESPECES ET CARACTERISATION DES HABITATS CLES DE LA ZONE MARINE DE 'JBEL MOUSSA'

1. Contexte et objectifs

La Méditerranée constitue un 'point chaud' de la biodiversité marine à l'échelle mondiale, puisqu'elle abrite plus de 20% des espèces marines de la planète (Coll et al. 2010, Giakoumi et al. 2012) et un taux d'endémisme élevé (Briggs 2007). La mer Méditerranée est bordée par 21 pays riverains et la conservation de sa biodiversité implique l'adoption d'accords internationaux. La Convention de Barcelone (signée le 16 février 1976 à Barcelone et ratifiée le 10 juin 1995) a établi un cadre de coopération entre les pays méditerranéens en vue de protéger et de conserver cet écosystème. A cet effet, il a été demandé expressément aux parties signataires d'établir une liste d'Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIM), qui jouent un rôle fondamental dans la conservation des composantes de la diversité biologique en Méditerranée. Pour inscrire un site dans la liste des ASPIM, il est nécessaire de répondre au minimum à l'un des critères généraux de l'article 8, paragraphe 2 de la Convention.

Le CAR/ASP, au travers du projet 'MedKeyHabitats', se propose de caractériser des habitats d'intérêt pour la conservation afin d'augmenter le nombre de ces ASPIM. En dépit de l'engagement de la majorité des pays méditerranéens à protéger 10 % de leurs zones littorales à l'horizon 2020, conformément à la Convention sur la Diversité biologique (www.cbd.int/convention/), actuellement seul 4 % du pourtour méditerranéen fait partie d'Aires Marines Protégées (Giakoumi et al. 2012). En outre, la protection de la Méditerranée est très asymétrique, avec de nombreuses AMPs au Nord de la Méditerranée et peu dans les pays nord-africains (Espinosa et al. 2014a), ce qui compromet la connectivité de nombreuses populations. En Méditerranée marocaine, une seule AMP (le Parc National d'Al Hoceima) est déclarée officiellement et y établir de nouvelles AMPs devient une priorité qui permettra, d'une part, de réduire les distances entre les AMPs existant dans la région, pour au moins atteindre la moyenne existant entre les AMPs méditerranéennes qui est de 53 km (Portman et al. 2012) et de garantir la connectivité entre ces AMPs, d'autre part.

En Méditerranée, le Déroit de Gibraltar constitue une entité écologique présentant des caractéristiques très particulières. La grande variété d'écosystèmes et d'espèces qu'abrite cette zone de la Méditerranée est surprenante, avec un grand nombre

d'espèces endémiques, des espèces typiques aussi bien de la faune de la région tempérée de la Méditerranée que celle de la région atlantique européenne (López de la Cuadra & García-Gómez 1994, Conradi & López-González 1999, Guerra-García & Takeuchi 2002). Ceci est dû au fait que le Déroit de Gibraltar constitue une zone biogéographique dans laquelle s'interpénètrent la faune originaire de Méditerranée et celle de l'Atlantique. Il s'agit d'une zone géographique et géologique très importante qui se situe entre les régions méditerranéenne, lusitanienne et mauritanienne. La convergence de ces trois provinces biogéographiques distinctes lui confère une grande singularité et une forte diversité. A cet égard, le système de courants qui existe dans le Déroit de Gibraltar est d'une extrême importance. De manière générale, la masse d'eau plus salée et dense de la Méditerranée circule en profondeur vers l'Ouest à travers l'Atlantique et les eaux de l'Atlantique circulent en surface vers l'Est jusqu'en mer Méditerranée (Bormans et al. 1986). En outre, les cycles des marées y génèrent d'importants courants de dérive littorale. Ces caractéristiques, auxquelles s'ajoutent les vents forts de l'Est et de l'Ouest qui soufflent dans la région, confèrent à la zone un hydrodynamisme fort et permettent le développement d'importantes communautés de suspensivores et filtreurs qui bénéficient de l'apport en nutriments véhiculés par les courants marins.

Les activités du projet MedKeyHabitats « Inventaire et caractérisation des habitats les plus importants et ceux qui pourraient être considérés comme des monuments naturels » au Maroc ont été réalisées dans le SIBE de Jbel Moussa, situé sur la façade marocaine du déroit de Gibraltar qui reste, de manière générale, très peu étudié. Elles étaient programmées sur deux missions de terrain réalisées en septembre 2014 (inventaire et caractérisation des habitats clés) et en septembre 2015 (cartographie des communautés biologiques et initiation de programmes de suivi des habitats clés de la zone).

Dans un premier temps, les prospections sous-marines avaient pour objectif de prospecter les habitats des zones intertidales et subtidales, entre Punta Ciress et la Baie de Belyounech, en vue de caractériser les communautés marines présentes dans la zone et recenser les espèces présentes, avec une attention particulière aux espèces et habitats clés de Méditerranée. Nous présentons ici les principaux résultats de la première phase de ce projet, basée essentiellement par les prospections réalisées en septembre 2014 et complétées en septembre 2015 (prospection des habitats obscurs).

2. Matériel et méthodes

2.1. Inventaire des espèces et habitats

Afin d'optimiser au mieux le temps de travail et s'adapter aux conditions météorologiques et du site, la zone d'étude a

été divisée en deux parties en fonction de la topographie du site qui contient trois baies. Les prospections ont eu lieu dans les matinées dans les zones exposées (de Ras Hemiar à Ras Zulban et de Ras Mersa à Ras Lebia, englobant l'îlot Leila) ; les après-midi ont été consacrées à des prospections plus détaillées des baies (Baie de Dalia, Baie d'El Mersa et Baie de Belyounech) et de leurs zones intertidales (Figure 3).

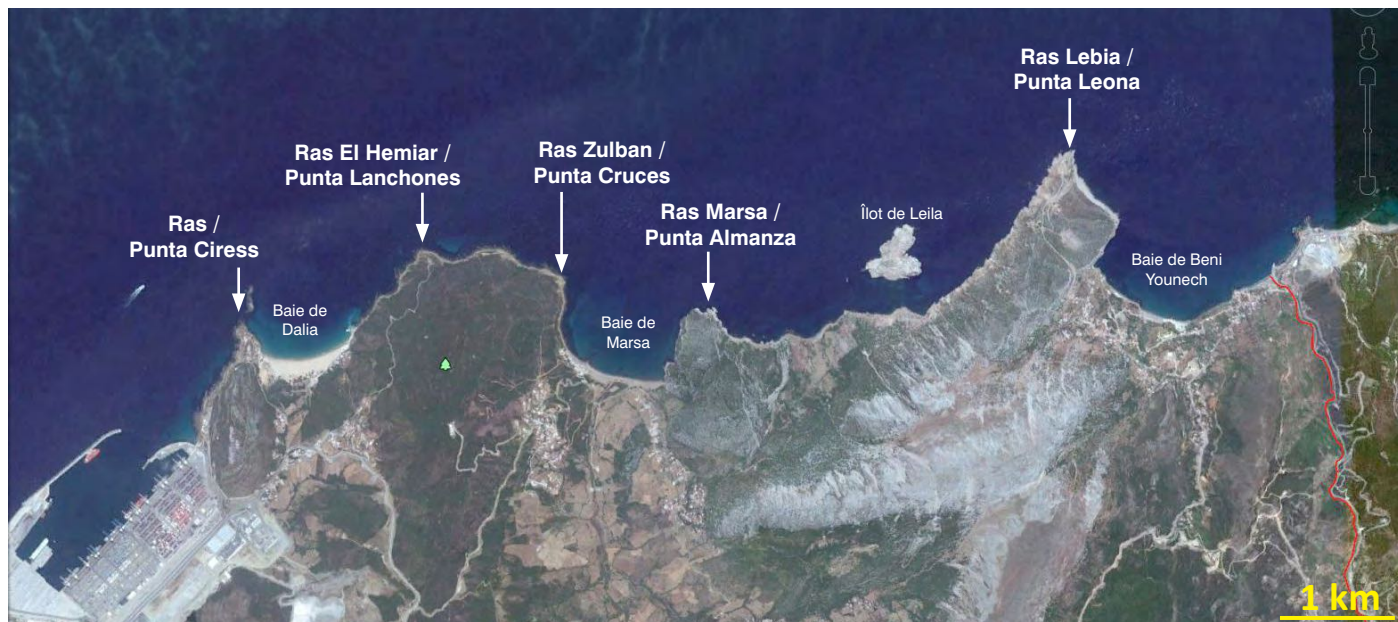


Figure 3 : Secteurs prospectés le long du littoral du SIBE de Jbel Moussa en 2014.

Afin d'obtenir un aperçu préliminaire de la biodiversité marine de la zone d'étude, des prospections ont été effectuées en divers points. En total, près de 50 points ont fait l'objet d'observations

directes à partir du bateau à l'aide d'un bathyscope (Fig. 4) et 16 stations ont été prospectées par plongée en scaphandre autonome ou en apnée (Fig. 5).

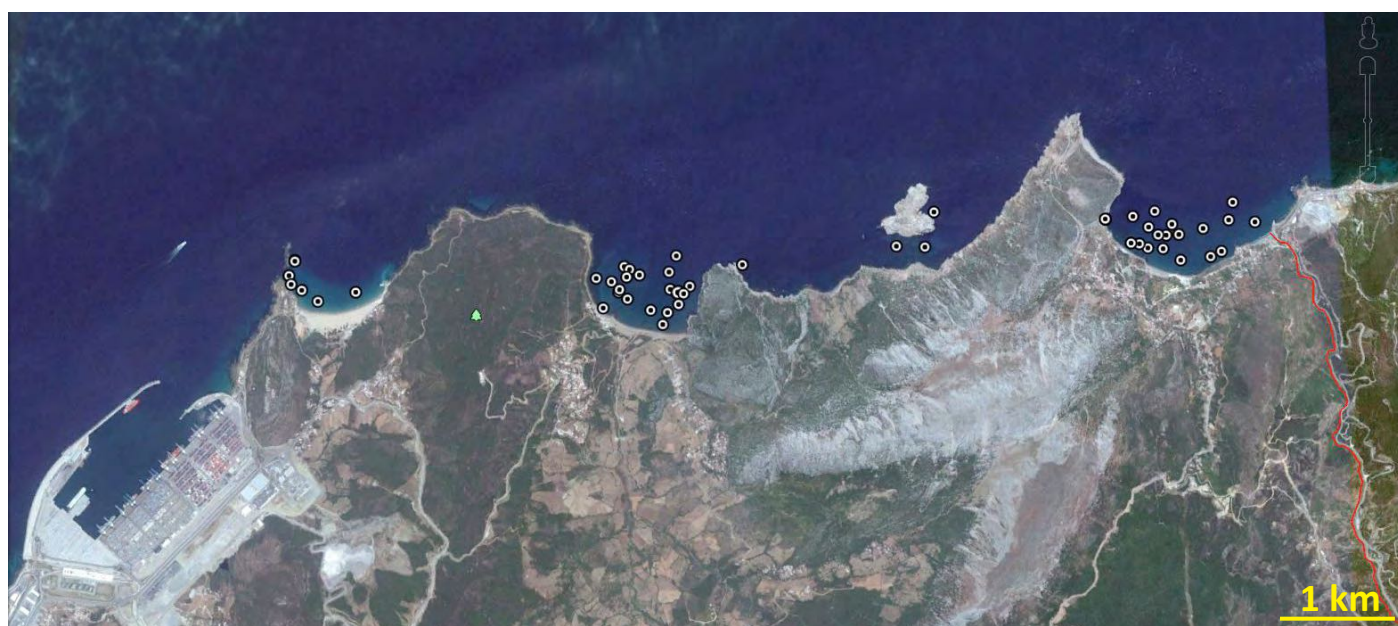


Figure 4 : Localisation des stations prospectées en 2014 à partir des embarcations (Lunette de Calfat).



Figure 5 : Localisation des stations étudiées en plongée ou en apnée (2014).

2.2. Caractérisation des espèces et habitats de la zone d'étude

La mission de terrain réalisée en 2014 avait pour objectif principal la caractérisation des espèces et des habitats clés pour la conservation dans la zone d'étude. Les explorations marines ont concerné des fonds compris entre 0 et 40 m de profondeur, sous forme d'identifications ponctuelles et de transects (Fig. 6). Parallèlement, une prospection de la zone intertidale a été réalisée au niveau de certains points afin de prendre note des principales espèces présentes, en particulier celles présentant un intérêt pour la conservation en Méditerranée.

Les espèces présentes au niveau de chaque point ont été recensées au moyen de photographies et vidéos prises à l'aide

d'un appareil photographique Olympus Tough équipé d'un flash INON S-2000 ; tout aspect, estimé intéressant, observé in situ a été noté. Les coordonnées géographiques ont été prises pour tous les points au moyen d'un GPS Garmin et la profondeur maximale atteinte a été enregistrée (Tabl. 2).

Ultérieurement, les vidéos et photographies ont été soumises à une analyse d'images numérique, ce qui a permis d'identifier les espèces présentes à chaque point à l'aide de guides spécialisés. Le type de communauté dominante dans chaque site a été défini en utilisant la classification de Calvin-Calvo (2000) avec des adaptations émanant du PNUE/PAM-CAR/ASP (2013), tout particulièrement dans la considération du faciès à *Eunicella* sp.

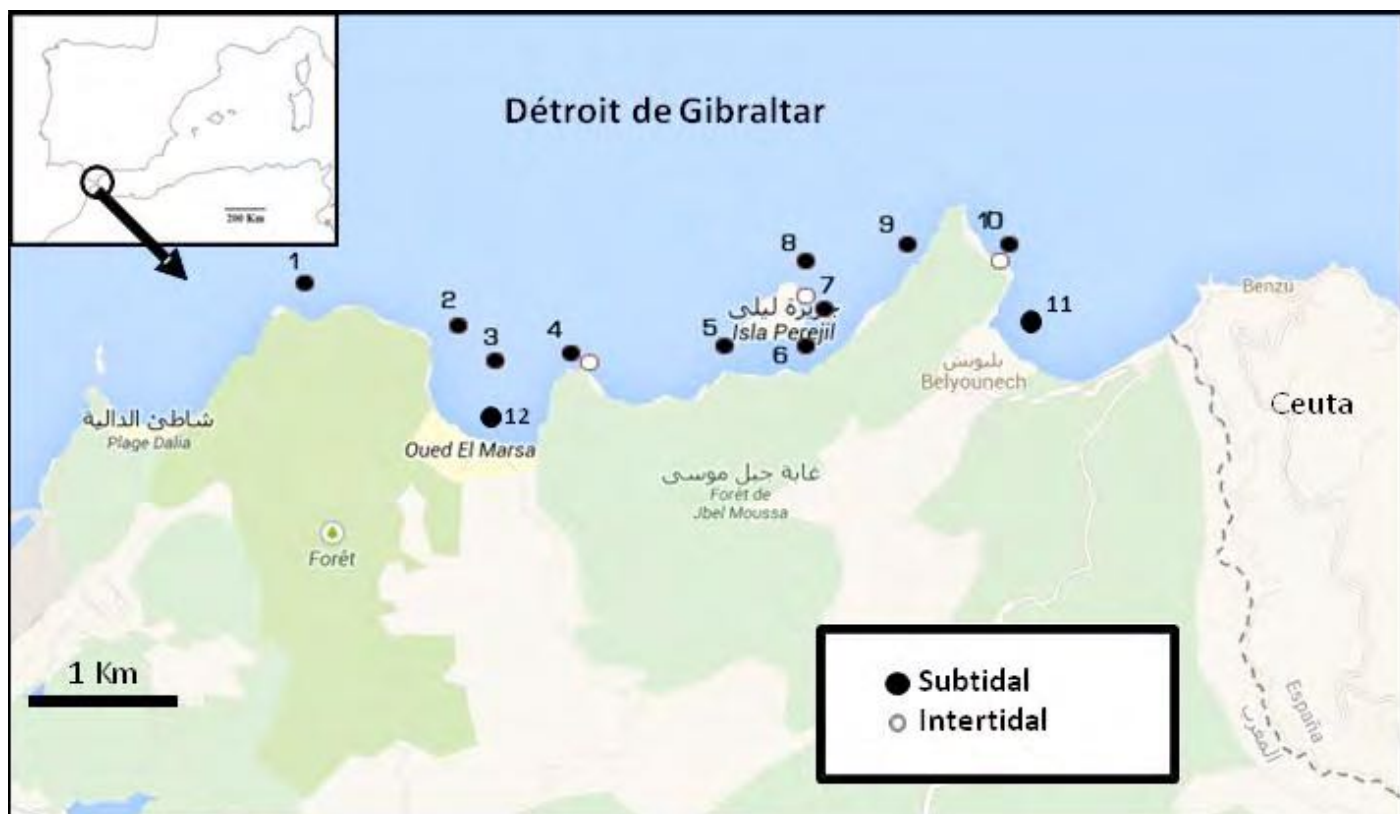


Figure 6 : Stations prospectées pour la caractérisation approfondie des habitats en septembre 2014.

Tableau 2 : Liste des points de prospection.

Types de faciès : 1 : fonds à rhodolites (Maërl) ; 2 : grottes et surplombs ; 3 : sables bien calibrés ; 4 : coralligène ; 5 : précoraligène; 6 : herbiers ; 7 : rhodophycées encroutantes et oursins ; 8 : algues photophiles infralittorales ; 9 : *Eunicella* sp.

Localité	Position GPS		Profondeur	Type de fond et faciès
1. Punta Ahmiar	5°27.751 W	35°54.961 N	21 mètres	Fond mixte roche/sable (5, 8, 9)
2. Baie Mersa gauche	5°26.921 W	35°54.735 N	14 à 6 mètres	Fond roche horizontale avec blocs (8)
3. Baie Mersa centre	5°26.694 W	35°54.628 N	15 à 7 mètres	Fond de sable (3)
4. Punta Mersa	5°26.152 W	35°54.563 N	15 à 8 mètres	Paroi verticale (4, 5, 8)
5. Ilot Leïla 1	5°25.291 W	35°54.655 N	15 à 6 mètres	Fonds de Maërl (1)
6. Ilot Leïla 2	5°25.004 W	35°54.662 N	18 mètres	Paroi verticale et fond de sable (3, 4, 5)
7. Ilot Leïla 3	5°24.958 W	35°54.793 N	27 à 5 mètres	Paroi verticale, avec surplombs (2, 4, 5)
8. Bas ilot Leïla	5°24.953 W	35°55.055 N	30-5 mètres	Paroi verticale (4, 5)
9. Punta Leona W	5°24.493 W	35°54.992 N	35-8 mètres	Paroi verticale et fond rocheux (4, 5, 9)
10. Baie Belyounech	5°23.763 W	35°55.042 N	30 à 15 mètres	Paroi verticale (4, 5, 7, 8, 9)
11. Baie Belyounech	5°23.558 W	35°54.735 N	10 mètres	Fond de sable (3)
12. Baie El Mersa	5°26.523 W	35°54.453 N	7 à 15 mètres	Fond de sable (3)

2.3. Caractérisation des herbiers de *Zostera marina*

Les prospections marines ont permis de recenser deux herbiers de *Zostera marina* dans le secteur côtier de Jbel Moussa, précisément dans les baies d'El Mersa et de Belyounech (Fig. 7). Une caractérisation de ces deux herbiers (biomasse et abondance) a été réalisée par plongée à -7 m de profondeur dans la baie de Belyounech et à -10 et -15 m de profondeur dans la baie d'El Mersa.

La densité (Nombre de faisceaux par m²) a été estimée in-situ en utilisant des quadrats de 20 cm de côté. Dans chacune des

deux prairies, le quadrat est lancé au hasard et l'opération est répétée pour obtenir 10 répliqués dans chaque prairie (Fig. 8). Ensuite, 20 faisceaux ont été prélevés pour une caractérisation biométrique ultérieure au laboratoire (longueur totale de la feuille, largeur du limbe, longueur du pétiole). La biomasse (gPS/m²) des feuilles et des Racines/rhizomes ont été calculé après séchage du matériel biologique à 70 °C jusqu'à obtention d'un poids sec (PS) constant.

Les différences observées dans les paramètres considérés ont été testés à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). Au préalable, la normalité et l'homogénéité des variances ont été vérifiées.



Figure 7 : Situation géographique des herbiers de *Zostera marina* localisés dans le site de Jbel Moussa.

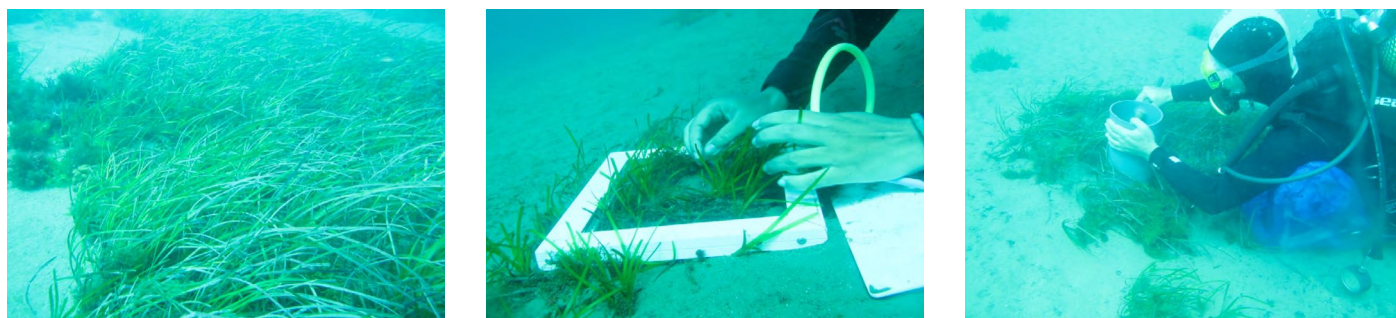


Figure 8 : Herbier de *Zostera marina* de Jbel Moussa et illustration du travail d'échantillonnage réalisé.

2.4. Évaluation préliminaire des assemblages benthiques sciaphiles

En septembre 2015, des prospections ont été menées spécialement dans le but de recenser la présence des grottes marines dans la partie marine de Jbel Moussa (Maroc), sur les côtes africaines de la mer d'Alboran et de fournir des informations de base concernant la diversité des assemblages

sciaphiles dans la région. Cinq localités à l'intérieur de la zone d'étude ont été prospectées par plongée autonome (Tabl. 3). La diversité des invertébrés benthiques et des poissons ainsi que les pressions et menaces (e.g. nécroses des organismes, espèces non-indigènes, engins de pêche et déchets marins) ont été relevés à l'aide d'un recensement visuel non destructif. Des descriptions basiques de la morphologie du fond marin, les assemblages benthiques caractéristiques et les menaces enregistrées sont présentées ci-dessous pour chaque site étudié.

Tableau 3 : Caractéristiques des plongées réalisées et des sites prospectés dans la présente étude.

	Plongée #1	Plongée #2	Plongée #3	Plongée #4	Plongée#5
Date (Jour/Mois/Année)	5/9/15	6/9/15	7/9/15	9/9/15	9/9/15
Nom de la location	Falaise Belyounech	Ile Leïla 1	El Mersa 1	Ile Leïla 2	El Mersa 2
Latitude (DD)	35.914670°N	35.912150°N	35.910033°N	35.915570°N	35.909820°N
Longitude (DD)	5.398398°W	5.423406°W	5.436233°W	5.419619°W	5.438962°W
Prof. max. de plongée	21 m	19.5 m	19.8 m	19.5 m	22.2 m
Durée de la plongée	50 min	65 min	40 min	58 min	58 min
T °C moy de l'eau	18 °C	17 °C	17 °C	17 °C	17 °C
Morphologie du fond	paroi / Grotte	Paroi / Tunnel	Paroi / Caverne	Paroi / Tunnel	Paroi / Canyon
Nb de taxons recensés	67	46	43	52	52

3. Résultats

3.1. Inventaire des espèces

Les prospections sous-marines réalisées dans la zone d'étude en 2014 et 2015 ont permis de recenser un total de 175 taxons appartenant à 15 groupes taxonomiques (Tableau 4 et Annexe III). Les éponges et poissons sont les mieux représentés qualitativement (33 and 24 taxons respectivement). La plupart des espèces recensées sont reportées pour la première fois dans la zone.

Parmi ces espèces, 25 sont protégées par la législation de l'UE et la législation méditerranéenne (Convention de Berne, Convention de Barcelone, CITES et liste rouges des espèces menacées de l'UICN) (Tabl. 5) et trois sont des espèces non-indigènes (la chlorophyte *C. cylindracea* et les rhodophytes *A. armata* et *A. taxiformis*).

Tableau 4 : Nombre de taxons, par groupe taxonomique, recensés dans la présente étude.

Groupes	Nombre de taxa
Chlorophyta	7
Rhodophyta	18
Ochrophyta	13
Tracheophyta	1
Porifera	33
Hydrozoa	2
Anthozoa	18
Polychaeta	4
Echiura	1
Mollusca	15
Crustacea	6
Echinodermata	9
Bryozoa	8
Ascidacea	16
Pisces	24

Tableau 5 : Liste des espèces rencontrées dans la zone d'étude et incluses dans des conventions internationales de conservation.

UE = Annexes de la Directive Habitat de l'Union Européenne (1992) ; CBa = Convention de Barcelone (2011) ; CBe = Convention de Berne (1996) ; CITES = Convention Internationale sur le Commerce des espèces menacées, UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature (EN: en danger; NT: Quasi menacée; VU: Vulnérable)

Espèces protégées	Conventions internationales				
	UE	CBa	CBe	UICN	CITES
Flora					
Rhodophyta					
<i>Lithophyllum byssoides</i>		II	I		
Ochrophyta					
<i>Laminaria ochroleuca</i>			I		
<i>Laminaria rodriguezii</i>		II	I		
Tracheophyta					
<i>Zostera marina</i>		II	I		
Fauna					
Porifera					
<i>Axinella polypoides</i>		II	II		
<i>Spongia (Spongia) lamella</i>		III			
<i>Spongia (Spongia) officinalis</i>		III			
Anthozoa					
<i>Astroides calycularis</i>		II	II		
<i>Caryophyllia (Caryophyllia) inornata</i>					II
<i>Corallium rubrum</i>	V	III	III	EN	
<i>Ellisella paraplexauroides</i>				VU	
<i>Eunicella cavolini</i>				NT	
<i>Eunicella verrucosa</i>				NT	
<i>Hoplangia durotrix</i>					II
<i>Leptopsammia pruvoti</i>					II
<i>Paracyathus pulchellus</i>					II
<i>Paramuricea clavata</i>				VU	
<i>Phyllangia americana americana</i>					II
<i>Polycyathus muelleriae</i>					II
Mollusca					
<i>Charonia lampas</i>		II	II		
<i>Dendropoma petraeum</i>		II	II		
<i>Patella ferruginea</i>	IV	II	II		
Crustacea					
<i>Maja squinado</i>		III	III		
Echinodermata					
<i>Centrostephanus longispinus</i>	IV	II	II		
<i>Paracentrotus lividus</i>		III	III		

3.2. Caractérisation des espèces et habitats

La campagne de 2014 avait pour objectif de réaliser une caractérisation des espèces et habitats de la zone marine de Jbel Moussa, en s'appuyant sur la prospection de 12 points (Fig. 3). Elle a permis de recenser un total de 109 espèces macrobenthiques réparties entre algues et invertébrés ainsi que deux espèces de poissons benthiques (*Muraena helena* et *Scorpaena sp.*). Ces espèces ont révélé une répartition différentielle entre les points d'échantillonnage. Le point 'Ilot Perejil' s'est révélé le plus riche en termes de nombre d'espèces (48) suivi du point «Perejil 1» (24) (Fig. 9) sur substrat

rocheux. Le point 'Baie d'El Mersa centre' n'a enregistré qu'une seule espèce (*Charonia lampas*) puisqu'il s'agit d'un fond sableux continu.

L'espèce invasive *Caulerpa cylindracea* a été observée au niveau de tous les points d'échantillonnage à l'exception des points 'Baie d'El Mersa centre', 'Pointe de Mersa', 'Pointe Leona W' et 'Baie de Belyounech. Au point 'Ilot de Perejil 2' elle forme un tapis dense et épais, tant sur les substrats horizontaux sablonneux que sur les parois rocheuses (Fig. 10C). Dans certains cas, elle pousse sur des organismes typiques des zones coralligènes comme la gorgone *Paramuricea clavata*.

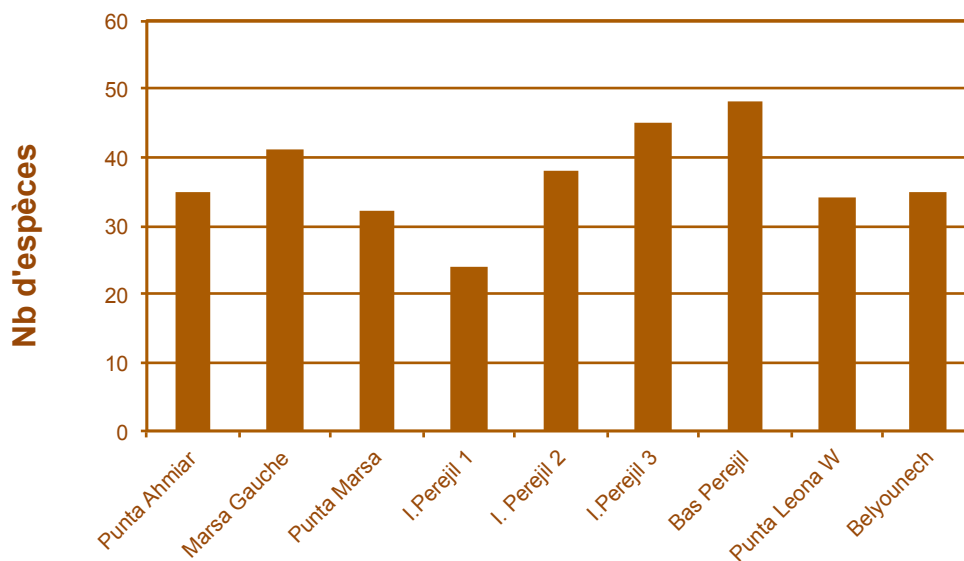


Figure 9 : Nombre d'espèces benthiques rencontrées dans chaque point d'échantillonnage en 2014.

Parmi les espèces rencontrées, il convient de souligner la présence d'espèces protégées par des conventions internationales (Tabl. 6 ; Fig. 10). En zone intertidale, le mollusque *Patella ferruginea* (Fig. 10K) a été observé au niveau des points 'Baie de Belyounech, 'paroi de Perejil' et 'Pointe de Mersa'. Dans tous les cas, il s'agissait d'exemplaires plus ou moins isolés, bien que certains étaient de grande taille (> 6-7 cm). Le mollusque *Dendropoma petraeum* (Fig. 10G) a également été observé au niveau de tous les points, à l'exception du point 'Paroi de Perejil', sans pour autant arriver à former des trottoirs bien développés. Il convient également de noter la ceinture de l'algue calcaire *Lithophyllum byssoides* (Fig. 10H), présente dans tous les points étudiés de la zone intertidale avec un développement important et des taux de recouvrement remarquables dans la zone intertidale.

En zone infralittorale, la gorgone blanche *Eunicella singularis*, est présente en abondance, dans les fonds entre 10-20 m aux points 'Pointe d'Ahmiar', 'Pointe Leona W' et 'Baie de Belyounech'. La gorgone *Paramuricea clavata* est également très abondante dans l'ensemble de la zone, atteignant des

tailles importantes (supérieures à 50-60 cm) dans les fonds situés entre 15 et 35 mètres aux points 'Pointe de Mersa', 'Ilot de Perejil 2', 'Ilot de Perejil 3', 'Bas de l'Ilot de Perejil', 'Pointe Leona W' et 'Baie de Belyounech. Le corail rouge (*Corallium rubrum*) n'est présent qu'au point 'Ilot de Perejil 3', entre 15 et 30 mètres avec une densité élevée (voir Fig. 10E).

Les principaux faciès identifiés au niveau de chaque point sont reportés dans le Tableau 3 et Figure 11 (qui présente la même numérotation que le tableau mentionné ci-dessus). Les fonds de rhodolites (Fig. 11.1) ont pu être observés dans la zone proche de l'Ilot de Perejil à 15 mètres de profondeur. Au point 'Ilot de Perejil 3' apparaissent des communautés typiques de surplombs, caractérisés par une faible incidence de lumière (Fig. 11.2). Par ailleurs, des fonds sablonneux sont observés dans l'Ilot de Perejil 2' et la 'Baie d'El Mersa centre' à 15 mètres (Fig. 11.3). Enfin, des faciès de coralligène et précoraligène (Fig. 11.4, 11.5) ont été observés aux points 'Pointe de Mersa', 'Ilot de Perejil 2', 'Ilot de Perejil 3', 'Bas de l'Ilot de Perejil', 'Pointe Leona W' et 'Baie de Belyounech. Dans tous les cas,

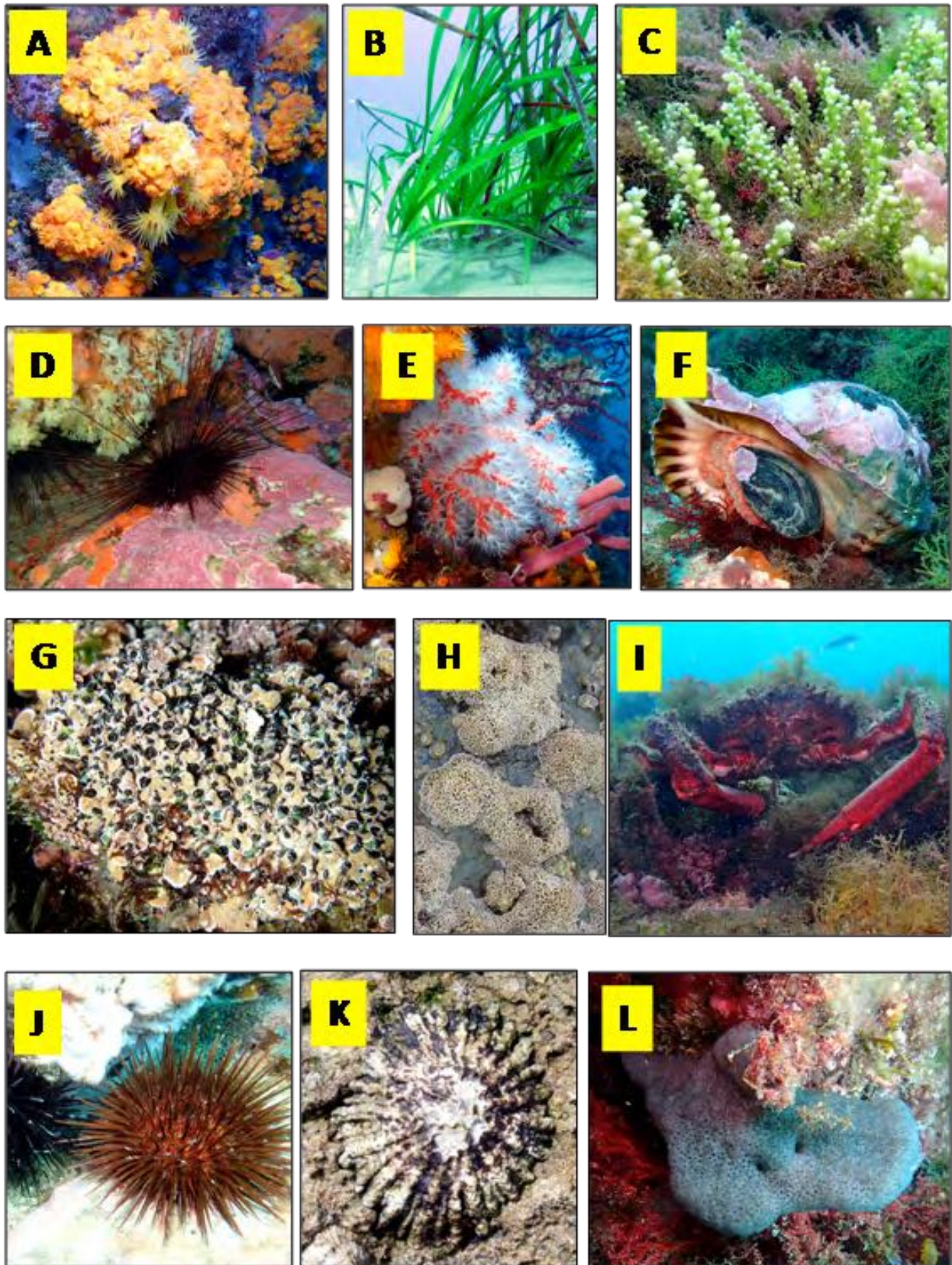


Figure 10 : A) *Astroides calycularis* B) *Zostera marina* C) *Caulerpa cylindracea* D) *Centrostephanus longispinus* E) *Corallium rubrum* F) *Charonia lampas* G) *Dendropoma petraeum* H) *Lithophyllum byssoides* I) *Maja squinado* J) *Paracentrotus lividus* K) *Patella ferruginea* L) *Spongia lamella*. Voir Tableau 5.

le coralligène était caractérisé par une grande abondance de la gorgone *P. clavata* à des profondeurs supérieures à 15 mètres. Au niveau de la 'Pointe d'Ahmiar' seul un faciès de précoraligène a été observé à 21 mètres. Les herbiers de phanérogames marines étaient composés de l'espèce *Zostera marina* (Fig. 10C) et ont été observés dans la Baie de Belyounech et dans la zone orientale de la Baie de Oued Mersa (Fig. 11.6). Un faciès à algues corallinacées encroutantes et érigées (Fig. 11.7) a pu être observé dans la 'Baie de

Belyounech, dans des fonds peu profonds de 0-5 mètres. Par ailleurs, un faciès à algues photophiles, essentiellement du genre *Dilophus* et *Plocamium* (Fig. 11.8), a été observé au niveau de la 'Pointe d'Ahmiar', de la 'Baie de Mersa gauche', de la 'Pointe de Mersa', de 'l'Ilot de Perejil 1' et de la 'Baie de Belyounech, avec une bathymétrie variable (de 7 à 21 mètres). Enfin, un faciès de *Eunicella* sp. (Fig. 11.9) a été observé au niveau de la 'Baie de Belyounech, de la 'Pointe Leona W' et de la 'Pointe d'Ahmiar' à des profondeurs de 15-20 mètres.

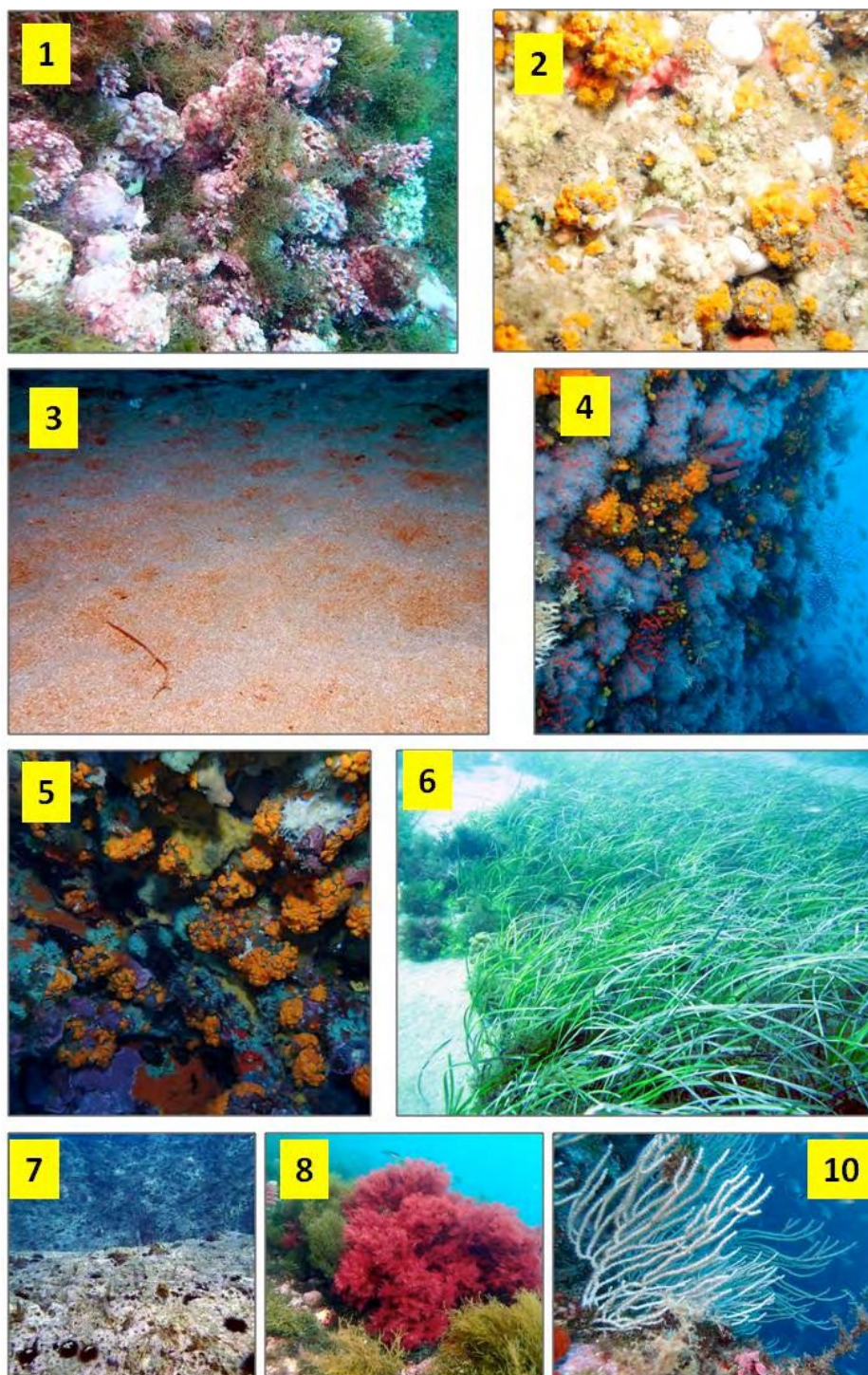


Figure 11 : Types de faciès. 1) Fonds à rhodolites (Maërl) ; 2) grottes et surplombs ; 3) sables bien calibrés ; 4) coralligène ; 5) précoraligène ; 6) herbiers ; 7) Rhodophycées encroutantes et échinodermes ; 8) algues photophiles infralittorales ; 9) *Eunicella* sp. Voir tableau 3.

3.3. Caractérisation des herbiers de *Zostera marina*

Les principales caractéristiques des herbiers de *Zostera marina* localisés dans la partie marine du SIBE de Jbel Moussa sont reportés sur la figure 12 et le tableau 6.

Les résultats, issus des prospections de 2014, révèlent des différences significatives entre les deux herbiers en termes de biomasse et de morphométrie à l'exception du nombre de feuilles par faisceau. L'herbier de *Zostera marina* situé dans

la baie de Belyounech semble être plus développé, avec les densités des feuilles (745 ± 113 faisceaux.m⁻²) et les biomasses foliaires ($273 \pm 31,63$ g PS.m⁻²) les plus élevées.

Dans la baie d'El Mersa, une nette différenciation bathymétrique a été observée avec les valeurs les plus élevées de la longueur ($175,8 \pm 18,83$ mm) et la largeur des feuilles ($3,77 \pm 0,21$ mm) au niveau de la profondeur de -10 m.

Aucune différence significative n'a été observée en termes de longueur et largeur du limbe.

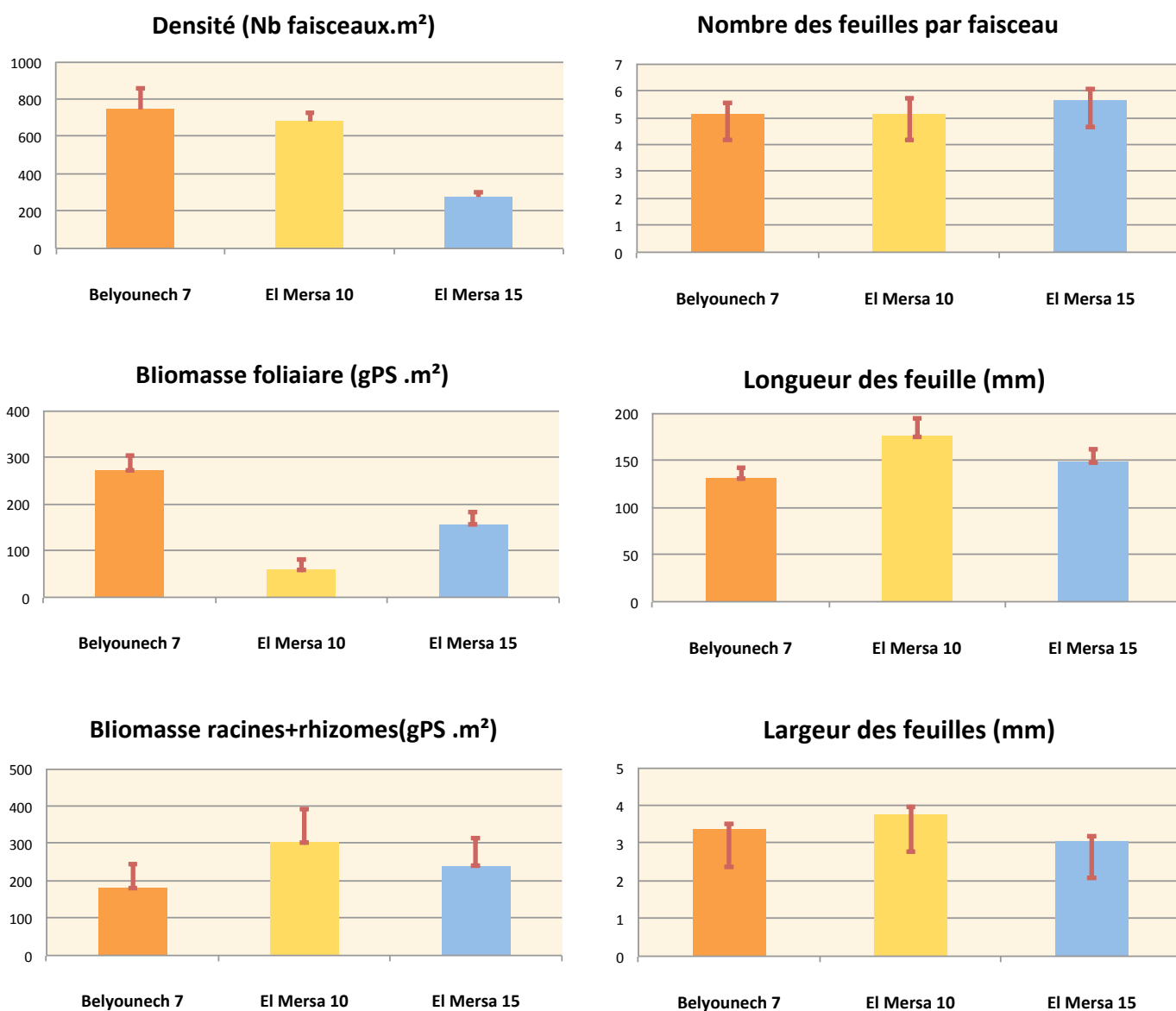


Figure 12 : Caractérisation des herbiers de *Zostera marina* de Jbel Moussa en 2014.

Tableau 6 : Comparaison des abondances, biomasses et caractéristiques biométriques (moyenne et IC) des herbiers de *Zostera marina* de Jbel Moussa en fonction du site et de la profondeur.

	Belyounech 7 m (B)		El Mersa 10 m (M1)		El Mersa 15 m (M2)		ANOVA ou Kruskal-Wallis (test post-hoc)
	Moyenne	IC	Moyenne	IC	Moyenne	IC	
Densité (Nb faisceaux.m ²)	745	113,35	680	48	275	27	p<0,05 (B>M1>M2)
Nb feuilles par faisceau	5,15	0,38	5,15	0,54	5,65	0,43	p>0,05 (B-M1-M2)
Nb. feuilles différenciées par faisceau	2,5	0,22	2,25	0,37	2,6	0,26	p>0,05 (B-M1-M2)
Longueur des feuilles différenciées (mm)	131,06	10,58	175,8	18,83	148,53	12,52	p<0,05 (M1>M2>B)
Largeur des feuilles différenciées (mm)	3,37	0,15	3,77	0,21	3,06	0,13	p<0,05 (M1>B>M2)
Longueur des pétioles (mm)	30,47	10,23	33,91	4,24	30,77	2,14	p<0,05 (M1>B-M2)
Largeur des pétioles (mm)	3,45	0,18	3,89	0,21	3,22	0,21	p<0,05 (M1>B-M2)
Biomasse totale g PS.m ²	454,34	81,47	362,94	88,84	396,5		p>0,05 (B-M1)
Biomasse foliaire g PS.m ²)	272,94	31,36	59,64	20,50	156,5		p<0,05 (B>M1)
Biomasse racines/rhizomes g PS.m ²	181,41	64,56	303,29	87,35	240		p>0,05 (B-M1)

3.4. Habitats obscures et semi-obscures

Le nombre de taxons enregistrés dans les cinq sites d'étude durant l'expédition de 2015 oscille entre 43 et 67 avec le site de Belyounech qui présente le nombre le plus élevé d'espèces.

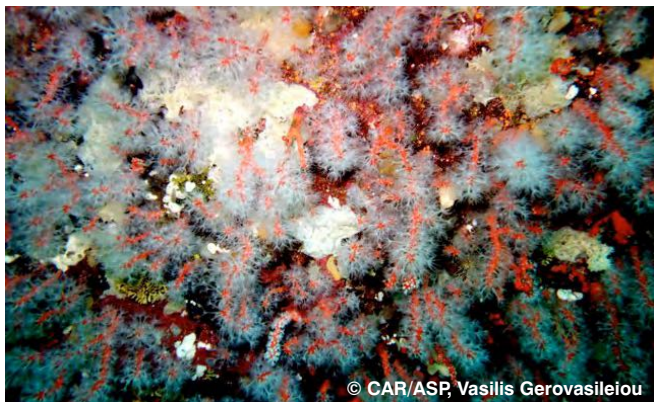
3.4.1. Falaise de Belyounech

Description de base : Parois verticales et surplombs, large caverne et grotte obscure (18 m de profondeur).

Assemblages caractéristiques : Les plafonds des surplombs et des cavernes étaient couverts presque exclusivement par des faciès de *Corallium rubrum*, *Astroides calycularis* (Fig. 13) et

d'éponges (e.g. *Haliclona mediterranea*) alors que les parois verticales sont dominées par des faciès de *Paramuricea clavata* et *Eunicella singularis*. La grotte avait deux ouvertures de petites dimensions, permettant l'entrée d'un seul plongeur, et devient plus large vers l'intérieur sombre. Les parois de la grotte étaient couvertes d'une mince couche de sédiment. Le fond de la grotte présentait une inclinaison ascendante vers l'intérieur. Les parois de la grotte étaient perforées par des tubes du bivalve *Rocellaria dubia* et peu peuplées par des éponges (e.g. *Petrosia ficiformis* décolorées) et des ascidies (Fig. 14). Des essaims de la crevette *Plesionika narval* ont été aussi observés à proximité du fond et des parois de la grotte.

Menaces : Nécrose des organismes (quelques colonies de *P. clavata* et *A. calycularis* avec nécrose partielle) (Fig. 15), engins de pêche et espèces non-indigènes (*Asparagopsis armata*).



© CAR/ASP, Vasilis Gerovasileiou



© CAR/ASP, Vasilis Gerovasileiou

Figure 13 : Faciès de *Corallium rubrum* dans un surplomb semi-obscur (à gauche) et l'échinoderme protégé *Centrostephanus longispinus* au sein du faciès d'*Astroides calycularis* (à droite).



© CAR/ASP, Vasilis Gerovasileiou



© CAR/ASP, Vasilis Gerovasileiou

Figure 14 : L'éponge de forme ramifiée *Petrosia ficiformis* dans une caverne semi-obscur (à gauche) et assemblage de grotte obscure (à droite).



© CAR/ASP, Vasilis Gerovasileiou



© CAR/ASP, Vasilis Gerovasileiou

Figure 15 : Colonies de l'anthozoaire *Paramuricea clavata* (à gauche) et d'*Astroides calycularis* (à droite) avec une nécrose partielle.

3.4.2. Ilot Leïla 1

Description de base : Tunnel submergé perforant l'îlot rocheux, situé entre 9-19 de profondeur et long d'environ 20 m et large de 2,5 m. Les parois opposées du tunnel ont des inclinaisons différentes.

Assemblages caractéristiques : Des assemblages distinctes sont développés sur les parois opposées du tunnel (Fig. 16) :

- (a) Faciès à *P. clavata* (paroi avec inclinaison positive),
- (b) faciès à *A. calycularis* (plafond de la grotte et paroi avec inclinaison négative)
- (c) faciès à éponge (limité à des cavités obscures de la paroi, aux endroits où *P. clavata* était rare).

Menaces : Nécrose des organismes (quelques colonies de *P. clavata* et *A. calycularis* avec une nécrose partielle), engins de pêche et espèce non-indigènes (*A. armata*) en dehors du tunnel (Fig. 17).



Figure 16 : Différents faciès à *Paramuricea clavata* (à gauche) et à *Astroides calycularis* (à droite) sur les parois opposées du tunnel de l'îlot Leïla étudié.



Figure 17 : La rhodophyte non-indigène *Asparagopsis armata* (gauche) et filet abandonné (droite)

3.4.3. El Mersa

Description de base : Parois verticales avec de nombreuses petites cavernes ; un petit tunnel et une grande fissure ont été repérés à des profondeurs entre 15-19 m.



Assemblages caractéristiques : assemblages du coralligène avec un faciès de l'anthozoaire *A. calycularis*, *P. clavata* et *E. singularis* sur les parois verticales. Des éponges et des sclérectiniens dominent les parois et les plafonds des cavernes, fissures et tunnels (Fig. 18).



Figure 18 : Assemblages dominés par les éponges dans des cavernes et fissures.

3.4.4. Ilot Leïla 2

Description de base : falaises sous-marines cascades avec de nombreux petits surplombs et tunnels.

Assemblages caractéristiques : communauté de coralligène avec un faciès de *P. clavata*, *E. singularis*, *A. calycularis*, *Filigrana* sp. et

ascidies (Fig. 19). Les éponges et les sclérectiniens dominaient les parois et tunnels.

Menaces : Nécrose des organismes (plusieurs colonies de *P. clavata* avec une nécrose partielle), espèces non-indigènes (*Caulerpa cylindracea* sur le fonds sableux à proximité de la paroi du coralligène) (Fig. 20).



Figure 19 : Faciès de *Filigrana* sp., *Paramuricea clavata* et *Astroides calycularis* dans un tunnel (à gauche) et ascidies *Aplidium elegans* dans un assemblage photophile peu profond (à droite).

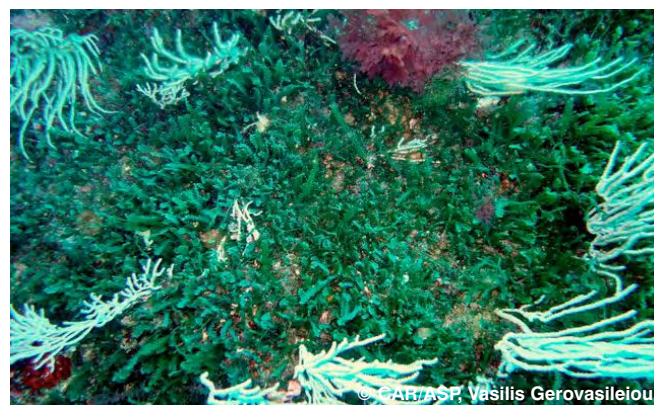


Figure 20 : Nécrose de la gorgone *Paramuricea clavata* (à gauche) et la chlorophyte non-indigène *Caulerpa cylindracea* au sein d'un faciès d'*Eunicella singularis* (à droite).

3.4.5. El Mersa 2

Description de base : Paroi verticale avec de nombreux petits surplombs et un petit canyon.

Assemblages caractéristiques : communauté de coralligène avec faciès de *P. clavata*, *E. singularis*, *A. calycularis*, larges

concrétions d'algues corallinacées (fond horizontal) et faciès dominé par les éponges dans un canyon semi-obscur (Fig. 21).

Menaces : Déchets marins (e.g. sacs en nylon) et espèce non-indigène (*A. armata*).



Figure 21 : Concrétions de l'algue corallinée (gauche) et faciès dominé par les éponges dans un canyon semi-obscur (droite).

4. Discussion

La zone d'étude présente une grande diversité en termes d'espèces benthiques et d'habitats. En effet, le nombre d'espèces recensées ici est comparable à celui obtenu dans les études réalisées en 2012 et 2013 au niveau du Cap des Trois Fourches et qui ont révélé une grande diversité marine de ce site (PNUE/PAM-CAR/ASP 2013, Espinosa et al. 2014a). Toutefois, il convient de noter que les peuplements ichtyologiques n'ont pas été étudiés dans le projet actuel alors qu'ils ont fait l'objet d'une

analyse plus approfondie au niveau du Cap des Trois fourches. C'est le cas aussi de la zone intertidale qui a été caractérisée ici de façon sommaire, essentiellement à la recherche d'espèces protégées alors qu'elle a été prospectée de façon détaillée au niveau du Cap des Trois Fourches. A cet effet, toute une série d'espèces caractéristiques de la zone intertidale n'ont pas été recensées dans le projet actuel.

Parmi les espèces rencontrées, il convient de souligner la présence d'espèces protégées ou en situation vulnérable, des

espèces bioindicatrices et des espèces invasives. En effet, le mollusque *Patella ferruginea* est une espèce qui était présente dans tout le bassin méditerranéen occidental durant le Pléistocène et jusqu'à des époques récentes (Laborel-Deguen & Laborel 1991). Cependant, une régression alarmante de ses populations a été produite durant les dernières décennies, et les populations les plus abondantes qui en restent sont localisées en Afrique du Nord (Espinosa et al. 2014b). Cette espèce a été citée sur le littoral de Sebta à proximité de la baie de Belyounech (Espinosa 2006, Rivera-Ingraham et al. 2011). Cependant, sa présence au niveau de Punta Mersa constitue sa citation la plus occidentale connue jusqu'à l'heure actuelle. La distribution de l'espèce dans la zone d'étude lui confère une valeur ajoutée, puisque la protection de certaines enclaves a été révélée essentielle pour permettre aux individus d'atteindre de grandes tailles, une grande capacité de reproduction et de recrutement permettant d'assurer la persistance des populations dans le temps (Espinosa et al. 2009, García-Gómez et al. 2014).

Le corail rouge (*Corallium rubrum*) constitue une autre espèce de grand intérêt. Elle a été rencontrée autour de l'Îlot Leïla avec des couvertures parfois proches de 100 %. Cette espèce a été exploitée à des fins commerciales en joaillerie pendant des décennies, au point qu'aujourd'hui elle a disparu de nombreuses zones méditerranéennes et se limite à quelques zones profondes ou aux grottes et crevasses, de même qu'aux aires marines protégées (Oceana 2007). La baisse de 70 % constatée au cours de ces 20 dernières années a été soldée par la proposition d'un moratoire sur son extraction (Oceana 2007). La présence de cette espèce, avec des abondances élevées dans la zone d'étude, constitue une autre raison pour mettre en place des moyens de protection de toute urgence, avant que ces communautés très sensibles ne finissent par disparaître du littoral du Déroit de Gibraltar.

La présence d'espèces bioindicatrices d'eaux limpides, renouvelées et peu chargées en sédiment, comme l'algue *Lithophyllum byssoides*, les anthozoaires *Astroides calycularis*, *Actinia equina* et *Paramuricea clavata* ou les ascidies *Polycitor adriaticum* et *Halocynthia papillosa* (voir Boudouresque et al. 2005, García Gómez 2007), confirment que la zone d'étude présente une bonne qualité des eaux.

Quant aux espèces invasives, il convient de remarquer la grande abondance au niveau de certains points, comme 'Îlot Perejil 2', de l'algue *Caulerpa cylindracea*. Au niveau de ce point, l'algue pousse sur des espèces typiques du coralligène comme la gorgone *Paramuricea clavata*. Certains auteurs ont signalé auparavant l'effet négatif de cette algue sur les invertébrés comme les éponges et les gorgones (Baldaconi & Corriero 2009, Cebrian et al. 2012). Cette espèce lessespennienne s'est étendue depuis la Méditerranée Orientale jusqu'à la zone du Déroit de Gibraltar, où elle a été signalée pour la première fois en 2008 sur le littoral de Sebta qui représentait sa citation la plus occidentale (Rivera-Ingraham et al. 2010). Comme pour *Patella ferruginea*, la présence de cette espèce dans la

zone d'étude serait sa citation la plus occidentale en Afrique du nord, dépassant ainsi la zone de Sebta. De ce fait, il paraît fondamental d'appliquer des protocoles de surveillance de cette espèce dans la zone pour quantifier avec précision tant sa distribution et son expansion que le degré d'affectation des communautés autochtones.

En termes d'habitats rencontrés, la zone se caractérise par une bathymétrie très prononcée, avec prédominance de parois rocheuses qui descendent occasionnellement depuis la superficie jusqu'à des profondeurs de 30-40 mètres. Ceci, associé à la présence de courants forts, permet l'installation de nombreuses espèces suspensivores et filtreurs. La communauté de coralligène était très abondante et bien développée dans certains endroits. Ce type de communauté constitue le deuxième 'point chaud' de diversité en Méditerranée (Boudouresque 2004, Ballesteros 2006). Sa présence remarquable dans la zone confère à celle-ci un grand intérêt sur le plan conservation. Ce type d'habitats est spécialement sensible aux impacts directs de la plongée, à l'extraction d'espèces et à la contamination (Ballesteros 2006).

Les herbiers de phanérogames marines constituent un autre habitat d'importance écologique et d'intérêt pour la conservation. Ils constituent le premier 'point chaud' de la biodiversité en Méditerranée (Boudouresque 2004). Dans la zone d'étude, deux herbiers de *Zostera marina* ont été observés dans les baies les plus protégées, à des profondeurs modérées et sur des fonds sableux. Il s'agit de l'un des habitats les plus importants des substrats meubles dans les eaux côtières à l'échelle mondiale (Den Hartog 1970, Templado 2004). Cette importance est fondée sur le fait qu'ils possèdent une diversité spécifique et une densité animale plus importantes que celles des fonds adjacents sans végétation (Heck et al. 1995, Nakamura & Sano 2005). Ceci est lié à des facteurs comme la protection face aux prédateurs (Heck 1981), les ressources trophiques élevées, le grand recrutement larvaire par rapport aux zones sans végétation (Wilson 1990), la grande disponibilité de microhabitats (Bell & Westoby 1986) ou la réduction des effets de l'hydrodynamisme (Fonseca & Koehl 2006). En outre, les phanérogames peuvent être d'excellents indicateurs des changements naturels ou artificiels dans la biodiversité, en termes d'abondance et de composition, dus à des changements abiotiques, biotiques ou anthropogéniques. Ces habitats sont ainsi considérés comme des indicateurs de changement environnementaux (Dauvin 1997).

En Méditerranée, *Zostera marina* est rencontrée généralement dans les lagunes côtières et les parties les plus internes des baies peu profondes (<5 m de profondeur). La présence d'herbiers profonds dans la partie marine de Jbel Moussa est probablement due à la forte influence des eaux atlantiques à travers le Déroit de Gibraltar, qui favoriserait la présence d'herbiers subtidiaux de *Z. marina*, étant donné que cette espèce est plus commune en Atlantique qu'en Méditerranée. Des herbiers profonds similaires existent dans des baies

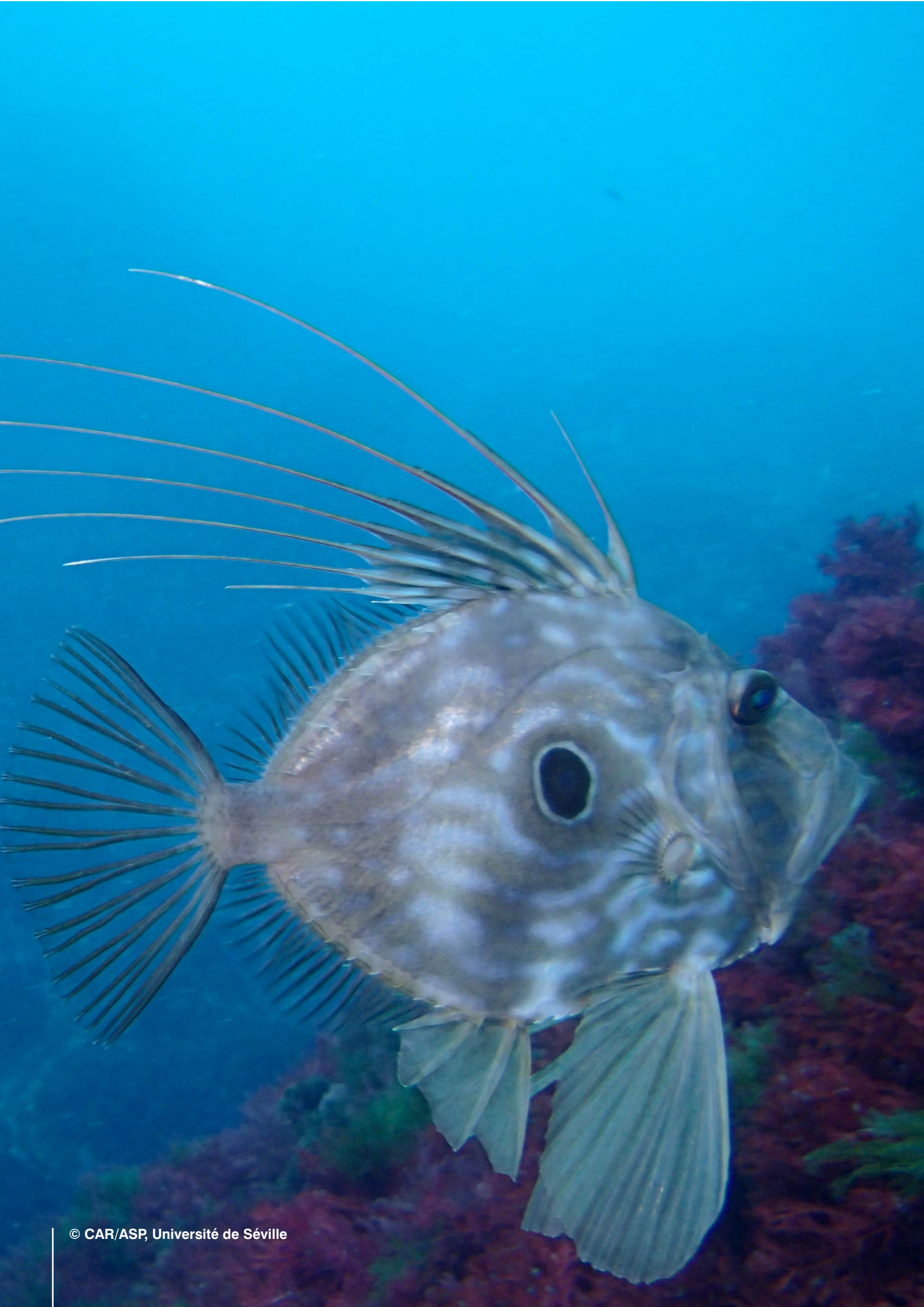
ouvertes dans le sud de l'Espagne (Mer d'Alboran) à des profondeurs de 5-17 m, probablement en raison des conditions hydrodynamiques. Une comparaison des biomasses et abondances entre les herbiers de Jbel Moussa (Maroc, Déroit de Gibraltar) et ceux de la baie de Canuelo (Espagne, mer d'Alboran) pour une même période (septembre) montre des différences significatives entre les deux rives : les feuilles sont plus longues à Canuelo (max. 65 cm) qu'à Jbel Moussa (max. 41 cm) alors que la densité des faisceaux, le nombre de feuilles par faisceau et la biomasse foliaire sont plus élevées dans le site marocain.

En termes d'habitats obscurs, les prospections réalisées dans la zone d'étude n'ont pas révélé la présence de vraies grottes ou de grottes totalement obscures, à l'exception de la petite grotte de Belyounech. Toutefois, de nombreuses petites cavernes, fissures et tunnels ont été rencontrés dans tous les sites prospectés. Ces habitats hébergent des assemblages benthiques typiques des grottes semi-obscures et surplombs et présentent une structure biologique similaire à celles observées dans d'autres régions de la Méditerranée Occidentale (Pérès 1969). La présente étude fournit de nouvelles données sur l'étendue géographique de ces habitats et de leur biodiversité au niveau des côtes africaines de la mer d'Alboran, une zone qui est peu

étudiée de ce point de vue (Gerovasileiou & Voultsiadou 2013, Giakoumi et al. 2013). De telles connaissances combleraient sans aucun doute les lacunes de connaissance autour de ces habitats à l'échelle régionale.

Les critères de choix d'un site à ériger en Aire Marine Protégée (AMP), doivent se baser sur des informations scientifiques, à savoir les aspects de la qualité environnementale, l'importance du site pour la reproduction d'espèces protégées et/ou surexploitées et la présence d'une grande diversité (García-Chartón et al. 2008). Si en plus de remplir ces conditions, le site inclut des habitats diversifiés et se situe à proximité de zones avec un environnement plus dégradé, il devient un excellent candidat pour être désigné comme une AMP (García-Chartón et al. 2008). La zone comprise entre Punta Ciress et la baie de Belyounech réunit les conditions susmentionnées : bonne qualité environnementale traduite par la présence de nombreuses espèces bioindicatrices et de communautés hautement sensibles comme le coralligène, zone importante pour la reproduction et le recrutement d'espèces protégées ou surexploitées tel le cas du corail rouge, présence de divers types d'habitats sensibles comme les herbiers de phanérogames et le coralligène et, enfin, se trouve entre deux zones de grande influence humaine à savoir la ville de Sebta et le port de Tanger Med.





PARTIE III : CARTOGRAPHIE DES COMMUNAUTÉS BIOLOGIQUES DE LA PARTIE MARINE DE JBEL MOUSSA

1. Introduction et objectifs

En raison de sa valeur naturelle et culturelle, la grande représentativité de ses systèmes naturels et sa grande superficie assez suffisante pour permettre une évolution normale des processus écologiques, la zone marine de Jbel Moussa, située entre Belyounech et Punta Ciress, mérite d'être érigée en Aire Marine Protégée.

Cette zone, située au nord du Maroc à l'ouest de la ville autonome de Sebta, a fait l'objet, dans le cadre du projet MedKeyHabitats, d'une prospection marine le long de ses 13 km de ligne de côte jusqu'à des profondeurs avoisinant les 40 m.

Le présent document constitue le rapport qui a été réalisé par la société "Mediterráneo Servicios Marinos, S.L." en tant que livrable de la prestation de 'réalisation de cartographie bionomique avec un ROV (Remotely Operated Vehicle) entre Belyounech et Punta Ciress – MoU 15/2015-MedKeyHabitats sollicitée par le CAR/ASP (Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées).

L'objectif principal de ce travail était de réaliser une cartographie bionomique permettant d'identifier et de localiser les communautés et habitats présents dans la partie marine de Jbel Moussa. La réalisation de ce travail est passée par les activités et tâches suivantes :

- Cartographie des habitats marins clés dans la zone marine de Jbel Moussa (Maroc) à l'aide d'un ROV ;
- Identification et description des communautés biologiques les plus représentatives ;
- Rédaction du rapport et édition de la carte bionomique ;
- Intégration de l'information bionomique dans un Système d'Information Géographique (S.I.G.).

2. Méthodologie

La méthodologie adoptée dans ce travail est spécifique à la cartographie des communautés benthiques. Elle a la particularité de combiner à la fois la bathymétrie (obtenue moyennant une sonde manipulée à partir de l'embarcation et le profondimètre du ROV), les types des fonds ainsi que les communautés benthiques installées sur les substrats dur

et meuble. Ces informations sont géoréférencées en vue de les incorporer dans un S.I.G. (Système d'Information Géographique) qui permettra une meilleure spatialisation et gestion de l'information ainsi qu'une bonne précision de la localisation géographique. La méthodologie utilisée pour atteindre les différents objectifs de l'étude, ainsi que le matériel utilisé, sont décrits ci-dessous.

2.1. Levés bathymétriques

Préalablement aux travaux de terrain, le programme hydrographique Hydro Pro de TRIMBLE a été utilisé pour projeter, sur un fond cartographique, l'ensemble des transects à prospecter dans la zone d'étude. Ce programme permet d'introduire, sur une base cartographique, toute l'information que l'on peut stocker, dans un fichier informatique de type DXF, comme par exemple la ligne de côte, les isobathes du terrain, les récifs, etc. En plus de permettre de contrôler la trajectoire de l'embarcation en accord avec le projet élaboré de manière visuelle, il indique la distance et la direction de l'erreur commise et permet ainsi d'éviter tout mouvement excessif par rapport à la trajectoire initialement prédéfinie.

Les transects ont été prospectés par des enregistrements vidéo. Les données sur les profondeurs ont été obtenues en utilisant une sonde hydrographique installée sur l'embarcation et ont été sauvegardées dans le logiciel de navigation.

Avec l'information obtenue dans les enregistrements et moyennant la modélisation à l'aide d'un programme spécifique, les profils bathymétriques ont été élaborés sur la base de la profondeur indiquée par rapport à la distance à la côte.

2.2. Positionnement

Le positionnement géographique des points de prospection a été effectué à l'aide d'un GPS différentiel sans fil CSI MAS. Ce matériel est composé d'un GPS de 12 canaux, compatible avec le système international de correction par satellite WAAS-EGNOS et de deux unités de réception des corrections différentielles : Omnistar et Radiophare. Ce d-GPS différentiel exporte des signaux en format NMEA qui sont stockées dans l'unité GPT de la sonde. La possibilité d'utiliser des corrections différentielles, avec jusqu'à trois services différents, garantit la haute précision des positions fournies, indépendamment de là on l'on est.

2.3. Cartographie bionomique des fonds marins

La cartographie bionomique a été obtenue à l'aide d'enregistrements vidéo pris par un engin téléguidé (ROV). Dans les cas où cette technique n'a pas pu être utilisée, à cause des courants forts, les enregistrements vidéo ont été effectués à l'aide de la technique de la vidéo remorquée (mini-caméra submersible tractée par l'embarcation).

2.3.1. Reconnaissances par ROV

Le matériel utilisé pour les enregistrements vidéo est un ROV (Remotely Operated Vehicle : Véhicule Téléguidés VTG) SeaTrepid VideoRay PRO, propulsé par trois hélices indépendantes qui permettent des mouvements dans les trois directions (Fig. 22). Ce ROV est équipé d'un système d'éclairage interne orientable et est opérationnel jusqu'à une profondeur

maximale de 200 m à l'aide d'un câble ombilical en fibre optique qui envoie le signal de l'appareil à l'unité en surface où l'image est visualisée en temps réel et enregistrée pour analyse postérieure.

2.3.2. Reconnaissance par vidéo remorquée

L'autre matériel utilisé pour les prises vidéo est une mini-caméra submersible remorquée depuis l'embarcation au moyen d'un câble qui à son tour envoie le signal vidéo à l'unité de surface (Fig. 23). Cette dernière, composée d'une télévision et d'un disque dur d'enregistrement, permet de visualiser dans l'embarcation les images prises par la caméra en temps réel et d'enregistrer des vidéos pour une visualisation ultérieure.

Le système d'enregistrement des vidéos est associé à un programme qui permet de faire des captures d'images à partir des séquences vidéo en vue d'obtenir des images d'observations d'intérêt spécial.



Figure 22 : R.O.V. VideoRay.



Figure 23 : Câble, patin et caméra.

2.4. Interprétation des images sous-marines géoréférencées

Afin d'obtenir une information représentative de la zone d'étude, 17 transects, recouvrant les 13 km de sa façade maritime, y ont été définis. Ils sont orientés nord-sud et séparés de 500 m selon l'axe est-ouest (Annexe IV).

Le long de ces transects, présentant des profils bathymétriques et des caractéristiques distinctes en termes d'extension et de pente, des points de prospection ont été établis à 10, 20, 30 et 40 mètres de profondeur. Ces points ont été géoréférencés à l'aide d'un GPS différentiel et ont fait l'objet de prospections sous-marines à l'aide d'un ROV ou d'une vidéo remorquée, et ce en fonction des conditions du vent et des courants qui prévalent lors des prospections. Les enregistrements vidéo obtenus, de durées variables, ont été analysés postérieurement dans le but d'identifier les principales communautés biologiques de la zone d'étude.

Pour un même niveau bathymétrique, lorsque les types et les pentes des fonds sont similaires, la distance de 500 m a été jugée appropriée pour déduire qu'une communauté identifiée au niveau de deux transects adjacents existe aussi dans l'espace inter-transects. Cependant, quand on note un changement de communauté d'un transect à un autre, la limite entre les deux communautés a été établie arbitrairement à une distance intermédiaire.

Dans le cas d'un substrat rocheux, compte tenu de l'extrême complexité des distributions des organismes liée à son irrégularité, et des innombrables possibilités de vie qu'il offre, lorsqu'une zone présente des parois verticales, il a été choisi de rapprocher la répartition des communautés selon les profondeurs enregistrées par le profondimètre du ROV.

Pour chacun des points de prospection, l'information géographique est associée à une base de données spécifique, dans laquelle sont enregistrés le code de la station, les coordonnées géographiques, la profondeur, le type du système d'enregistrement utilisé et le type de fond observé.

Une fois les communautés biologiques identifiées, un code a été attribué à chacune d'entre elles sur la base du système de classification de Calvin-Calvo (2000), adapté dans certains cas pour mettre en évidence la présence de certaines espèces comme *Eunicella* sp. ou Laminaires, par exemple.

3. Résultats

Au total, 61 prises vidéo ont été réalisées. Leurs positions UTM H30 Datum WGS 84 sont indiquées en Annexe V.

Les profils bathymétriques de chaque transect et les captures d'images réalisées à partir de vidéos prises lors des prospections sous-marines sont reportés en Annexe VI et VII.

3.1. Données bathymétriques

Les profils bathymétriques ont été réalisés pour l'ensemble des transects prospectés entre 0 à 40 m. Ils ont été élaborés à l'aide du programme Surfer, logiciel de modélisation altimétrique, qui permet de représenter des sections de terrain sous forme de graphes.

Les profils établis (Annexe VI) révèlent que dans la zone d'étude, les fonds présentent, de manière générale, des pentes accentuées en zone rocheuse et des pentes plus douces sur substrat meuble au niveau des criques et baies de la zone d'étude. Les pentes les plus accentuées ont été observées aux alentours des falaises, comme à Punta Leona ou à Punta El Mersa, spécialement au niveau des caps exceptionnels de la zone. A la base de ces falaises existent par endroits des blocs de roche de grande taille.

A l'intérieur des criques, comme la baie d'Oued El Mersa, la pente diminue considérablement par rapport aux zones adjacentes. Aussi, le relief des fonds y est plus homogène sur toute son extension. L'apport sédimentaire dans ces baies, en provenance du continent par les eaux de ruissellement ou du matériel transporté par les courants et d'autres événements hydrodynamiques, fait que ces fonds sont moins profonds et avec des pentes plus douces que les fonds environnants. Ce sont les sables bien calibrés qui dominent dans la majorité de ces types d'enclaves.

3.2. Cartographie bionomique des fonds marins

3.2.1. Type de fond

Les prises vidéo et leurs analyses ultérieures ont permis de déterminer le type du fond observé au niveau de chaque point de prospection et de caractériser la topographie observée (Tabl. 7). Compte tenu des limites de la méthode pour déterminer le type du substrat, six catégories de fonds ont été établies :

- FM-Fonds meubles ;
- FR-Fonds rocheux ;
- AR-Affleurements rocheux ;
- FRB-Fonds rocheux avec grands blocs ;
- FRI-Fond rocheux irrégulier ;
- PRV-Parois rocheuses verticales.

Tableau 7 : Types des fonds prédominants au niveau de chaque station de prospection

STATION	TYPE DE FOND
Tr01_10 m	FR-Fonds rocheux
Tr01_20 m	FR-Fonds rocheux
Tr01_23 à 36 m	FM-Fonds meubles. AR-Affleurements rocheux
Tr01_38 à 41 m	FM-Fonds meubles. AR-Affleurements rocheux
Tr02_10 m	FM-Fonds meubles
Tr02_20 m	FM-Fonds meubles
Tr02_30 m	FM-Fonds meubles
Tr02_40 m	FM-Fonds meubles
Tr03_10 à 5 m	FR-Fonds rocheux
Tr03_20 m	FR-Fonds rocheux
Tr03_41 à 23 m	FR-Fonds rocheux
Tr04_10 à 5 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr04_20 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr04_30 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr04_37 à 38 m	FR-Fonds rocheux
Tr04_42 à 40 m	FR-Fonds rocheux
Tr05_5 à 10 m	FR-Fonds rocheux
Tr05_20 m	FRI-Fond rocheux irrégulier. FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr05_30 m	FRI-Fond rocheux irrégulier. FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr05_40 m	FRI-Fond rocheux irrégulier
Tr06_5 à 10 m	FR-Fonds rocheux
Tr06_20 m	FR-Fonds rocheux
Tr06_30 m	FM-Fonds meubles
Tr06_40 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr07_5 m	FM-Fonds meubles
Tr07_10 m	FM-Fonds meubles
Tr07_20 m	FM-Fonds meubles. AR-Affleurements rocheux
Tr07_30 m	FM-Fonds meubles. AR-Affleurements rocheux
Tr07_40 m	FM-Fonds meubles. AR-Affleurements rocheux
Tr08_10 à 5 m	FM-Fonds meubles

STATION	TYPE DE FOND
Tr08_20 m	FM-Fonds meubles
Tr08_30 m	FM-Fonds meubles. AR-Affleurements rocheux
Tr08_40 m	FM-Fonds meubles
Tr09_10 à 5 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr09_20 m	FR-Fonds rocheux
Tr09_30 m	FM-Fonds meubles
Tr09_35 m	FM-Fonds meubles
Tr09_40 m	FM-Fonds meubles
Tr10_5 à 10 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr10_20 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs.
Tr10_30 m	FM-Fonds meubles
Tr10_40 m	FM-Fonds meubles
Tr11_10 m	FM-Fonds meubles. FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr11_20 m	FM-Fonds meubles
Tr11_30 m	FM-Fonds meubles
Tr11_40 m	FM-Fonds meubles
Tr12_10 m	FM-Fonds meubles. FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr13_40 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr14_30 à 5 m	FM-Fonds meubles. FRB-Fonds rocheux avec grands blocs. PRV-Parois rocheuses verticales
Tr14_48 à 30 m	FM-Fonds meubles. FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr15_20 à 5 m	PRV-Parois rocheuses verticales
Tr15_40 à 20 m	PRV-Parois rocheuses verticales
Tr16_5 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr16_10 m	FRB-Fonds rocheux avec grands blocs
Tr16_20 m	FR-Fonds rocheux
Tr16_30 m	FR-Fonds rocheux
Tr16_40 m	FR-Fonds rocheux
Tr17_8 m	FM-Fonds meubles
Tr17_10 m	FM-Fonds meubles
Tr17_20 m	FM-Fonds meubles
Tr17_30 m	FM-Fonds meubles
Tr17_40 m	FM-Fonds meubles

3.2.2. Etude des communautés benthiques infralittorales et circalittorales

L'analyse des résultats issus de la technique de cartographie, moyennant les enregistrements vidéo à l'aide de caméra remorquée et ROV, a permis l'identification, la délimitation et l'analyse des caractéristiques propres de chacun des aspects bionomiques de la zone d'étude.

Les possibilités inhérentes à la méthodologie de travail adoptée dans ce projet ont été confrontées à certaines difficultés lors de l'établissement des limites des communautés. Dans ces cas, nous avons procédé selon les démarches définies dans la section 'méthodologie'.

L'identification des différentes biocénoses a été établie sur la base de subdivision en étages du système phytal (infralittoral et circalittoral, dans le cas de cette étude). Ces communautés ont été référées ensuite au système de classification établi par Calvin-Calvo (2000) avec adaptation, dans certains cas, pour mettre en évidence la présence de certaines espèces comme *Zostera marina*, *Eunicella* sp. ou algues laminaires, par exemple.

Les fonds associés à la zone d'étude se caractérisent par leur grande hétérogénéité, tant par la présence d'une grande variété de communautés bionomiques que par la présence d'aspects variable de chacune d'elles. Ce constat traduit des adaptations structurelles et des états de conservation différentiels, comme le cas des herbiers de *Zostera marina*, qui apparaît sous forme de petites prairies, en forme de mattes dispersées et de matte morte. La situation géographique de cette zone, avec des baies et des caps soumis à des apports terrigènes, à des effets de la marée, à des vents forts et des courants tant de composante est que ouest, fait qu'il s'agit de fonds exposés à la confluence de différents processus hydrodynamiques présentant une incidence différentielle sur le fond.

L'analyse de l'information a permis de décrire les communautés ou catégories bionomiques suivantes (carte 1) :

- SFBC : Sables Fins Bien Calibrés ;
- HZM : Herbiers de *Zostera marina* avec cuvettes ;
- SFBCZM : Sables Fins Bien Calibrés avec des mattes de *Zostera marina* ;
- SFBCMM : Sables Fins Bien Calibrés avec des mattes mortes de *Zostera marina* ;
- FDC : Fonds détritiques côtiers ;
- APPFB : Algues Photophiles profondes sans prédominance de Laminaires sur fonds biodétritiques ;
- APLFB : Algues de profondeur avec prédominance de Laminaires sur fonds biodétritiques ;
- APIC : Algues photophiles infralittorales en mode calme ;

- ASMC : Algues sciaphiles en mode calme ou précoraligène avec dominance d'*Eunicella* sp. ;
- ASCMC-Algues sciaphiles circalittorales de mode calme ou coralligène avec dominance de *Paramuricea clavata* ;
- CM-Maërl ;
- GS-Grottes obscures et surplombs ;
- GI-Galets infralittoraux.

3.2.2.1. Etage infralittoral

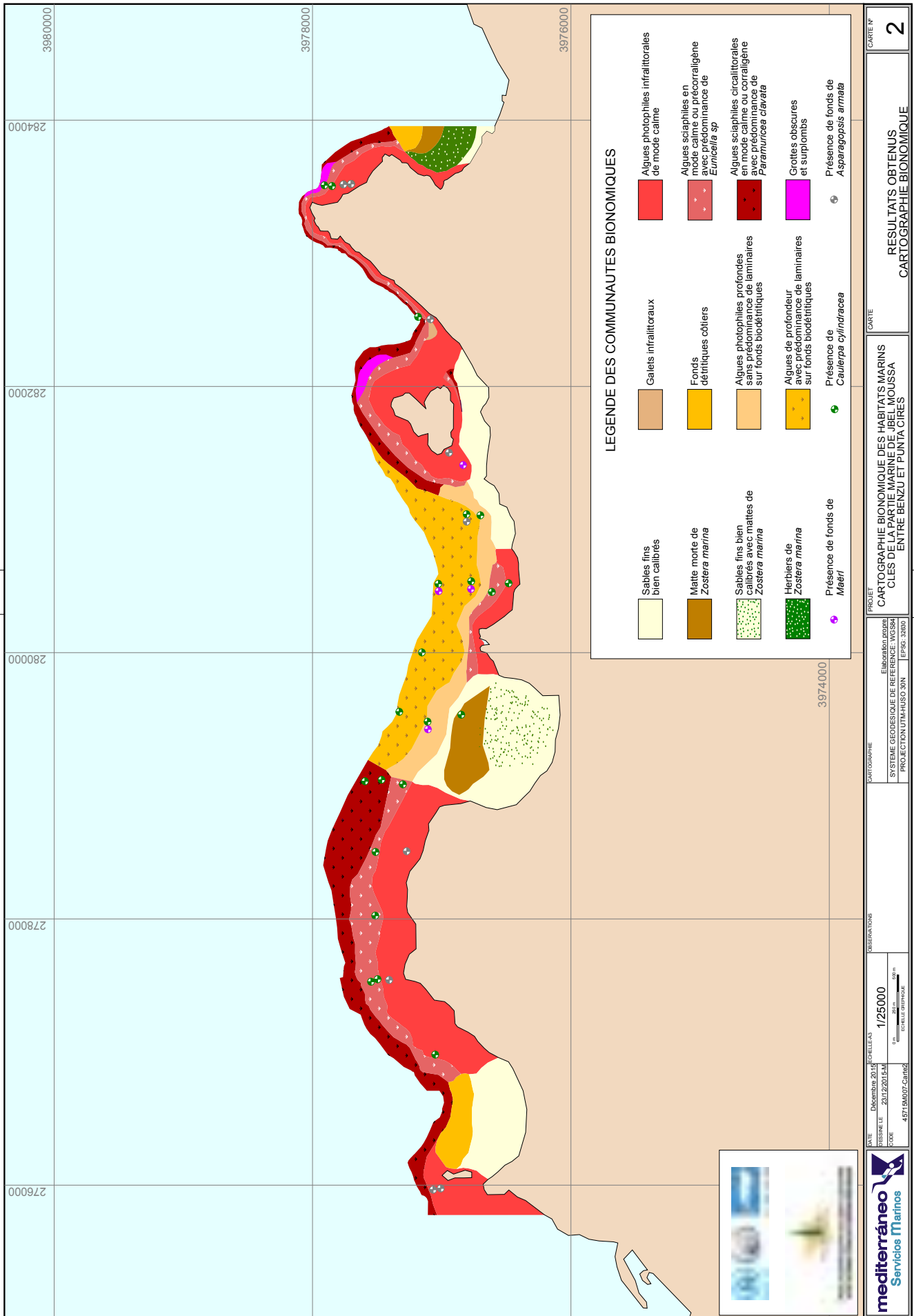
SABLES FINS BIEN CALIBRES (SFBC)

Cette communauté s'installe dans des sables fins, homogènes et d'origine terrigène dans sa grande partie, sans envasement prononcé et non soumis à un régime de courants forts (Fig. 24). Par endroits, elle occupe des superficies considérables dans la zone d'étude et s'étend généralement sur une frange où la houle n'a pas d'effet direct sur le sédiment. La présence de ce genre de communauté au sein de la zone d'étude est limitée aux zones où prédominent les processus de sédimentation.

En raison des conditions hydrodynamiques qui caractérisent généralement la zone d'étude, sa distribution se trouve associée à des zones localisées dans des criques et des baies abritées. L'atténuation de l'incidence de l'hydrodynamisme dans ces zones génère un dépôt progressif des sédiments en fonction de la taille des grains et permet ainsi une bonne calibration du substrat.

En termes de représentativité sur le plan spatial, cette communauté est localisée dans la baie ouest de Punta Ciress où elle présente un certain niveau d'envasement et s'étend jusqu'à les 30 mètres de profondeur, où se produit la transition vers les fonds détritiques côtiers avec la présence de restes organogènes. De même, cette communauté est présente dans la baie de Oued El Mersa, où elle paraît colonisée par les mattes de *Zostera marina* dans la zone la plus abritée et s'étend jusqu'à 20 mètres de profondeur. Elle se rencontre aussi dans la zone prospectée de la baie de Belyounech où apparaissent des assemblages importants de la phanérogame *Zostera marina*.

Parmi la faune la plus caractéristique de cette communauté, on trouve l'anthozoaire *Cerianthus membranaceus*, les bivalves *Acanthocardia tuberculata*, *Tellina* spp. ou *Macra corallina*, qui sont pratiquement des espèces exclusives de cette communauté, et autres espèces qui peuvent apparaître dans d'autres communautés, comme *Venus verrucosa* ou *Chamelea gallina*. Les gastéropodes ne sont pas aussi abondants et diversifiés, mais diverses espèces sont caractéristiques de cette communauté, comme *Turritella turbona*. On peut trouver divers polychètes communes, mais aucune espèce n'est exclusive de cette communauté. Les crustacés les plus représentatifs de cette communauté sont peu nombreux comme *Penaeus kerathurus* (crevette caramotte), *Philocheas monacanthus* ou *Diogenes pugilator*. Parmi les échinodermes, on trouve diverses étoiles de mer du genre *Astropecten*, des oursins comme *Echinocardium cordatum* et des holothuries.



Carte 1 : Cartographie des communautés biologiques marines de la partie marine du SIBE de Jbel Moussa.



Figure 24 : Fonds de sable fins bien calibrés

HERBIERS DE *Zostera marina* (PZM)

Zostera marina est une espèce protégée incluse dans des conventions internationales de conservation (e.g. convention de Barcelone et convention de Berne). Les herbiers de la phanérogame *Zostera marina* constituent un faciès d'intérêt considérable et sont considérés fréquemment comme une communauté. De manière générale, elles s'installent sur des fonds de sable qui peuvent contenir un certain grade d'envasement et dans des zones très protégées de l'hydrodynamisme (Fig. 25).

Zostera marina est une phanérogame pérenne s'étendant sur tout l'hémisphère nord même si elle est plus rare en Adriatique et en Méditerranée, du fait qu'elle préfère des eaux plus froides. A l'instar de la végétation fixée sur les substrats meubles et le reste des phanérogames marines, ces herbiers assurent le double

rôle de producteurs primaires et de stabilisation des sédiments, et génèrent en plus un substrat solide secondaire pour les épiphytes et un abri pour de nombreux organismes animaux comme *Anemonia viridis* et quelques espèces de spirographes.

Dans la zone d'étude, des herbiers bien développés ont été observés, généralement avec des cuvettes et des chenaux au sein de ces mêmes herbiers, jusqu'à 15 mètres de profondeur dans la baie de Belyounech à proximité de la paroi Est de Punta Leona. Cette zone n'a pas été prospectée de manière intense dans sa partie la plus proche à la falaise en raison de la présence de plusieurs filets de pêche artisanale et de bouées de signalisation. Cette communauté se distribue sur des sables fins bien calibrés dans lesquels on n'observe pas d'indices de l'influence de forts courants ; ce qui confère une grande stabilité du substrat.

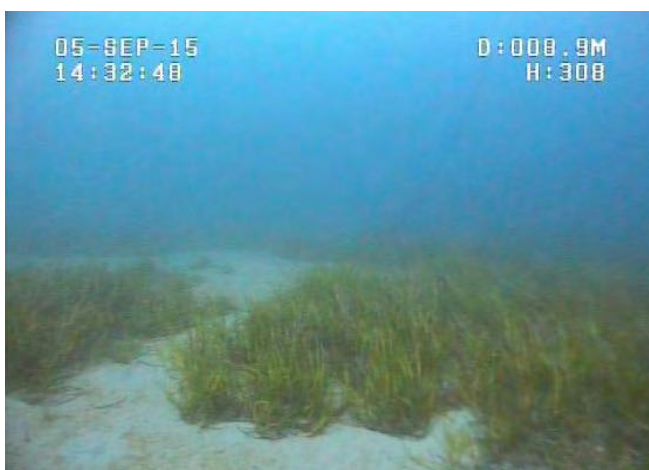


Figure 25 : Communauté des herbiers de *Zostera marina*

SABLES FINS BIEN CALIBRES AVEC MATTES DE *Zostera marina* (SFBCMZ) ET SABLES FINS BIEN CALIBRES AVEC MATTES MORTES DE *Zostera marina* (SFBCM)

Ces deux catégories ont été considérées dans la cartographie en raison de l'importance de la présence de cette phanérogame, protégées par diverses conventions, dans la zone d'étude. Elles ne forment pas de communautés en soi, mais apportent une diversité à la communauté biologique dans laquelle elles apparaissent, notamment les sables bien calibrés, car ils fournissent un substrat supplémentaire pour les organismes épiphytes (Fig. 26).



Dans la baie de Oued El Mersa, ces catégories ont été observées jusqu'à 15 m de profondeur sous forme de mottes dispersées de grande ou petite extension, et jusqu'à 25 m approximativement sous forme de mottes mortes. A l'est de Punta Leona, la matte morte se distribue entre les 15 et 25 m, où on peut observer aussi des faisceaux dispersés. Dans cette zone, on observe un net gradient de la couverture de *Zostera marina* avec la profondeur. En effet, *Z. marina* se présente sous forme d'herbiers aux alentours de 10 m, sous forme de mottes dispersées jusqu'à 20 mètres et est absente à partir de 30 mètres.



Figure 26 : Mattes dispersées et restes de matte morte de *Zostera marina*

ALGUES PHOTOPHILES INFRALITTORALES EN MODE CALME (APMC)

Ces algues se rencontrent sur substrat rocheux dans l'étage infralittoral supérieur, dans des endroits bien éclairés, avec peu d'agitation et une sédimentation modérée. Le substrat est d'habitude complètement recouvert d'algues, parmi lesquelles prédominent les phéophycées (Fig. 27). C'est la typologie majoritaire de la zone d'étude, où prédominent les fonds rocheux et les falaises par rapport aux fonds sableux. Cette communauté est installée de forme continue depuis les premiers mètres de la roche infralittorale jusqu'à une

profondeur qui oscille autour des 20 m, où commencent à s'installer les communautés sciaphiles. Elle est présente sur toute la façade maritime rocheuse de la zone d'étude.

La limite profonde de distribution de cette communauté est déterminée par l'orientation générale de chaque portion de la côte. En effet, elle atteint des profondeurs proches de 15 m à l'ouest de Punta Leona, certainement en raison de la faible durée d'éclairage et de l'orographie du terrain qui limitent la présence d'une communauté d'algues photophiles. A cet endroit, la communauté est moins développée par rapport à la zone Est où elle présente une distribution plus profonde.

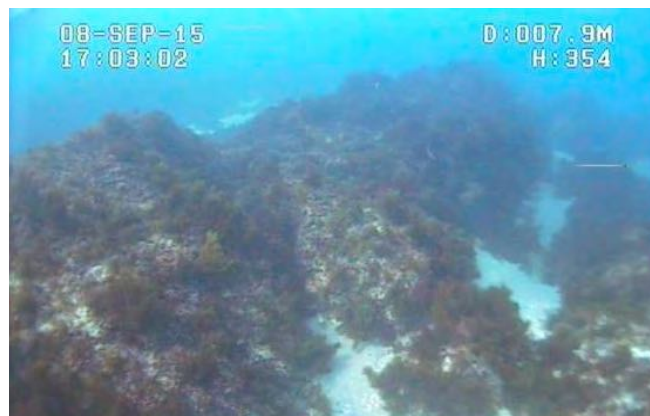
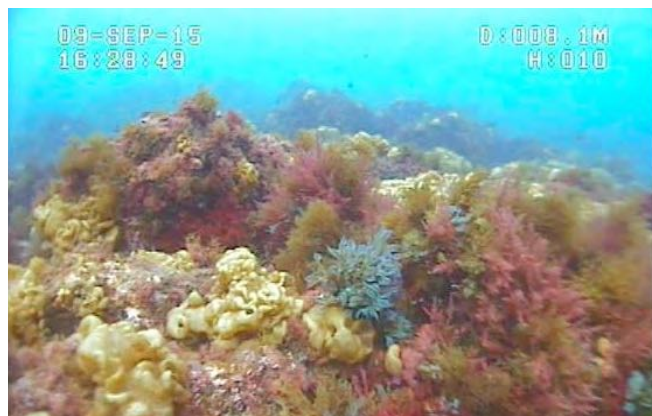


Figure 27 : Algues photophiles infralittorales en mode calme

La description donnée ci-dessous, concernant les différents aspects que présente cette communauté, donne une vision partielle et indicative sur les peuplements réels de la zone, en raison de l'impossibilité d'échantillonner la grande diversité des environnements que présente la côte, d'une part, et des limitations inhérentes à la méthodologie utilisée, d'autre part.

De manière générale, dans les premières strates de l'étage infralittoral, on rencontre des espèces du genre *Cystoseira* qui sont accompagnées d'autres algues connexes comme *Plocamium cartilagineum*, *Laurencia papillosa*, *Jania rubens*, *Polysiphonia elongata* et quelques algues ceramiales et corallinacées. Habituellement, elles sont accompagnées par d'autres espèces d'algues comme *Padina pavonica* et *Sargassum vulgare*. Sur les roches avec une horizontalité remarquable et sous un rayonnement plus modéré se développent des espèces comme l'algue *Halopteris scoparia* et quelques dictyotales comme *Dictyota dichotoma* et *Dilophus fasciola*.

Certaines zones ont révélé une présence élevée d'espèces particulières. En effet, *Colpomenia sinuosa* présente des densités élevées dans les fonds rocheux situés dans la baie de

Punta Ciress entre les 5 et 10 mètres de profondeur et dans la zone située dans les bas-fonds rocheux de Punta Lanchones avec la même distribution bathymétrique. D'un autre côté, l'espèce invasive *Asparagopsis armata* a été observée dans de nombreux endroits comme Punta Lanchones, à l'ouest de l'îlot Leïla et à l'est de Punta Leona, au sein de la distribution de cette communauté. L'algue invasive *Caulerpa cylindracea* a été aussi détectée au sein de cette communauté, qui ne semble pas être la plus colonisée par cette espèce du fait que la couverture algale de cette communauté qui rentre en compétition avec l'algue invasive.

Parmi les peuplements animaux de cette communauté, on peut citer la présence d'éponges comme *Ircinia fasciculata*, *Spirastrella sp.*, *Crambe crambe* et *Ircinia spinosula*. Cette dernière, du fait de sa grande valence écologique, colonise des zones plus profondes en fonction des conditions hydrodynamiques. La présence ponctuelle de blocs et anfractuosités à l'intérieur de cette communauté favorisent l'apparition de communautés sciaphiles dans lesquelles le faciès d'*Astroides calycularis* apparaît sur des fonds rocheux modérément ombragé et exposé à l'hydrodynamisme (Fig. 28).



Figure 28 : Présence d'*Astroides calycularis* et *Asparagopsis armata*

GALETS INFRALITTORAUX (GI)

Cette communauté se localise dans les accumulations superficielles de galets et cailloutis de taille différentes et caractéristiques des criques ou zones géomorphologiquement protégées de l'hydrodynamisme. La principale caractéristique de cette communauté est la faible présence de macrophytes, qui ne peuvent pas se fixer sur un sédiment mobile.

La diversité et l'abondance de la faune y sont limitées par les conditions environnementales difficiles. Cependant, cette communauté possède une importance spéciale du fait qu'elle constitue une zone de contact entre le milieu marin et terrestre. Ces fonds se caractérisent par la présence d'une granulométrie composée essentiellement de petits galets, en

partie de type organogène et en partie d'origine minérale par désintégration de la roche littorale.

Dans la zone d'étude, cette communauté est peu représentée à l'ouest de l'îlot Leïla. Elle a été observée à des profondeurs oscillant entre 5 et 15 mètres et est probablement influencée par la gravière située sur la côte escarpée (Fig. 29). Le refuge qu'offre l'îlot de Leïla et Punta Mersa réduit l'influence de l'hydrodynamisme et fait que cette communauté est hautement représentée par des algues calcaires encroutantes comme *Peyssonelia sp.* avec des assemblages de *Colpomenia sinuosa* et quelques dictyotales. Quand il y a une certaine stabilité, la faune associée est composée de mollusques comme *Octopus vulgaris* ou *Monodonta turbinata*, des échinodermes comme *Asterina gibbosa* et de quelques espèces de poissons.

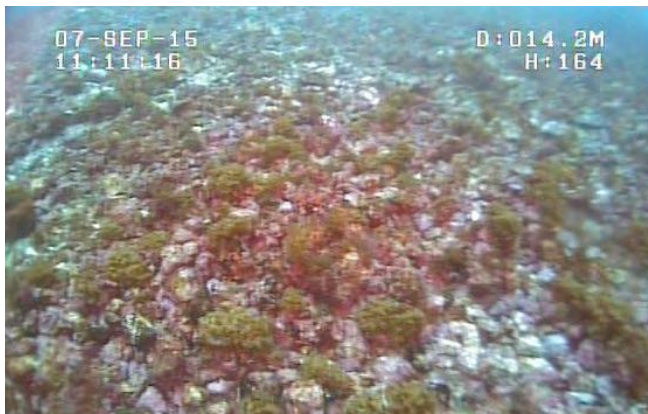


Figure 29 : Galets infralittoraux

3.2.2.2. Etage circalittoral

FONDS DETRITIQUES COTIERS (FDC)

Il s'agit d'une communauté représentée dans la zone d'étude le long des fonds circalittoraux. Ces communautés sont basées sur des restes biogéniques issus de la destruction d'organismes (algues calcaires et squelettes calcaires d'échinodermes, mollusques et bryozoaires) et une fraction sablo-vaseuse qui remplit les interstices (Fig. 30).

Cette communauté se caractérise par une diversité et abondance d'organismes élevées. Elle peut montrer de nombreux faciès, comme par exemple le faciès des algues rouges calcaires (*Phymatholiton calcareum* et *Lithothamnion corallioides*), dans des zones avec des courants de fond relativement intenses et constants, et le faciès de laminaires.

Dans la zone d'étude, cette communauté est présente dans la zone la plus profonde de la baie de Punta Ciress, où elle forme une frange entre 30 et 40 mètres de profondeur. Elle est aussi présente à l'extrémité orientale de la zone prospectée, dans la baie de Belyounech, entre 30 et 40 m de profondeur, où ont été observés des hydrozoaires fixés sur des fragments du substrat.

La communauté des fonds détritiques côtiers possède une composition spécifique caractéristique avec la dominance de quelques algues et échinodermes. Parmi les algues, en plus de celles mentionnées antérieurement, on rencontre *Cryptonemia tunaeformis* et *Lithothamnion fruticosum*. Parmi les échinodermes, il existe diverses étoiles de mer comme *Anseropoda placenta*, *Astropecten spp.*, *Chaetaster longipes* ou *Echinaster sepositus* et des ophiures comme *Ophioderma longicaudum*. En plus, on peut rencontrer différentes espèces d'hydrozoaires, anthozoaires, décapodes, bryozoaires et ascidies.



Figure 30 : Fonds détritiques côtiers

ALGUES PHOTOPHILES PROFONDES SANS PREDOMINANCE DE LAMINAIRES SUR DES FONDS BIODÉTRITIQUES (AFFB)

Cette communauté montre une certaine continuité entre Punta Mersa et l'ouest de l'Îlot Leila entre 20 et 30 mètres de profondeur, en alternance avec des fonds détritiques (avec des rhodolites ponctuellement), des affleurements rocheux de petites dimensions et une couverture algale où prédomine les algues

ochrophytes comme *Halopteris* sp. et chlorophycées comme *Briopsis plumosa*, propres de l'infra-littoral et au circo-littoral supérieur (Fig. 31). L'algue *Caulerpa cylindracea* montre une couverture très abondante tout au long de la distribution de cette communauté, en raison de la faible compétition qu'exerce la couverture algale de cette communauté face à la capacité invasive de *Caulerpa cylindracea* au niveau de ces fonds.



Figure 31 : Algues photophiles profondes sans prédominance de laminaires sur fonds détritiques

ALGUES DE PROFONDEUR AVEC PREDOMINANCE DE LAMINAIRES SUR FONDS BIODÉTRITIQUES (APLFB)

Cette communauté se présente sur des fonds biodétritiques de manière adjacente à la communauté définie antérieurement et se distribue entre 30 et 40 mètres de profondeur. Leurs caractéristiques sont similaires quant à la composition spécifique mais se dégagent par l'abondance de la laminaire de grande taille *Laminaria ochroleuca* (Fig. 32). C'est une algue commune de l'infra-littoral et du circo-littoral qui s'attache au substrat par

un crampon et apparaît principalement sur fond rocheux. La présence de cette algue sur des restes calcaires est la caractéristique la plus remarquable de cette communauté. Indépendamment du substrat auquel elle s'associe, c'est une algue qui requiert un hydrodynamisme modéré.

A l'instar de la communauté précédente, l'espèce *Caulerpa cylindracea* présente une large couverture à l'intérieur de cette communauté mais sa limite de distribution inférieure dans ce cas est l'isobathe de 40 mètres de profondeur.



Figure 32 : Algues profondes avec dominance de laminaires sur fonds biodétritiques

COMMUNAUTE DE MAËRL (CM)

Les fonds de "maërl" sont constitués de peuplements très denses d'algues calcaires sciaphiles, qui se développent sur des fonds de sables grossiers, graviers et sables coquillers, avec des courants modérés mais suffisants pour éliminer le sédiment fin (Fig. 33). Parmi les algues qui forment ces concrétions il y a *Lithothamnion sp.*, *Mesophyllum sp.*

En fonction de la transparence de l'eau, cette communauté peut se rencontrer en Méditerranée à des profondeurs comprises entre 15 et 50 m. Généralement, elle se trouve en face des caps, où les courants sont adéquats. Les groupes les mieux représentés sont les algues

et les crustacés, auxquels s'ajoutent les mollusques, polychètes, sipunculidés, échinodermes, cnidaires, ascidies, bryozoaires et éponges. Plusieurs de ces espèces sont typiques de la communauté du coralligène, d'autres sont caractéristiques des communautés de substrat meuble à proximité, comme celles des fonds détritiques côtiers ou des fonds de galets, et d'autres espèces sont propres des zones de courants indépendamment du type du substrat.

Dans la zone d'étude, cette communauté a été observée au niveau des isobathes comprises entre 30 et 40 mètres de profondeur situés au nord de Punta Ciress et dans la frange comprise entre Punta Mersa et l'ouest de l'îlot Leïla.

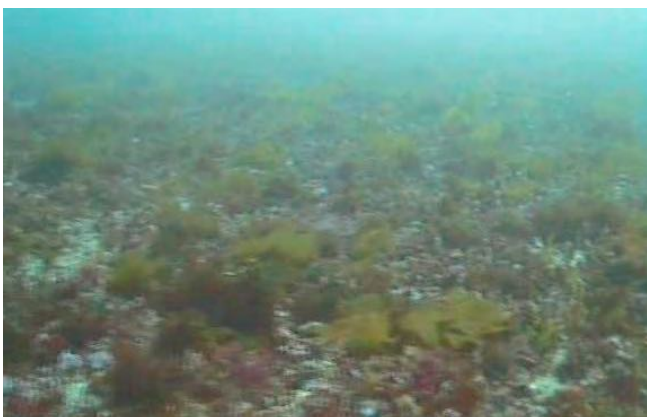


Figure 33 : Communauté des fonds de maërl

ALGUES SCIAPHILES EN MODE CALME OU PRECORALLIGÈNE AVEC PREDOMINANCE D'*Eunicella sp.* (ASMC)

Parmi les peuplements biologiques qui colonisent la roche circalittorale, diverses communautés se distinguent en fonction de la nature du substrat et les peuplements associés. Cette communauté se caractérise par la prédominance d'algues non calcifiées par rapport aux algues calcaires et encroutantes du coralligène proprement dit (Fig. 34). Elle peut être considérée comme une transition entre les communautés infralittorales et circalittorales. Les fonds durs circalittoraux sont plus abondants et de distribution hétérogène dans la zone d'étude, en raison de la variabilité du substrat en termes d'inclinaison.

Pour le développement des algues sciaphiles qui dominent la communauté, un niveau minimum d'éclairement est nécessaire. Parmi les algues, les espèces *Peyssonnelia squamaria*, *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata*, *Halopteris filicina*, *Codium bursa*, *C. vermilara* et *Mesophyllum alternans* sont les plus caractéristiques.

La diversité animale est très élevée dans ce type de communauté. Parmi les groupes les plus abondants, il y a les éponges comme *Axinella sp.*, *Condrosia reniformis*, *Cliona sp.*, *Crambe crambe*, *Ircinia sp.*, les gorgones comme *Eunicella sp.*, les cnidaires comme *Aglaophenia sp.* et les bryozoaires comme *Miriapora truncata*. Parmi la faune mobile, les polychètes, l'échiurien *Bonellia viridis* et diverses holothuries sont abondants.

Cette communauté est bien représentée dans la zone d'étude, au niveau de tous les fonds rocheux de Punta Ciress, Punta Lanchones, Punta Cruces, Punta El Mersa, l'îlot Leïla et toutes les falaises de Punta Leona, entre 15 et 30 mètres de profondeur. La communauté est présente dans la frange comprise entre 15 à 20 mètres de profondeur, dans des zones obscures en raison de la géomorphologie de la zone et représente la transition entre la communauté des algues photophiles infralittorales et le précoraligène. *Eunicella sp.* est l'espèce qui caractérise cette communauté et matérialise la transition susmentionnée. Sur les falaises situées à l'ouest de Punta Leona, cette communauté a été observée à des profondeurs qui atteignent quasi les 40 mètres.



Figure 34 : Algues sciaphiles en mode calme ou précoraligène avec dominance d'*Eunicella sp.*

ALGUES SCIAPHILES CIRCALITTORALES DE MODE CALME OU CORALLIGÈNE AVEC DOMINANCE DE *Paramuricea clavata*

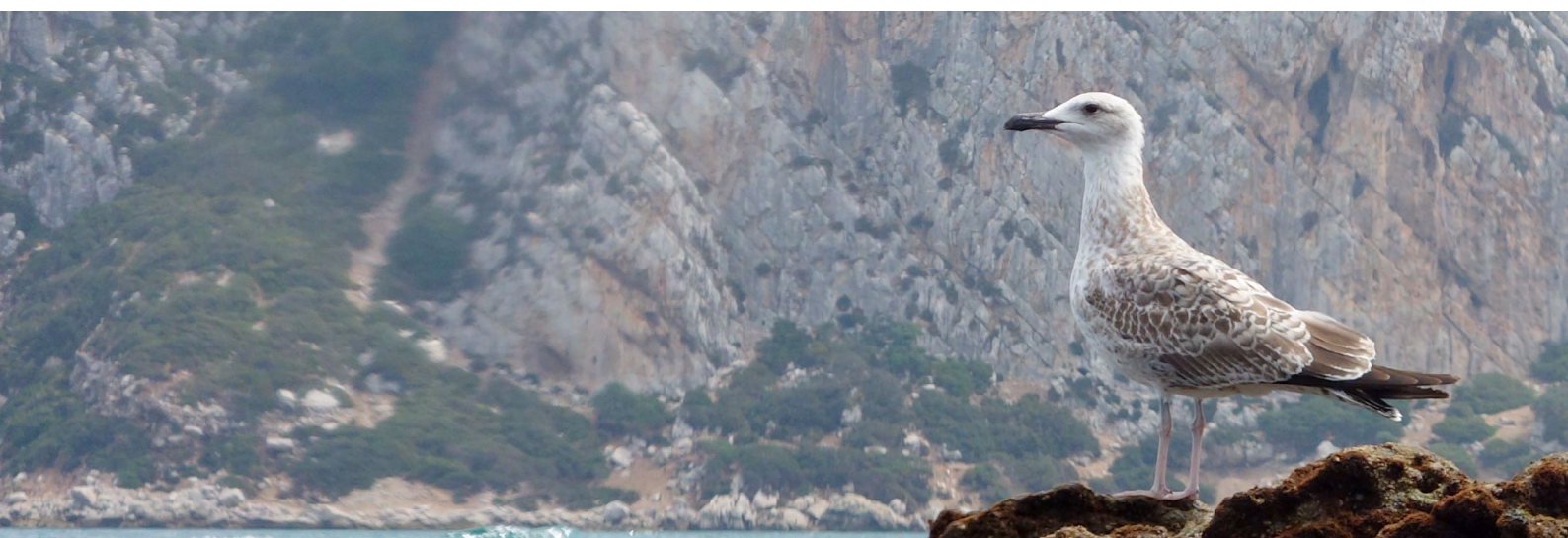
Cette communauté est l'une des plus complexes et des plus diversifiées dans la zone d'étude. Elle est composée essentiellement par les algues calcaires corallinacées *Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum frondosum* et *Neogoniolithon mamillosum* et les Squamariaceae *Peyssonnelia spp.* (Fig. 35). Ces algues sciaphiles sont limitées à la surface par leur faible tolérance à la lumière en profondeur parce qu'elles nécessitent un éclaircissement minimum pour réaliser la photosynthèse. La croissance hétérogène des différentes algues génère des petits canaux, creusement et des irrégularités qui donnent à la concrétion sa forme caractéristique.

Cette communauté peut aussi héberger, entre autres, quelques algues chlorophycées comme *Valonia sp.*, des ochrophytes comme *Dictyota Dichotoma* ou *Halopteris filicina* et de nombreuses rhodophycées comme *Peyssonnelia sp.* ou *Sphaerococcus coronopifolius*. Il existe d'autres espèces qui participent dans la structure de cette communauté comme des invertébrés avec un squelette calcaire (foraminifères, éponges, coraux, polychètes serpulidés et mollusques), parmi lesquels on distingue les bryozoaires comme *Myriapora truncata* ou *Pentapora fascialis*.

Les éponges y sont très communes et abondantes. Parmi les espèces caractéristiques il y a *Axinella damicornis*, *Acanthella acuta* ou *Haliclona mediterranea*. Parmi les cnidaires, les plus caractéristiques sont les hydrozoaires comme *Aglaophenia spp.*, les zoanthaires *Parazoanthus axinellae*, les gorgones comme *Eunicella sp.*, *Leptogorgia sp.* et *Paramuricea clavata*. Cette dernière est l'espèce qui caractérise la communauté décrite et montre par endroits des densités élevées.

Le long de la zone d'étude, cette communauté est largement représentée. Elle a été observée sur tous les fonds rocheux de Punta Ciress, Punta Lanchones, Punta Cruces, Punta El Mersa, Ilot Leïla et toutes les falaises de Punta Leona, entre les 30 et les 40 mètres de profondeur. Dans certaines zones où la prospection moyennant le ROV a atteint les alentours de 50 m, cette communauté montre un développement remarquable.

Les substrats sur lesquels se forme cette communauté sont toujours de type primaire. Il s'agit de niveau le plus profond de la roche littorale, dans la plus part des cas, et, des affleurements rocheux dans un environnement dominé par les fonds détritiques, dans d'autres cas ponctuels. Ce dernier cas apparaît de forme localisé dans les zones plus profondes de Punta Ciress, aux alentours des 40 mètres, où des affleurements rocheux en forme de barres apparaissent avec des peuplements peu développés de cette communauté.



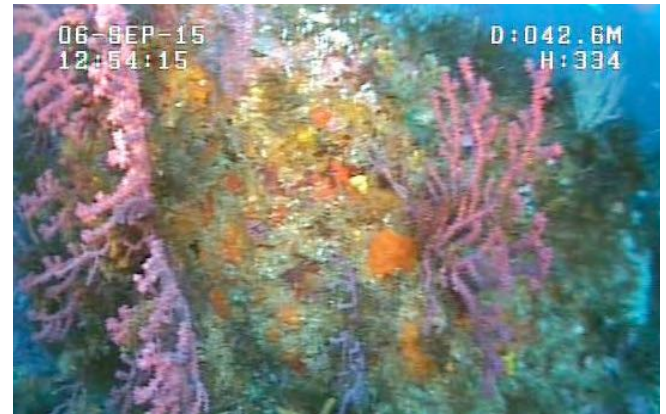


Figure 35 : Algues sciaphiles circalittorales de mode calme ou coralligène avec dominance de *Paramuricea clavata*

GROTTES ET SURPLOMBES

Il s'agit de grottes peu profondes et surplombs circalittoraux. Dans ces communautés, les conditions de la lumière et des courants font que les algues molles disparaissent ; ce qui favorise le développement d'algues calcaires encroutantes et l'implantation d'organismes suspensivores. Ces endroits ont été peu prospectés par crainte de perdre le ROV. Dans

la zone d'étude, ces milieux ont été observés dans la zone est de Punta Ciress et au-dessous de l'Îlot Leïla entre les 35 et 40 mètres. Les espèces présentes dans cet environnement sont des algues sciaphiles comme *Lithophyllum* sp. et *Peyssonnelia* sp., même si des antozoaires comme *Parazoanthus axinellae* y ont été observés, associés à des éponges comme *Ircinia* sp., entre autres (Fig. 36).

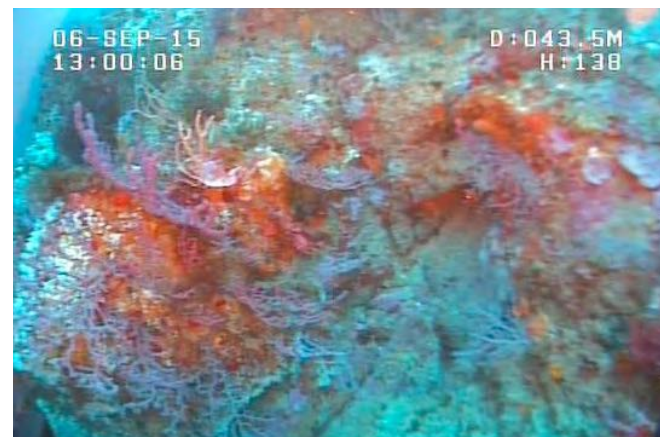
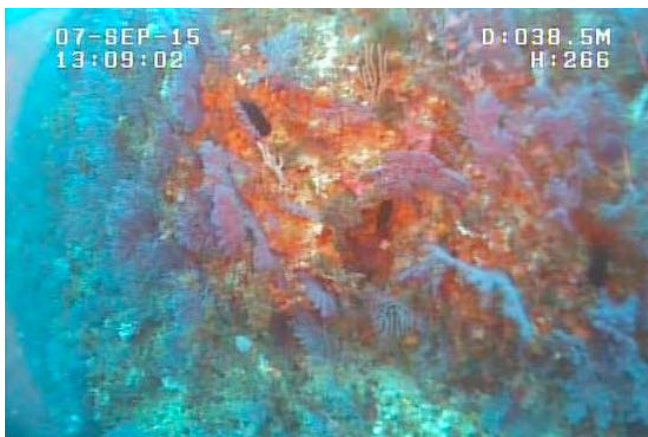
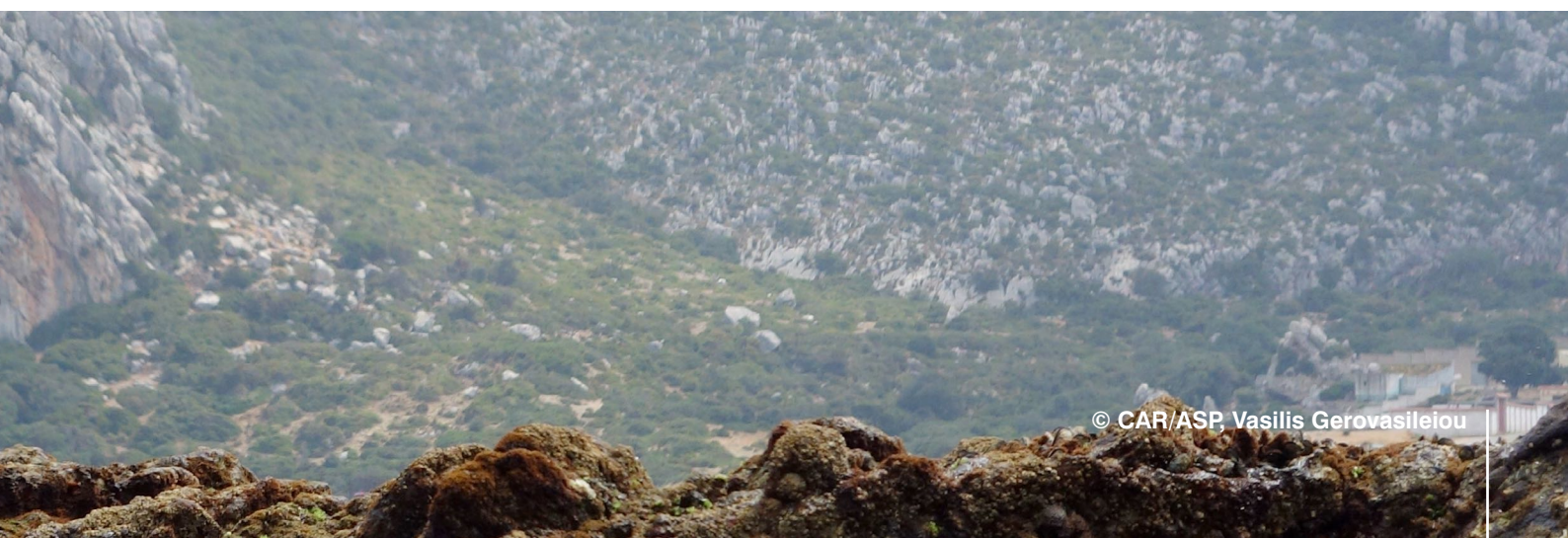


Figure 36 : Grottes et surplombs



3.2.2.3. Détection de l'algue *Caulerpa cylindracea*

L'analyse de la situation actuelle des espèces invasives dans la zone d'étude ne fait pas partie des objectifs de la présente consultation. Toutefois, devant les observations issues de la visualisation des vidéos réalisées dans la zone d'étude, il a été décidé d'aborder ce thème dans ce rapport.

Il s'agit concrètement d'une présence plus ou moins importante de l'algue *Caulerpa cylindracea* dans tous les milieux de la zone d'étude. Cette algue originaire de la mer rouge a été détectée en Méditerranée orientale depuis le milieu du XX^{ème} siècle en raison de son introduction par le Canal de Suez.

La présence de *Caulerpa cylindracea* a été mise en évidence, avec un taux de recouvrement différentiel, dans le total des 22 stations prospectées entre Punta Lanchones et l'îlot de Perejil, du fait de la prédominance de pentes moins accentuées

dans ce secteur (Fig. 37). A l'est de la zone d'étude, elle a été rencontrée dans le transect T16 au niveau de toutes les stations de prospection, à toutes les profondeurs jusqu'à 40 mètres de profondeur. Au nord-est de la baie d'Oued El Mersa, elle se présente sous forme d'un tapis qui couvre la totalité du substrat à des profondeurs comprises entre 10 et 30 mètres.

La présence de *Caulerpa cylindracea* a été représentée sur la carte des communautés marines et a été incorporée dans les fichiers 'Shape' pour pouvoir être traitée dans un système d'information géographique.

L'espèce *Asparagopsis armata* a été elle aussi observée à divers endroits, tout au long de la bande marine de la zone d'étude avec une distribution bathymétrique plus limitée ne dépassant pas les 20 mètres. Cette espèce a été rencontrée aux alentours de Punta Ciress et de Punta Lanchones jusqu'à Punta Leona. Elle a été elle aussi reportée dans les cartes et les couches 'Shape' du SIG.

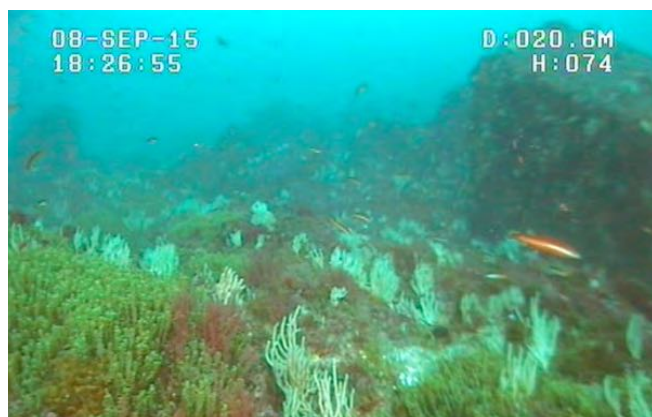


Figure 37 : Tapis de *Caulerpa cylindracea* au niveau du transect T4

4. Conclusions

L'objectif principal de ce travail était la réalisation d'une cartographie bionomique sur laquelle on peut identifier et localiser les éléments singuliers du fond, ainsi que les communautés et habitats présents dans la zone d'étude. Pour cela nous avons adopté le système de classification de Calvín-Calvo (2000), auxquelles des communautés caractéristiques de la zone d'étude ont été ajoutées et ce pour souligner la prédominance de certaines espèces.

La typologie de la majeure partie marine de la zone d'étude, où domine la côte rocheuse et les falaises par rapport aux fonds sableux, fait que les communautés associées aux fonds durs sont les plus abondantes dans les premiers mètres de profondeur. La

communauté des algues photophiles infralittorales en mode calme occupe le majeure partie de la superficie de la zone d'étude et se distribue de manière générale jusqu'à 20 mètres de profondeur. Ces communautés présentent un patron de distribution très hétérogène, avec, par exemple, des zones peu profondes où affleurent des communautés propres des zones plus profondes.

Il convient de mentionner aussi les fonds durs circalittoraux, très abondants et de distribution homogène le long de la zone d'étude. La communauté du précoraligène et celle du coralligène sont très importantes dans la zone d'étude. La majeure partie de ces fonds se situe le long des zones à falaises ; Bien que dans les criques avec fonds meubles comme la baie de Ciress, on trouve des affleurements rocheux d'extension considérable qui sont peuplés par ce type de communauté sciaphile.

La présence de *Zostera marina* dans la zone est un aspect à souligner puisqu'il s'agit d'une espèce protégée par plusieurs traités internationaux comme la convention de Barcelone et celle de Berne. Dans la zone d'étude, des herbiers en bon état de conservation y ont été identifiés, auxquels s'ajoutent des zones avec des mattes dispersées et d'autres avec des mattes mortes.

Quant à la méthodologie, il convient de noter que les prospections basées sur les prises vidéo à l'aide de ROV ou de la technique de la vidéo remorquée devraient être complétées par d'autres techniques de cartographie, comme le sonar à balayage latéral, la bathymétrie de précision, des analyses granulométriques et des prospections en plongée à des endroits bien déterminés pour la prise d'échantillons.

Enfin, au niveau de l'îlot Leïla et son entourage, nous n'avons pas pu réaliser une prospection exhaustive des fonds. Toutefois, on a pu prendre des photos dans deux stations proches de l'îlot à 10 et 40 mètres, et nous avons aussi utilisé l'information qui a été mise à notre disposition par l'équipe scientifique du Laboratoire de Biologie Marine de l'Université de Séville.

En conclusion, il est important de mettre l'accent sur les bonnes conditions écologiques que présentent les fonds marins étudiés dans la zone marine comprise entre Belyounech et Punta Ciress, et de souligner la faible densité de grandes espèces de poissons benthiques, probablement en raison de l'important effort de pêche auquel est soumise la zone, vu les nombreux restes d'engins de pêche qui ont été observés sur les fonds.





PARTIE IV : PROGRAMMES DE SUIVI DES HABITATS CLES DANS LA PARTIE MARINE DE JBEL MOUSSA

1. Introduction

Le présent travail est réalisé dans le cadre du projet 'MedKeyHabitats' financé par le CAR/ASP. Dans le contexte de ce projet, on se propose d'identifier et de cartographier les sites d'intérêt pour la conservation en Méditerranée en vue de renforcer le réseau des Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne, comme prescrit par la convention de Barcelone. Dans ce sens, le projet vise à améliorer les connaissances sur les habitats clés comme les herbiers de phanérogames marines, la communauté de coralligène ou les habitats obscures comme les grottes sous-marines.

La Méditerranée est un 'point chaud' de la biodiversité marine à l'échelle mondiale, puisqu'elle abrite plus de 2 % d'espèces marines de la planète (Coll et al. 2010, Giakoumi et al. 2012) et un taux élevé d'endémisme (Briggs 2007). Cependant, ses écosystèmes côtiers ont été modifiés par un grand nombre de facteurs, telles que la destruction des habitats, l'eutrophisation, la pollution, les espèces invasives ou la surexploitation des ressources (EEA 2010). En outre, plusieurs de ces impacts ont été amplifiés par le changement climatique, principalement le réchauffement des masses d'eau et l'élévation du niveau de la mer (Hoegh-Guldberg & Bruno 2010, Philippart et al. 2011).

Ces phénomènes se produisent à des vitesses significatives (Lejeusne et al. 2010). Par conséquent, les habitats côtiers clés sont entrain de disparaître de 2 à 10 fois plus vite que les forêts tropicales (Lotze et al. 2006), ce qui provoque une érosion très forte de la biodiversité marine.

En Méditerranée, le détroit du Gibraltar constitue une zone biogéographique où se chevauchent la faune de Méditerranée et celle de l'Atlantique. Il s'agit d'une région géographique et géologique très importante qui marque les limites entre les régions méditerranéenne, lusitanienne et mauritanienne. La convergence de ces trois provinces biogéographiques distinctes lui confère une grande singularité et une diversité très élevée. De ce fait, le détroit de Gibraltar a été identifié en tant qu'habitat remarquable pour de nombreuses espèces menacées (Coll et al. 2010).

Le littoral marocain du détroit de Gibraltar reste, de manière générale, peu étudié. Les prospections menées dans le cadre du projet « inventaire et caractérisation des habitats les plus importants et ceux qui pourraient être considérés comme des

monuments naturels », exécuté par le CAR/ASP en 2014, a révélé que les communautés dans la région comprise entre la baie de Belyounech et Punta Ciress présentaient une diversité élevée et un bon état de conservation, avec une présence d'habitats clés comme les phanérogames marines et le coralligène. Aussi, de nombreuses espèces menacées et/ou protégées y ont été recensées telles que *Patella ferruginea*, *Corallium rubrum* ou *Astroides calycularis* qui soulignent le grand intérêt de la zone pour la conservation.

L'objectif principal du présent travail était l'installation d'une série de points fixes de suivi à long terme des habitats les plus importants dans la zone d'étude, en l'occurrence les herbiers de phanérogames et le coralligène.

Parmi les espèces observées en 2014, il y a le corail rouge (*Corallium rubrum*). C'est une espèce qui présente un intérêt de pêche de par son utilisation en bijouterie, raison pour laquelle de nombreuses populations ont été surexploitées historiquement en Méditerranée. Ceci a provoqué une réduction importante de l'aire de distribution de l'espèce qui est devenue confinée à des zones plus profondes à partir des 50 mètres (Moreno 2008). Elle est endémique de la Méditerranée et des régions proches de l'Atlantique (Zibrowius et al. 1984), où elle forme des tâches monospécifiques dans la communauté du coralligène (Bramanti et al. 2014). Dans le détroit du Gibraltar, l'espèce est présente à Punta Europa à Gibraltar (Soriano & Masso 2001) et dans la zone de Benzú à Sebta (Zibrowius et al. 1984; López-González, 1993), mais on ignore la distribution et l'état de conservation des populations au niveau du littoral marocain du détroit de Gibraltar.

L'étude de sa structure de population, en termes de distribution de tailles, est un outil très utile pour évaluer la réponse des populations du corail rouge à l'environnement (Bak & Meesters 1998) et au changement climatique (Bak & Meesters 1999). L'absence de données sur son état de conservation et de son évolution temporelle a fait que l'espèce n'a pas été inscrite aux annexes de la convention CITES. En outre, Bramanti et al. (2014) ont indiqué que les données démographiques comparatives, comme celles envisagées dans la présente étude, sont fondamentales pour établir des plans de gestion et de conservation qui permettent une exploitation durable de cette espèce en Méditerranée. D'autre part, il s'agit d'une espèce très utile pour le suivi et de surveillance du changement climatique (Bramanti et al. 2013).

2. Méthodologie

2.1. Suivi des herbiers de phanérogames marines

L'étude et le suivi des herbiers de phanérogames marines ont été basés sur la méthodologie de prise de photos au niveau de points fixes et constants dans le temps, auxquels s'ajoutent un prélèvement des sédiments et comptage/mesure des faisceaux et des feuilles *in situ*.

Fixation des quadrats de suivi

L'unité d'échantillonnage est une surface de 1x1 m² définie par un quadrat en PVC. Celui-ci a été fixé sur le substrat en utilisant à chaque coin quatre piquets métalliques de 50 cm de longueur (Fig. 38).

Ainsi, on obtient une structure formée par les 4 piquets qui définissent la zone à photographier lors des prospections ultérieures, sans la nécessité d'avoir le quadrat sur le fond de manière permanente mais uniquement au moment des prospections (Fig. 39). Ceci permettra d'établir un suivi détaillé au cours du temps, comme le montre la figure 40 pour les différents quadrats prospectés en 2007 et 2008 sur les côtes andalouses.

Au niveau de chaque herbier de la zone d'étude, deux points de suivi ont été définis :

- Un point à l'intérieur de l'herbier, où la couverture végétale à l'intérieur du quadrat d'échantillonnage est proche de 100 %.
- Un point à la limite de l'herbier avec le substrat sans végétation, où la couverture végétale à l'intérieur du quadrat d'échantillonnage est inférieure à 100 %.

A chaque point de suivi, cinq quadrats (réplicats) ont été réalisés comme décrits antérieurement (Fig. 41).



Figure 38 : Méthodologie de fixation des quadrats de suivi dans les herbiers de phanérogames marines

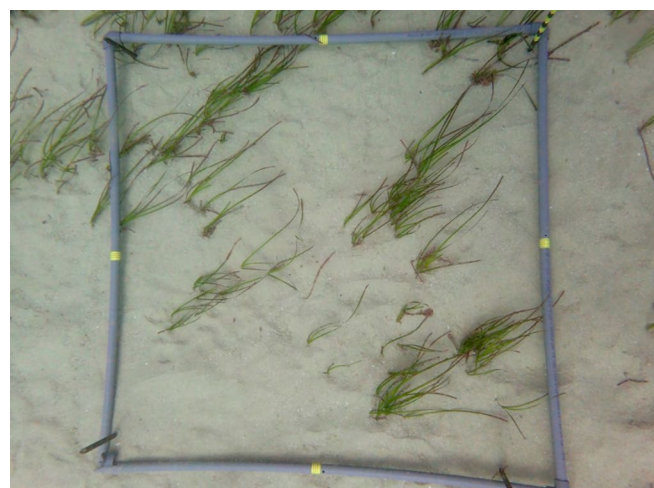


Figure 39 : Comparaison des images prises à chaque moment permettra d'évaluer l'évolution de l'herbier au niveau des points prospectés.

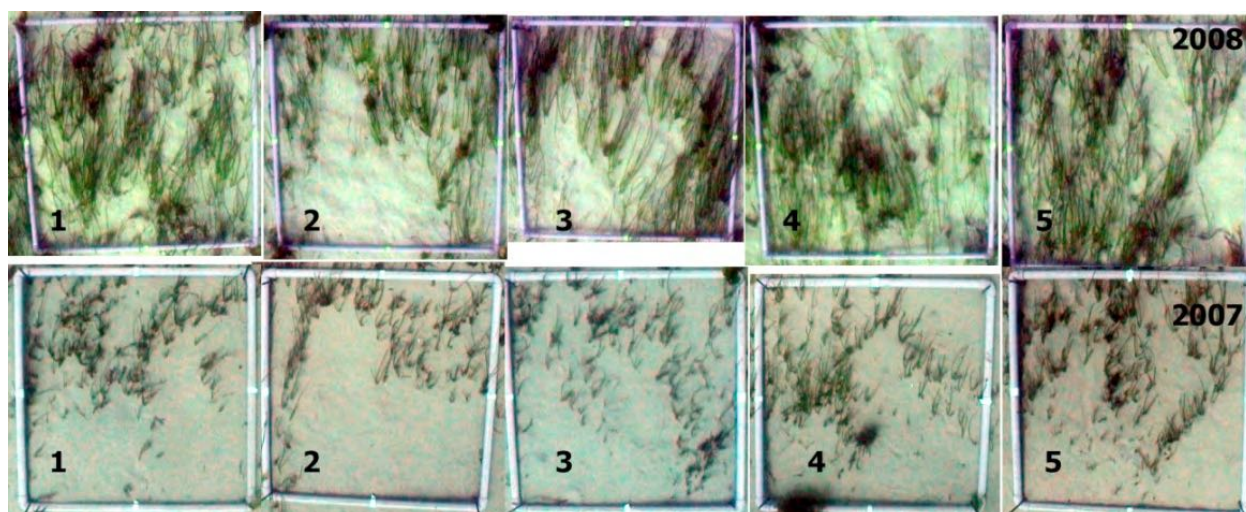


Figure 40 : Suivi temporel de cinq quadrats fixes en 2007 et 2008 sur le littoral d'Andalousie (Espagne)

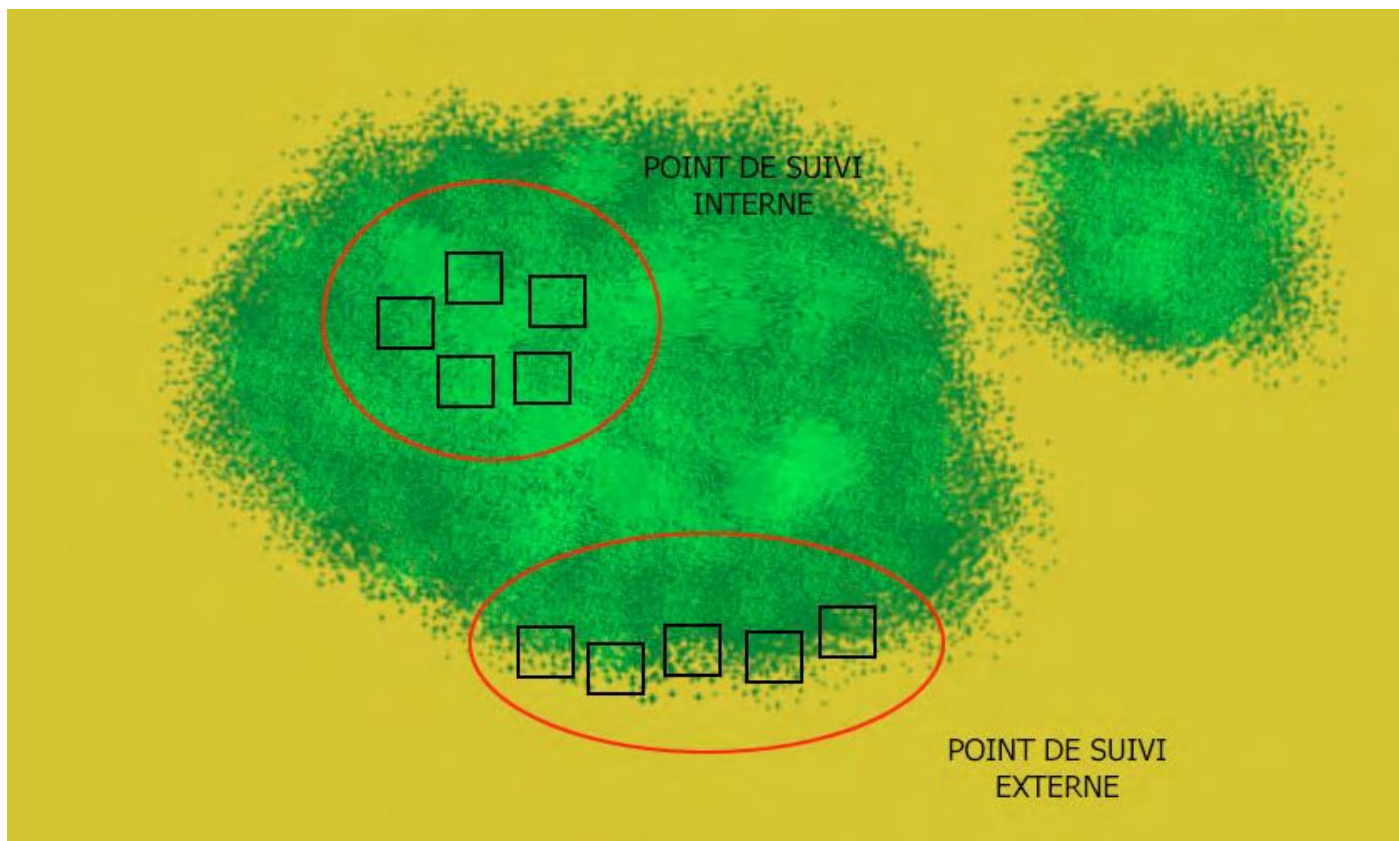


Figure 41 : Emplacement des quadrats de suivi au niveau de chaque herbier

Photographie des quadrats

Les quadrats seront photographiés à partir d'une hauteur permettant une prise globale du quadrat, dans la limite du possible sous un angle adéquat pour éviter des photographies

avec des perspectives irrégulières. Cependant, dans de nombreux cas, les photos obtenues ne sont pas toujours orthogonales (Fig. 42) et un ajustement par ordinateur est nécessaire au moment de l'évaluation de la couverture, comme indiqué ci-après.



Figure 42 : Prise des photographies des quadrats de suivi

Analyse des photographies

1) Les images photographiques de chaque quadrat et une grille subdivisée en 64 unités (Fig. 43) sont superposées à l'aide d'un logiciel. Etant donné que tant la photographie que la grille forment deux couches différentes de la même

image, on peut travailler de forme indépendante sur chacune d'elles.

2) Superposition des deux couches de l'image et ajustement de la taille de la grille à celle de l'image, en utilisant l'outil d'échelle sur la couche de la grille (Fig. 44).

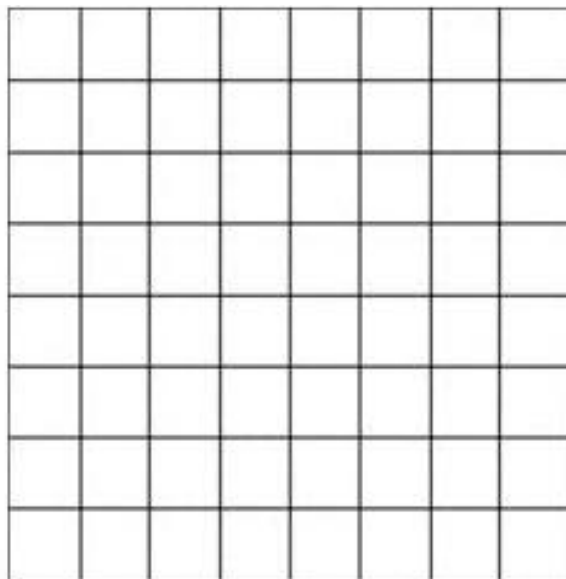
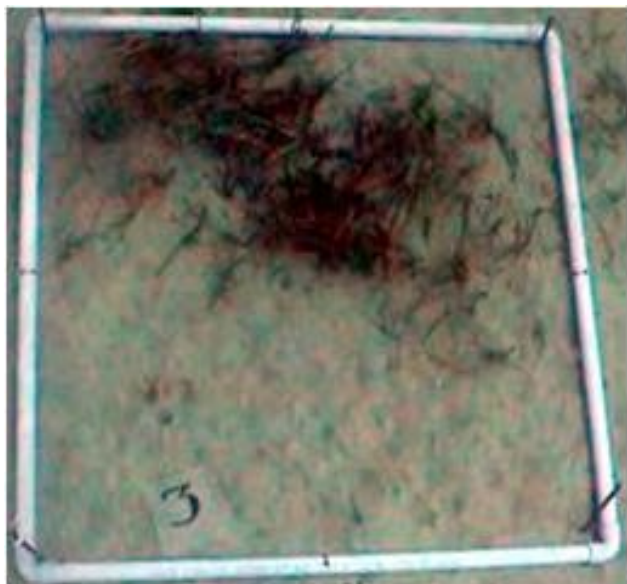


Figure 43 : A gauche, on observe la photographie réalisée sur un des quadrats de suivi. A la droite, la grille qui se superpose à la photographie pour déterminer la couverture végétale

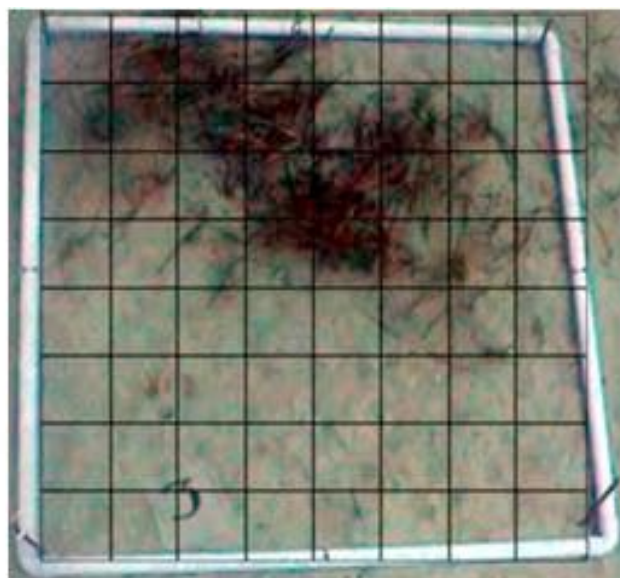
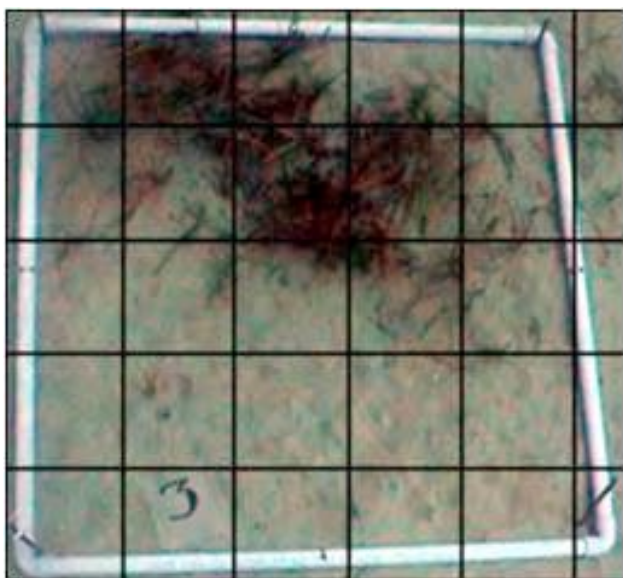


Figure 44 : A gauche, on observe la grille superposée sur la photographie. A droite, l'échelle de la grille a été ajustée à la photographie.

3) Ajustement du périmètre de la grille à celui de la photographie, en respectant les proportions. Ceci est réalisé à l'aide de l'outil 'distorsion' sur la couche de la grille. Les deux exemples qui suivent illustrent comment l'ajustement

du périmètre avec cet outil respecte la perspective et les proportions de chaque quadrat, le rendant proportionnel dans l'espace qu'il délimite sur la photographie et donnant à chaque sub-quadrat son espace réel (Fig. 45).

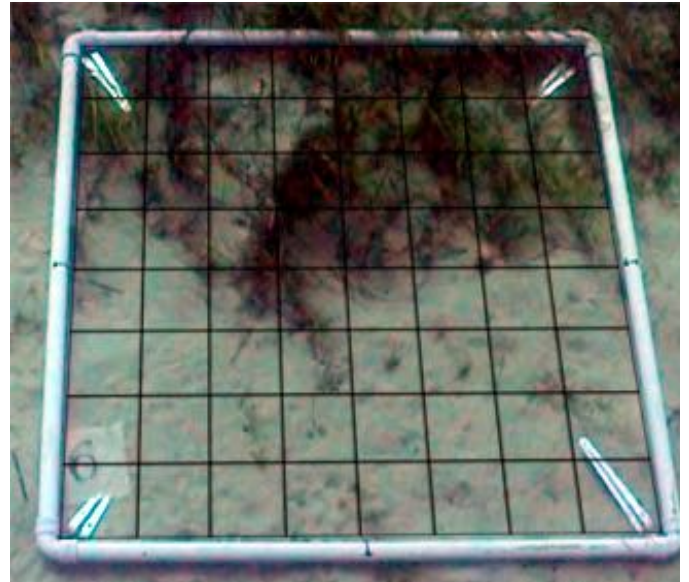
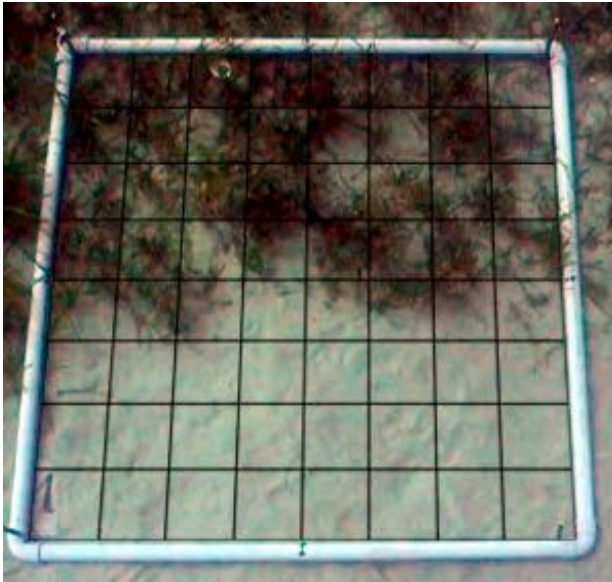


Figure 45 : La grille reste ajustée au périmètre du quadrat en respectant les proportions, tant sur une photographie orthogonale (à gauche) que sur une autre prise avec une certaine inclinaison (à droite)

4) On compte le numéro des sub-quadrats sur le total dans lesquels la phanérogame est présente. Cela permettra de faire une estimation en pourcentage de la couverture (Fig. 46). Les données de couverture ont été comparées entre les deux zones établies au niveau de chaque herbier et ensuite entre herbiers en utilisant un test ANOVA.

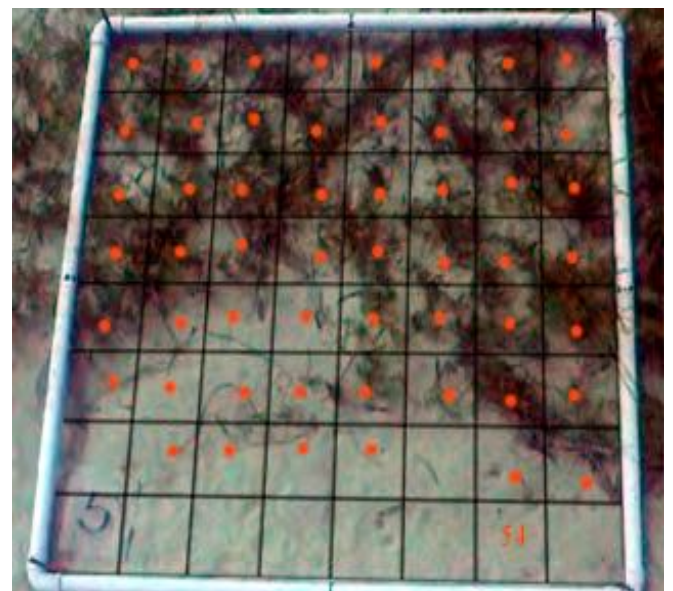


Figure 46 : Calcul de la couverture après traitement des images

Comptage et mesure des faisceaux et feuilles

Pour chaque point de suivi, les données obtenues par l'analyse des images sont complétées par un comptage et mesure des faisceaux et feuilles de l'herbier (Fig. 47). Dans les zones voisines des quadrats installés pour le suivi temporel cinq mesures sont réalisées :

- Pour chaque mesure, on utilise un quadrat de 20x20 cm², à l'intérieur duquel sont comptés le nombre des faisceaux et le nombre de feuilles qui composent chaque faisceau.
- Chaque mesure a été réalisée en lançant le quadrat de manière aléatoire dans la zone à proximité du point du suivi.



Figure 47 : Mesure des faisceaux et feuilles en utilisant un quadrat de 20 x 20 cm.

Echantillonnage du sédiment

Cinq échantillons de sédiment sont prélevés au niveau de chaque point de suivi, pour une analyse postérieure de la faune associée, ainsi que pour évaluer ses paramètres de granulométrie et son taux en matière organique.

De la même manière que pour le comptage des faisceaux et feuilles, les échantillons sont prélevés de manière aléatoire

dans les zones à proximité des quadrats installés (mais jamais à l'intérieur des quadrats du suivi). Les échantillons sont obtenus à l'aide de carottiers en tube PVC (Fig. 48).

En définitif, le schéma suivant illustre la globalité des travaux réalisés au niveau de chaque herbier de phanérogame échantillonné (Fig. 49).



Figure 48 : Prélèvement des échantillons à l'aide d'un carottier en PVC

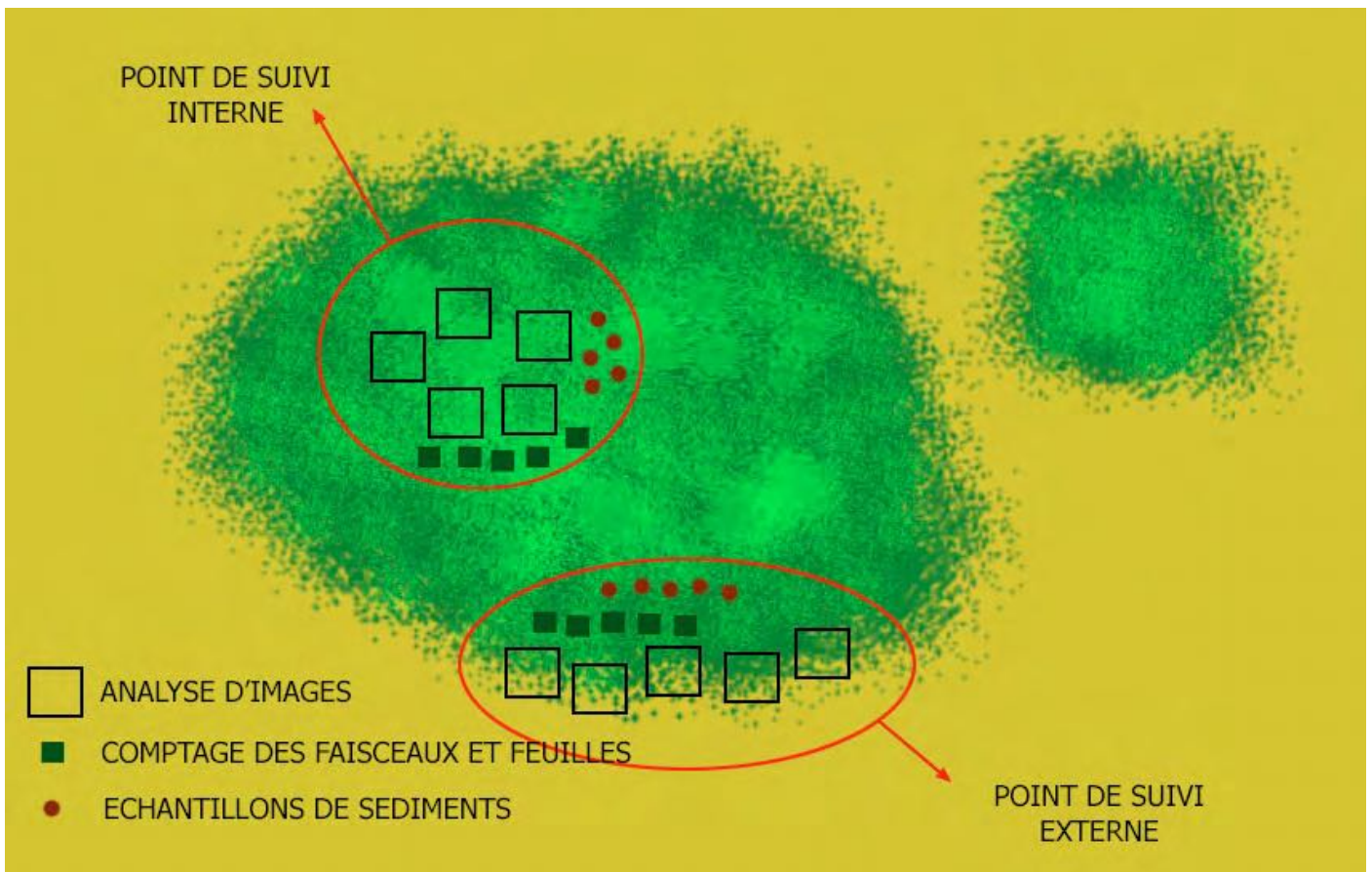


Figure 49 : Résumé de la méthodologie employée pour l'échantillonnage et les prises de photographies au niveau des herbiers étudiés

2.2. Suivi des communautés de coralligène

Pour l'étude et le suivi des communautés et espèces du coralligène, des structures ont été fixées de manière permanente pour permettre de marquer la position du lieu d'installation des quadrats de suivi. Ces derniers peuvent être photographiés au cours du temps pour établir un système de suivi. Les structures permanentes sont fixées au substrat

en utilisant un système de perforation manuelle pour ouvrir des trous dans la roche (Fig. 50). Une fois réalisées, une pièce métallique en forme de T inversée est introduite et reste fermement fixée grâce à un cône d'expansion (Fig. 51). Sur cette pièce métallique, qui reste fixée en permanence sur la roche, sont placés quatre quadrats de PVC de 1x1 m au moment de la prise de la photographie des communautés qui font l'objet de suivi (Fig. 52).

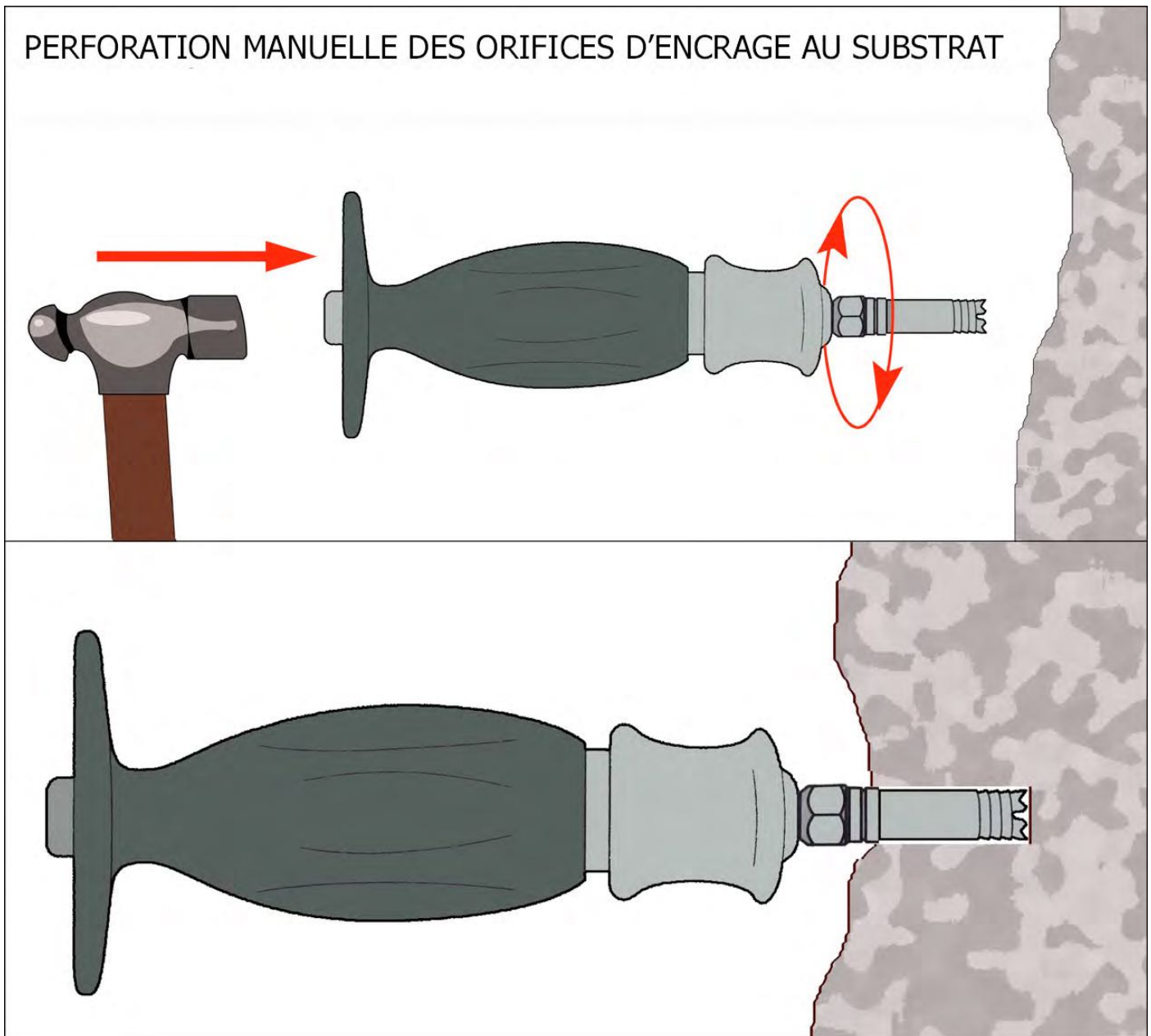


Figure 50 : Méthode de perforation manuelle de la roche

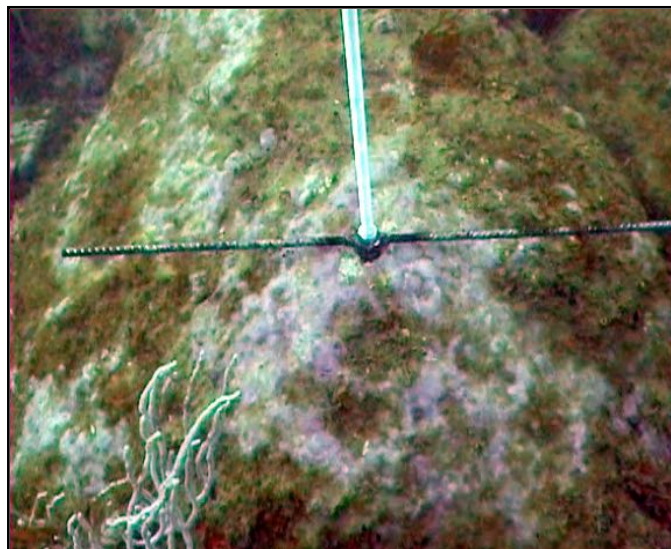
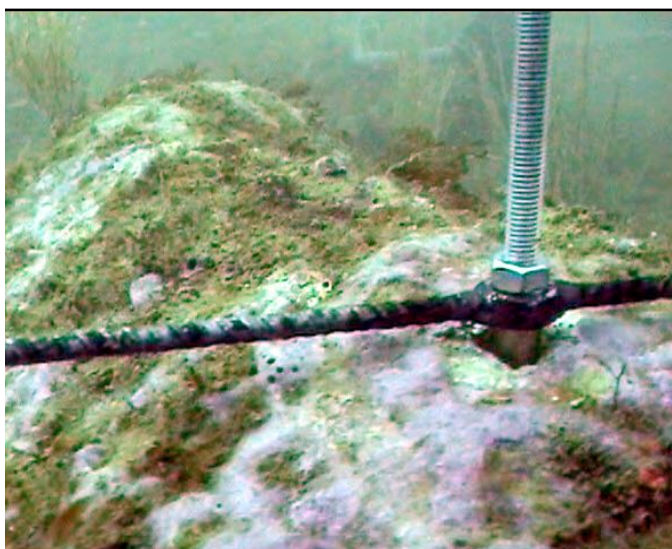


Figure 51 : Structures fixées sur le substrat rocheux pour le suivi des communautés marines

Chaque structure de marquage fixée au substrat permet de photographier 4 m² de superficie constante, en utilisant le

quadrat en PVC de 1x1 m comme cadre de photographie, de manière que la zone de suivi totalise 12 m² (Fig. 53, 54).

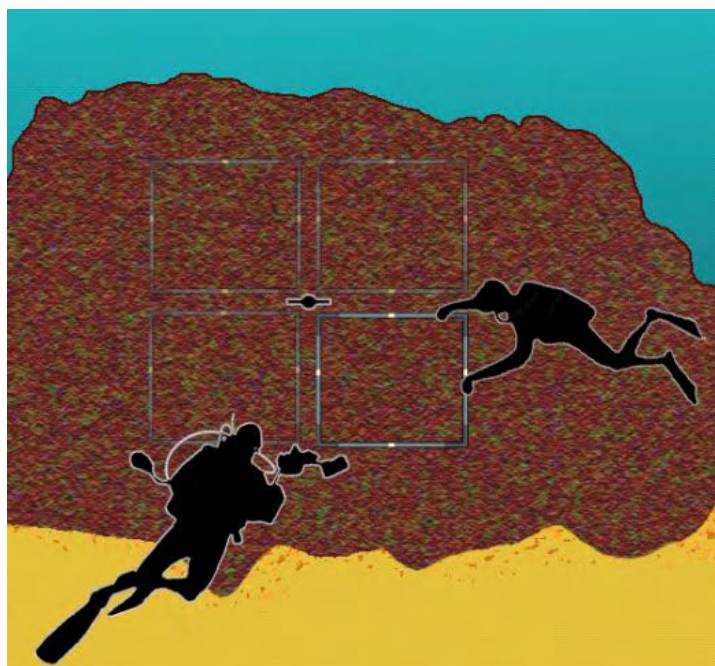
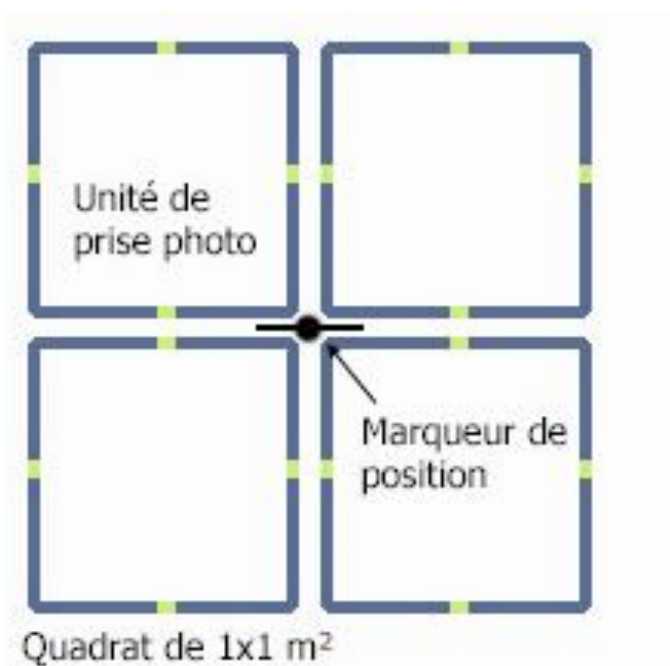


Figure 52 : Schéma de prise des photographies pour chaque structure métallique fixée sur la roche. Un plongeur tient le quadrat et un autre prend les photographies.

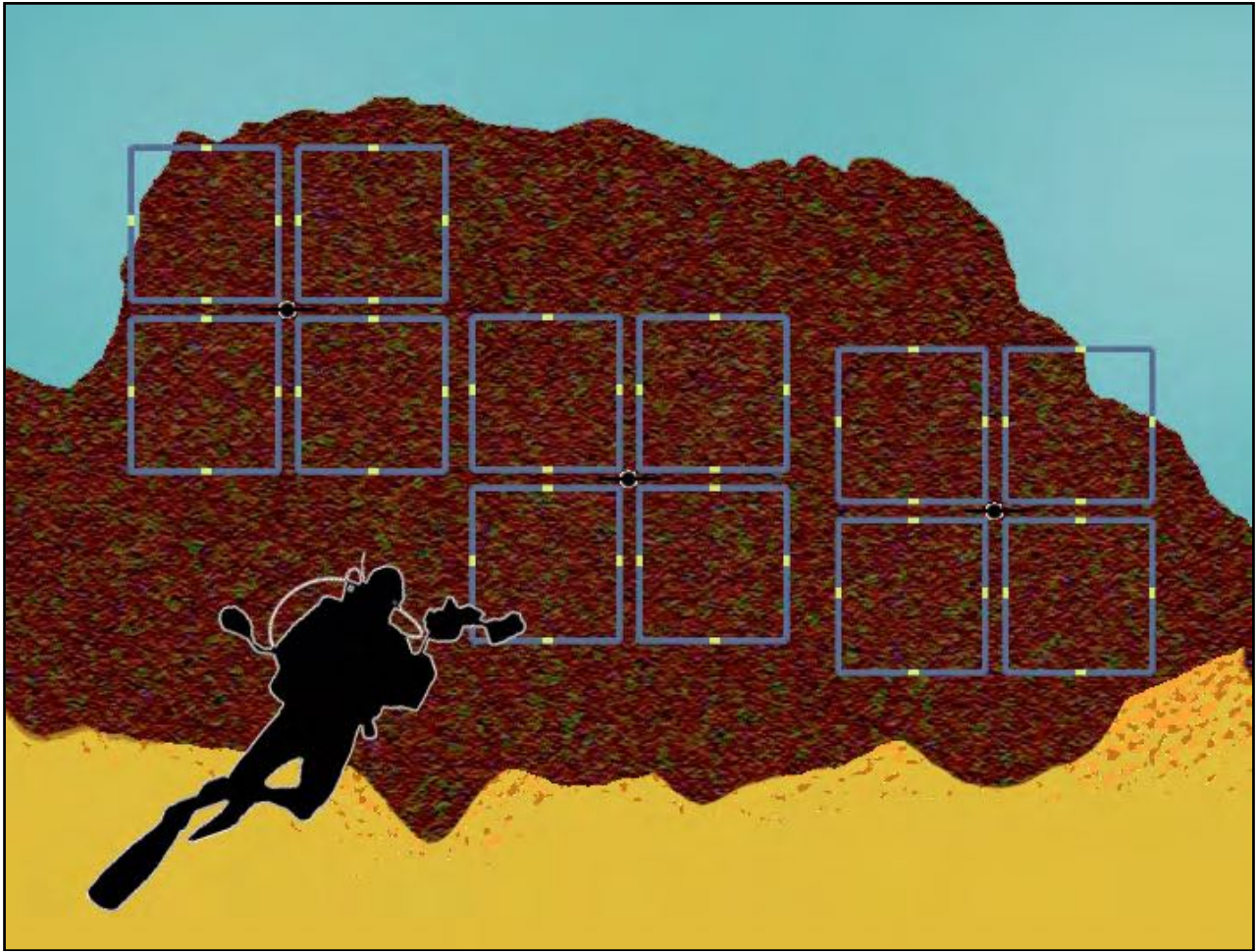


Figure 53 : Schéma de suivi de chaque site.

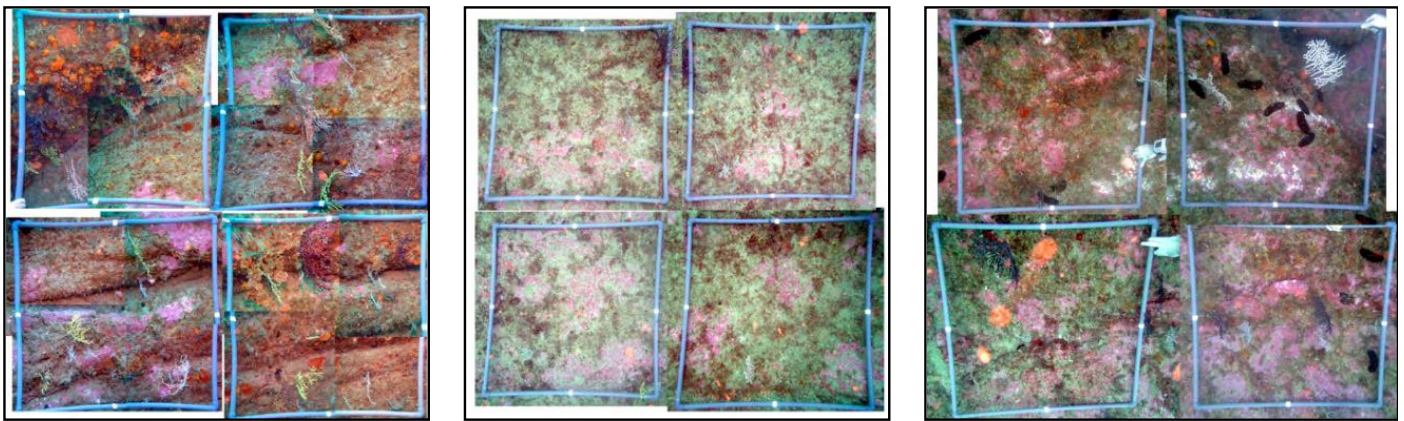


Figure 54 : Exemple de points de suivi des communautés de coralligène.

Ce système de suivi des communautés de coralligène présente des avantages et des inconvénients. Il a été utilisé avec succès dans des études précédentes avec quelques modifications (CAR/ASP-UNEP/MAP 2015).

Les avantages :

- Permet le suivi d'une superficie suffisamment large (12 m²).
- Requiert un effort d'installation relativement faible puisqu'il nécessite uniquement un orifice dans la roche pour chaque réplikat. En outre, les tares de maintenance sont très réduites.

Les inconvénients :

- Il est nécessaire de transporter le quadrat en PVC à chaque prospection pour délimiter la zone à photographier (tare qu'un deuxième plongeur devrait s'en charger en plus du plongeur photographe).
- Les structures de suivi sont plus difficiles à localiser vu leur taille réduite, ce qui rend nécessaire l'utilisation de systèmes de localisation (bouées, références, etc.)

Les photographies sont analysées de la même manière que dans le cas des herbiers, en superposant une maille sur chaque quadrat et obtenir la couverture de chaque espèce en pourcentages. Étant donné que le nombre d'espèces est très élevé dans les communautés de coralligène, l'analyse est centrée sur les espèces bioindicatrices, qui sont en plus sessiles, de taille modérée à grande et abondantes selon les critères définies par le CAR/ASP-UNEP/PAM (2015). En effet, les espèces *Astroides calycularis*, *Corallium rubrum* et *Paramuricea clavata* réunissent ces conditions et sont reconnues comme espèces sensibles ou sténoèces (CAR/ASP-UNEP/MAP 2015). En outre, du fait qu'il s'agit d'une espèce sessile aussi et abondante dans la zone d'étude, la couverture de l'algue calcaire *Mesophyllum expansum* a été prise en considération, en raison de sa sensibilité à la pollution (Boissez-López 1989) et de son importance dans les habitats coralligènes (Boissez-López 1989, Sardá et al. 2012). En outre, la couverture de l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* et du

polychète colonial *Salmacina* sp. ont été quantifiées pour pouvoir évaluer leurs possibles impacts à moyen et long terme sur les espèces sensibles de la communauté.

2.3. Etude spécifique de l'espèce *Corallium rubrum* (corail rouge)

Le projet 'inventaire et caractérisation des habitats les plus importants et ceux qui peuvent être considérés comme des monuments naturels' exécuté en 2014 par le CAR/ASP, a mis en exergue la présence remarquable de corail rouge dans la zone de l'îlot Leïla. En 2015, il a été décidé d'entreprendre une étude sur la densité et la structure des tailles en vue de pouvoir comparer son état de conservation dans la zone d'étude avec d'autres populations de la Méditerranée.

A cet effet, trois sites ont été considérés à une profondeur de 15 m. Dans chaque site, 5 répliquats de 20x20 cm ont été considérés (Tsounis et al. 2006, Priori et al. 2013) et dans chaque quadrat toutes les colonies ont été mesurées (hauteur et épaisseur de la base et patron de ramification) (voir Priori et al. 2013, Bramanti et al. 2014). La présence des juvéniles a été aussi notée.

La différence entre les sites a été testée moyennant un test ANOVA à un facteur 'Site' et trois niveaux (Site 1, Site 2 et Site 3). En cas de non homogénéité de variances, une valeur de $p < 0,01$ a été considérée pour minimiser l'erreur de type I (Underwood 1997).

3. Résultats

3.1. Suivi des herbiers de phanérogames

Deux herbiers de la phanérogame marine *Zostera marina* ont été prospectés dans la zone d'étude. Leurs coordonnées et profondeurs respectives sont détaillées dans le **tableau 8**. L'herbier de Belyounech est un grand herbier avec un haut degré de continuité et de conservation, alors que celui d'Oued El Mersa est fortement fragmenté.

Tableau 8 : Coordonnées GPS des points de suivi établis au niveau de chaque herbier de *Zostera marina*

Point de suivi	Longitude	Latitude	Profondeur
Belyounech centre	35° 54.749 N	5° 23.495 W	15 m
Belyounech bord	35° 54.785 N	5° 23.484 W	17 m
Oued Mersa centre	35° 54.425 N	5° 26.553 W	8.5 m
Oued Mersa bord	35° 54.462 N	5° 26.540 W	10 m

L'analyse des images prises au niveau des quadrats de suivi dans les deux herbiers montrent une couverture de la phanérogame d'environ 100 % dans les zones internes et plus de 80 % dans les zones externes (Fig. 55).

Lors de l'échantillonnage, l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* a été observée dans les deux herbiers. Elle est plus abondante au niveau des bords des herbiers que dans la partie centrale (Fig. 56).

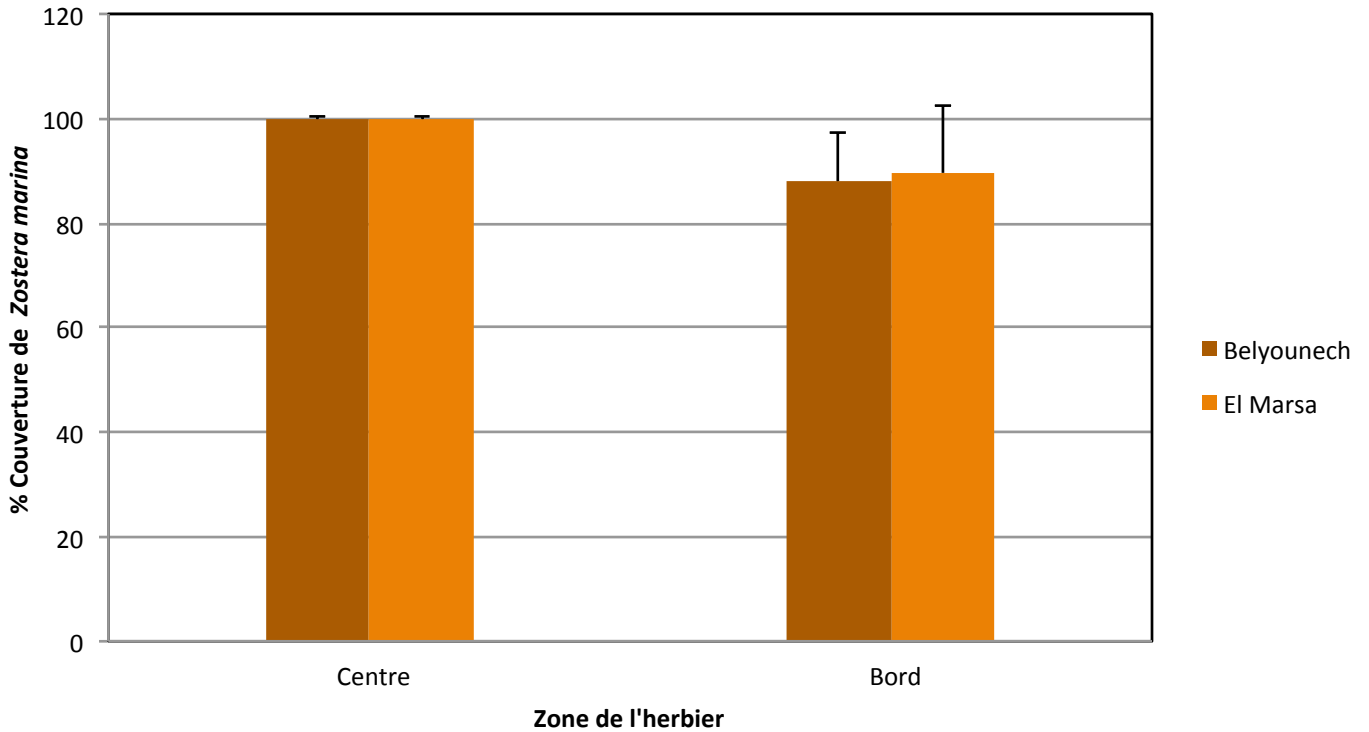


Figure 55 : Couverture de *Zostera marina* (en %) dans les deux herbiers prospectés en 2015

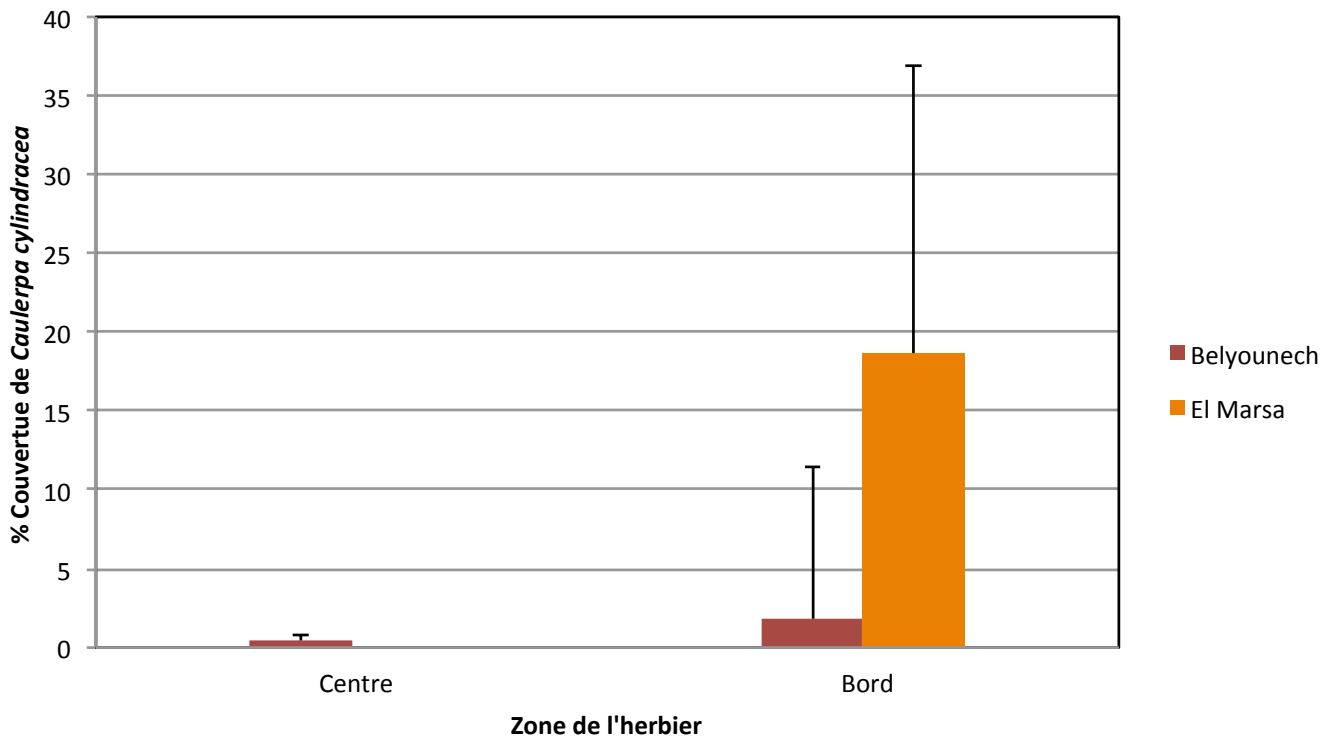


Figure 56 : Couverture de *Caulerpa cylindracea* (en %) dans les deux herbiers prospectés en 2015

L'analyse statistique a révélé des différences significatives uniquement entre les couvertures observées dans les zones des bords et celles observées dans les zones centrales (Tabl.

9) ; les différences entre les deux herbiers, aussi bien pour les couvertures de *Zostera marina* que pour celles de *Caulerpa cylindracea* ne sont pas significatives.

Tableau 9 : Test ANOVA pour la couverture de *Zostera marina* et de *Caulerpa cylindracea* entre herbiers (Belyounech, Oued Mersa) et zones (Centre, Bord).

		<i>Zostera marina</i>			<i>Caulerpa cylindracea</i>			
Facteur	df	SS	F	p	df	SS	F	p
Herbier	1	4,05	0,062	0,807	1	336,2	3,912	0,065
Zone	1	616,05	9,427	<0,01	1	500	5,817	< 0,05
Herbier x Zone	1	4,05	0,062	0,807	1	369,8	4,303	0,055
Résidus	16	1045,6			16	1375,2		
Test Levene	< 0,05				< 0,05			
Transf.	No				No			

3.2. Suivi des communautés de coralligène

Le suivi des communautés de coralligène a concerné trois sites représentatifs où la diversité et richesse spécifique ont été

qualifiées de maximales et dans lesquels au moins deux des espèces indicatrices, précisées dans la partie méthodologie, sont présentes. Les coordonnées et profondeurs de ces trois sites de suivi sont détaillées dans le **tableau 10**.

Tableau 10 : Coordonnées et profondeur des trois sites de coralligène échantillonnés

Site d'échantillonnage	Longitude	Latitude	Profondeur
Leïla/Perejil	35° 54.852 N	5° 24.003 W	19-20 m
Belyounech	35° 54.982 N	5° 23.824 W	19 m
El Mersa	35° 54.602 N	5° 26.174 W	15-20 m

Pour garantir la localisation future des pièces de marquage de chaque station dans chaque localité, l'emplacement où se

trouve chacune d'elles est schématisé dans les figures 57, 58 et 59.

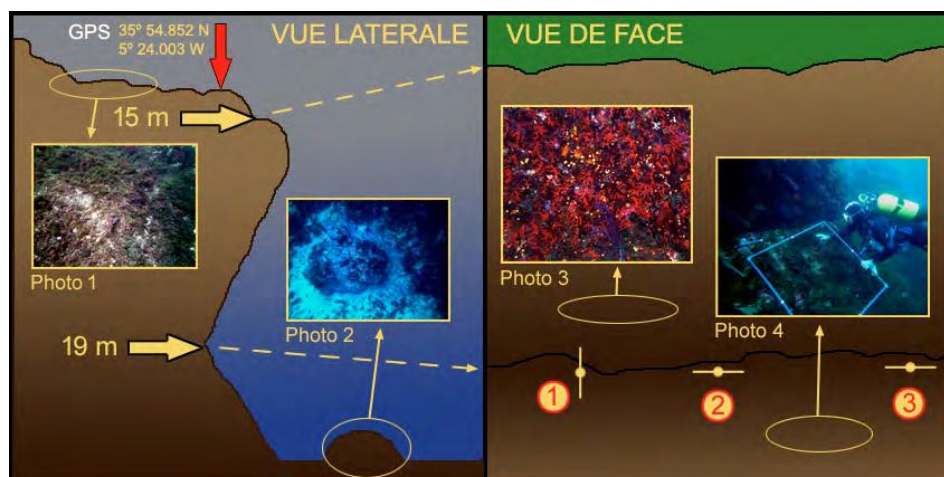


Figure 57 : Schéma détaillé des points de suivi dans la localité de Leïla/Perejil

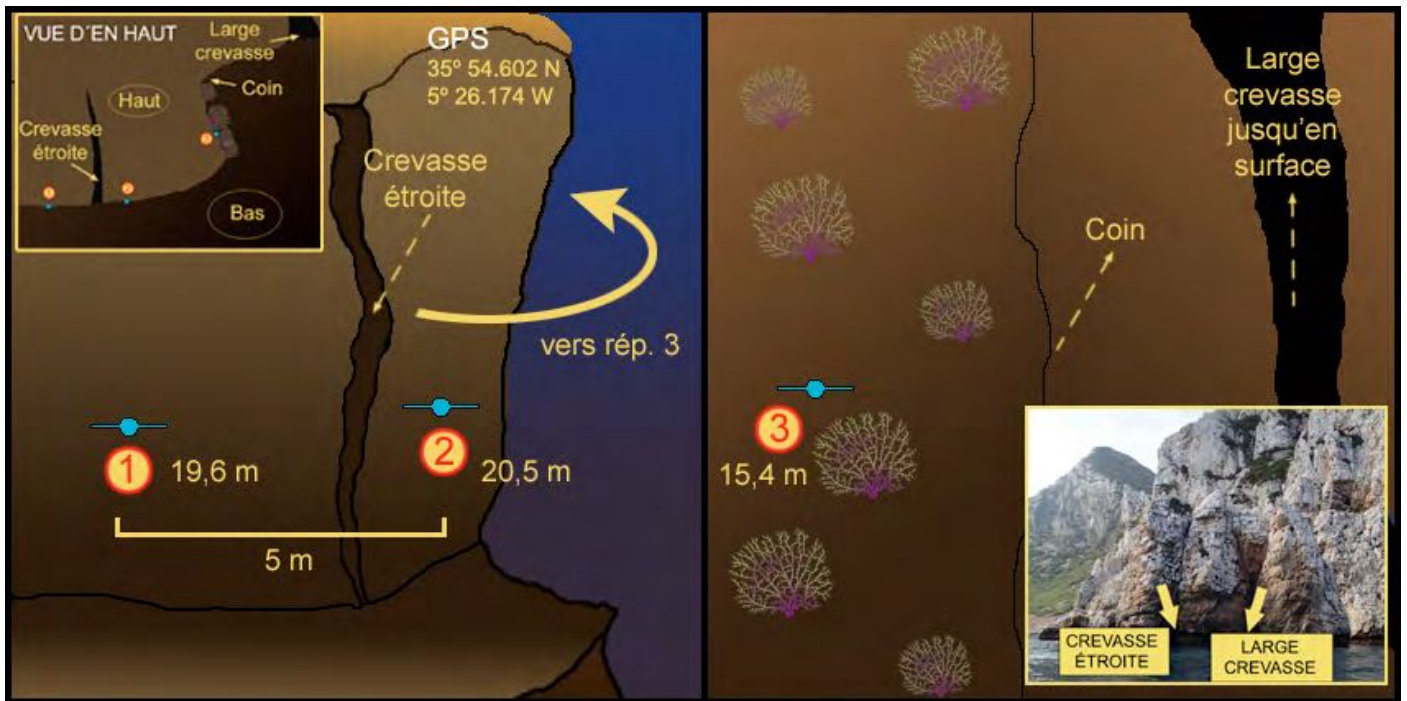


Figure 58 : Schéma détaillé des points de suivi dans la localité de Belyounech

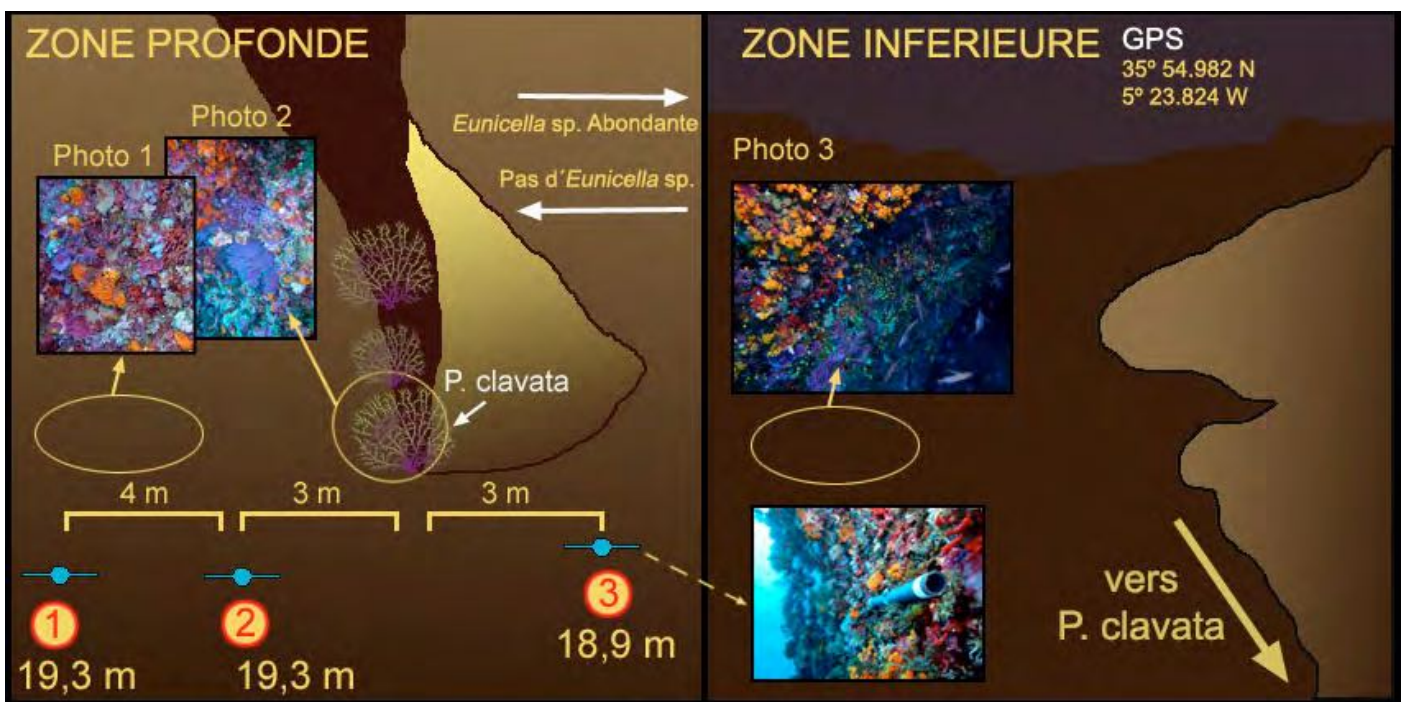


Figure 59 : Schéma détaillé des points de suivi dans la localité d'Oued El Mersa

L'analyse des photos prises au niveau des quadrats de suivi des trois points montre une présence inégale des trois principales espèces indicatrices (Fig. 60). Au niveau de l'îlot Leïla, les trois espèces montrent une présence importante même si elles ne sont pas dominantes (couvertures moyennes qui varient entre 25 et 35 %). A Belyounech, *Astroides calycularis* domine clairement avec des couvertures avoisinant les 80 % et *Corallium rubrum* est aussi très abondant (couverture moyenne de 45 %), mais *Paramuricea clavata* est absente. En dernier, à Oued Mersa, c'est *C. rubrum* qui est absent alors que *P. clavata* domine la

biocénose (couverture de 50 %) et *A. calycularis* est à son tour abondant (couvertures moyennes jusqu'à 40 %).

Pour ce qui est des autres espèces suivies (Fig. 61), l'analyse des images révèle une présence de *Mesophyllum* sp. dans les trois localités (couverture moyenne entre 25 et 85 %). *Salmacina* sp. est présente uniquement à Belyounech, même si de forme importante (couverture moyenne de 60 %) et *Caulerpa cylindracea* a été observée au niveau de l'îlot Leïla avec une couverture moyenne ne dépassant pas les 20 %.

ESPECES INDICATRICES

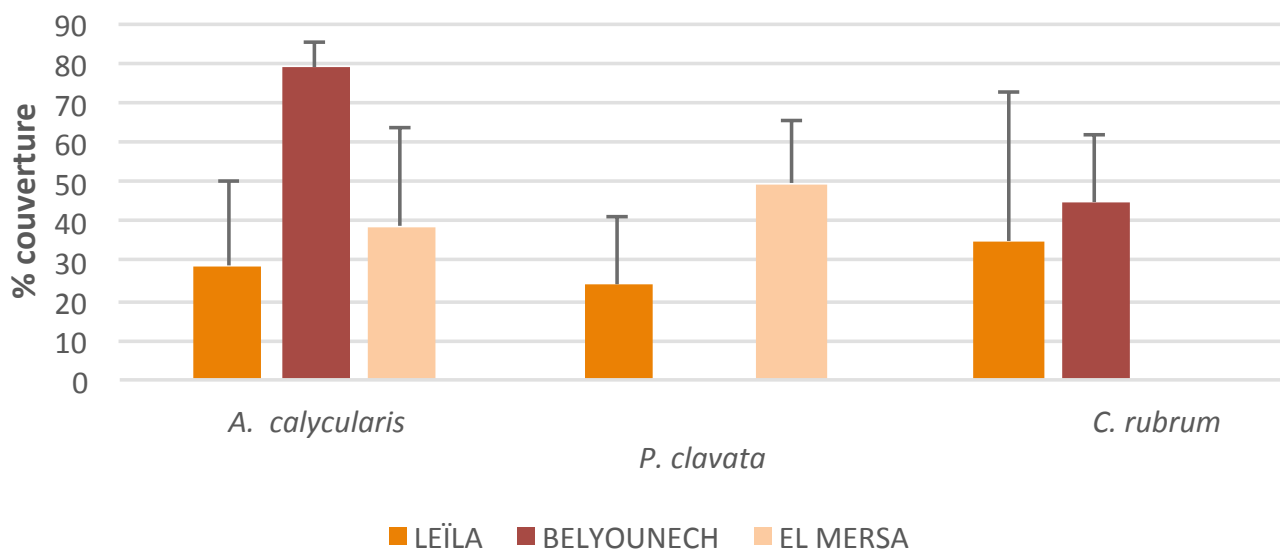


Figure 60 : Couverture en pourcentage des espèces indicatrices au niveau de chaque localité échantillonnée

AUTRES ESPECES

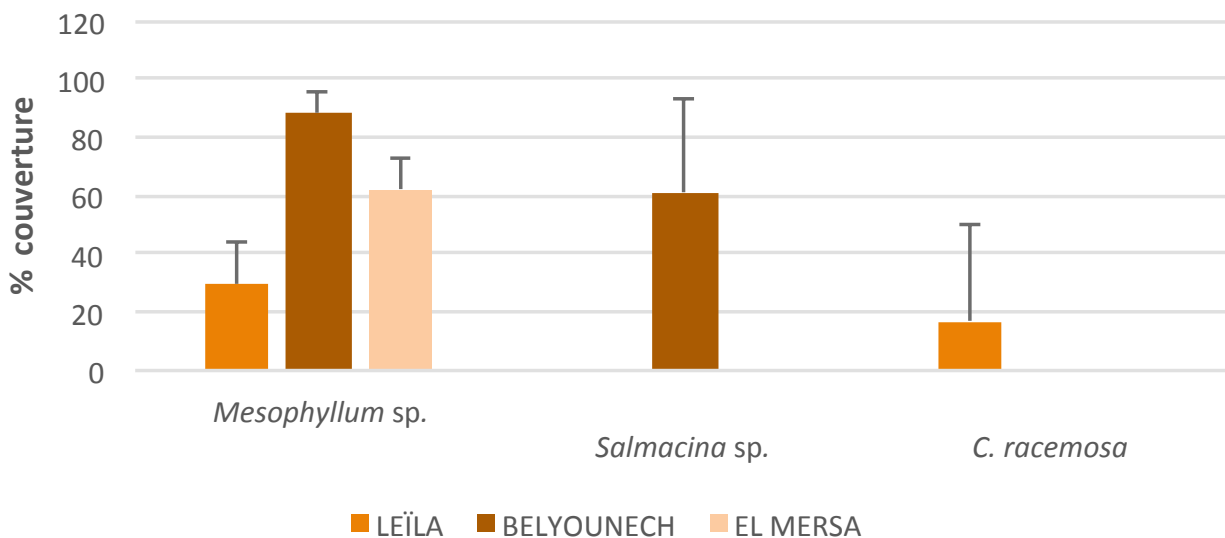


Figure 61 : Couverture en pourcentage des autres espèces au niveau de chaque localité échantillonnée

3.3. Etude spécifique de l'espèce *Corallium rubrum* (corail rouge)

La distribution des tailles des colonies dans la population étudiée au niveau de la zone de Jbel Moussa est reportée sur les figures 62 et 63. La population présente le nombre le plus important de colonies dans la classe de diamètre de 6-7 mm, bien que des colonies de grandes tailles (>11 mm) on été observées.

La hauteur la plus fréquente était de 7 cm, avec un nombre important de colonies montrant des hauteurs dépassant les 11 cm, alors que la ramification la plus fréquente était de troisième ordre (Fig. 64). Finalement, à une échelle locale (entre sites), des différences significatives ont été révélées dans la hauteur et l'épaisseur des colonies (Tabl. 11), ce qui indique que la population analysée présente une hétérogénéité importante en termes de taille.

Tableau 11 : Test ANOVA pour la hauteur et l'épaisseur des colonies entres les sites

Facteur	Hauteur				Epaisseur			
	df	SS	F	p	df	SS	F	p
Site	2	173,927	7,03	< 0,01	2	104,758	5,9	< 0,01
Résidus	99	1372,97			99	965,973		
Test Levene	< 0,05				> 0,05			
Transf.	No				No			
Test SNK	(1=3) < 2				1 < (2=3)			

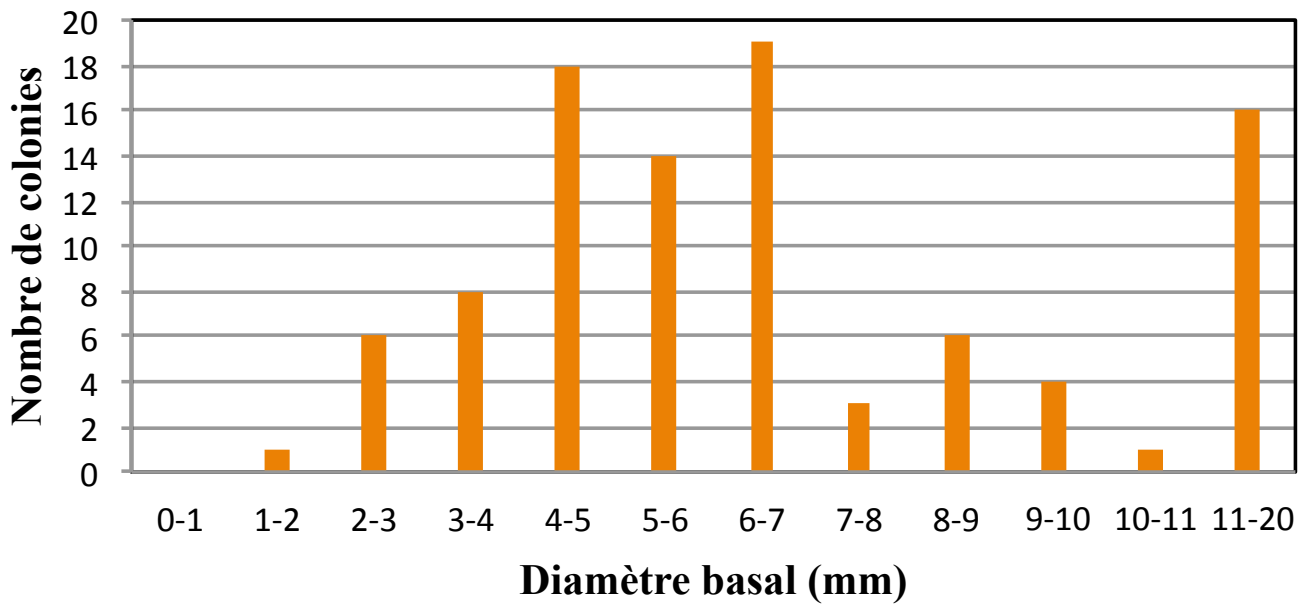


Figure 62 : Distribution des colonies en classes de diamètre de 1 mm. (N=100)

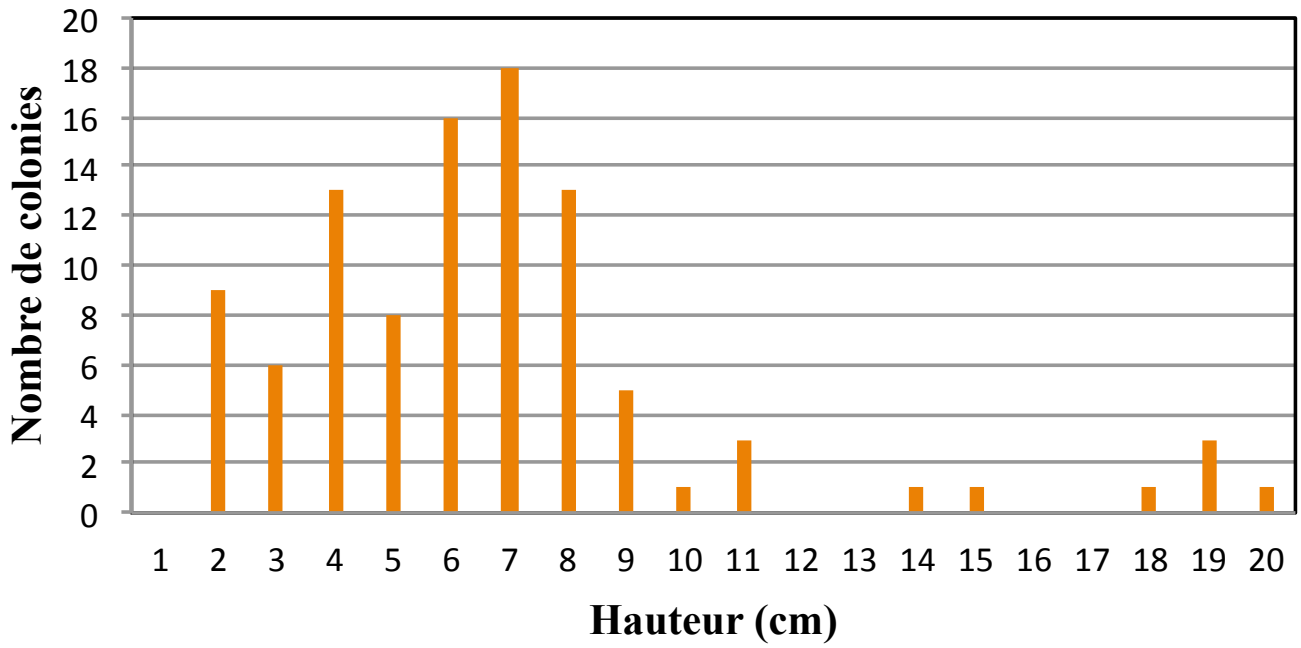


Figure 63 : Distribution des colonies en classes de hauteur de 1 cm. (N=100)

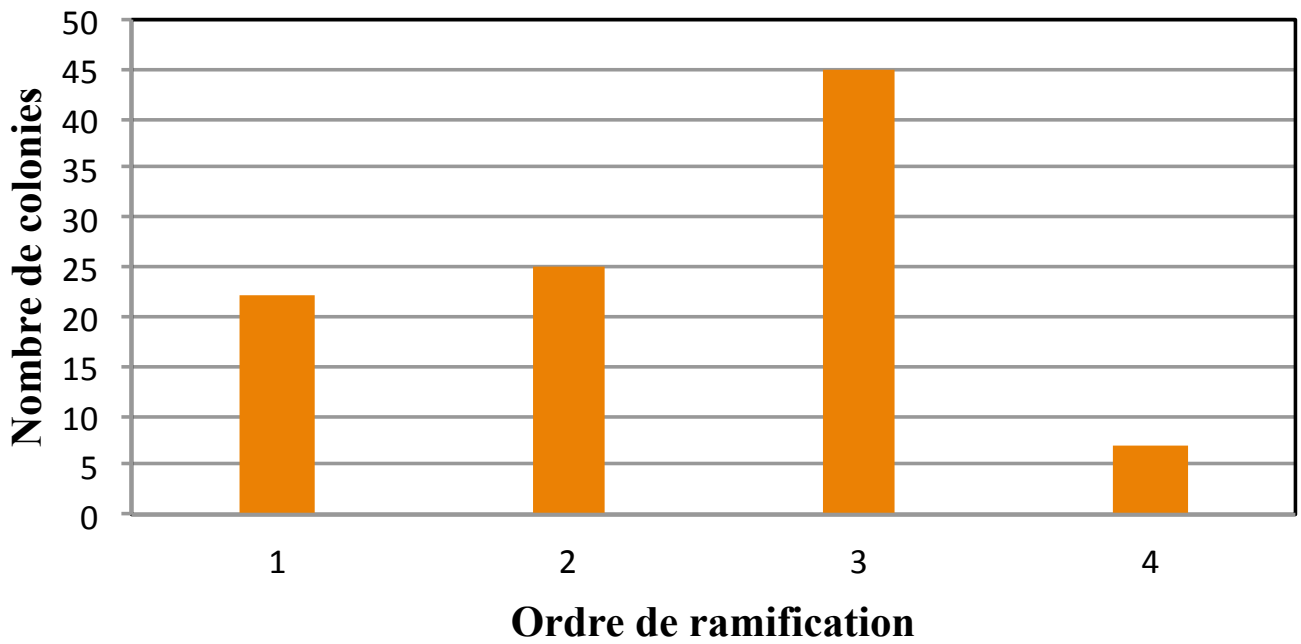


Figure 64 : Distribution des colonies selon l'ordre de ramification (N = 100)

D'autre part, les colonies montrent des tailles relativement grandes si on les compare à d'autres populations méditerranéennes (Tabl. 12).

De plus, la densité est modérée et la localisation bathymétrique est assez superficielle en comparaison avec d'autres études sur l'espèce en Méditerranée (Tabl. 13).

Tableau 12 : Comparaison de la structure de population de *Corallium rubrum* dans différentes régions géographiques

Site	Source	Diamètre basal (mm) ±SD	Hauteur colonie (mm) ±SD	Structure tailles*
Marseille, France	Garrabou et Harmelin (2002)	6,4 ± 0,5	69,3 ± 12	95 % ont 7 mm
Livorno, Italia	Santangelo et al. (1993)	3,9	40	95 % ont 3,64 mm
Cap de Creus, Espagne	García-Rodríguez et Massó (1986)	7,2	61,8	99 % ont 15 mm
Costa Brava, Espagne	Tsounis et al. (2006)	4,8 ± 2,1	27 ± 17,1	98 % ont 7 mm ; 43 % ont 4 mm
Ile Leïla	Cette étude	6,86 ± 5,69	62,11 ± 37,24	71 % ont 7 mm ; 34 % ont 4 mm

* Pourcentage de colonies avec ce diamètre basal

Tableau 13 : Comparaison des abondances et tailles maximales de *Corallium rubrum*

Source	Abondance (ind./m ²)	Colonies comptées	Aire échantillonnée (m ²)	Profondeur (m)	Taille max (cm)	Localité
Santangelo et al. (1993)	30	-	0,04	31-36	50	Mer de Ligurie
Cattaneo-Vietti et al. (1993)	200-1.300	-	-	-	50	Portofino
Bramanti (2003)	5247	4.408	0,84	25-40	50	Mer de Ligurie
Tsounis et al. (2006)	127±118	2.451	2.660	18-45	50	Costa Brava
Cette étude	165±77,5	99	0,6	15-17	19,1	Ile Leïla

4. Discussion

Cette première étude des herbiers de phanérogames marines révèle un état optimal de conservation dans les deux sites, si on les compare à d'autres herbiers analogues étudiés le long du littoral andalous (CMA 2006). Si l'herbier de Belyounech montre un degré élevé de continuité et d'uniformité, la fragmentation observée dans l'herbier de la baie d'El Mersa est un facteur important de risque à moyen terme et peut conduire à sa disparition totale.

L'algue invasive *Caulerpa cylindracea* est clairement plus abondante dans l'herbier d'Oued El Mersa que dans celui de Belyounech, toujours au niveau des zones de bord. Dans les zones centrales, sa présence est négligeable à Belyounech et nulle à Oued El Mersa. Ceci peut être expliqué par le fait que dans les zones avec une grande densité de feuille et une grande continuité de l'herbier (zones centrales), il est plus difficile pour cette espèce de s'installer et concurrencer que dans les zones

les moins denses (zones de bord). En outre, les mauvaises conditions générales de l'herbier d'Oued El Mersa par rapport à Belyounech, en termes de fragmentation élevée et extension totale faible, faciliteraient l'expansion de *Caulerpa cylindracea* dans cet herbier. On peut constater de cela que la détérioration des conditions des herbiers de phanérogames pourrait favoriser sa colonisation par des espèces invasives plus adaptées et plus concurrentes, comme c'est le cas de *C. cylindracea*.

En raison de ces deux facteurs, il est nécessaire d'établir un programme de suivi à moyen et long terme, pour évaluer l'évolution des deux herbiers et étudier leur possibles processus de régression, stabilisation ou progression.

Dans la présente étude, de nombreuses espèces recensées au niveau du substrat rocheux sont considérées comme des espèces indicatrices (voir CAR/ASP-UNEP/MAP 2015), telles que les algues *Halopteris filiscina* et *Peysommelia squamaria*, les éponges *Axinella damicornis*, les cnidaires

Sertularella sp., *Astroides calycularis*, *Actinia equina*, *Corallium rubrum*, *Ellisella paraplexauroides* et *Paramuricea clavata*, le mollusque *Dendropoma petraeum* ou les ascidies *Aplyidium conicum*, *Clavellina dellavallei*, *Halocynthia papillosa* *Polycitor adriaticum*. Par conséquent, on peut conclure que la qualité environnementale dans la zone d'étude est très bonne (absence de contamination et eaux très renouvelées). Elle présente aussi une haute valeur écologique (diversité élevée, héberge de nombreuses espèces protégées et montre une grande structuration de l'écosystème) ce qui confirme ainsi les résultats des prospections réalisées en 2014.

La majeure partie des espèces indicatrices mentionnées sont associées à la communauté de coralligène, dans laquelle ont été établis les points de suivi. L'analyse de l'évolution temporelle de leurs couvertures et/ou présence dans la zone d'étude permettra de détecter les possibles changements environnementaux dans la zone.

Les pourcentages de couverture déterminés dans la présente étude pour les espèces indicatrices suivies constituent un état initial ou « état zéro » d'une longue série temporelle qui permettra d'évaluer à la fois l'évolution naturelle de ces espèces et d'évaluer les effets de possibles événements potentiellement nuisibles, tant naturels qu'anthropiques : rejets accidentels de contaminants, comme par exemple les hydrocarbures (Louati et al. 2001, Soriano et al. 2006, Tronczynski et al. 2004) ou acidification des eaux liés au changement climatique (Bramanti et al. 2013, Bianchi 2007, Garrabou et al. 2001, Pérez et al. 2000), destruction physique des écosystèmes associée aux différentes techniques de pêche, rejets urbains ou industriels incontrôlés (Estacio et al. 1997). Ceci permettra aussi d'évaluer l'effet de l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* et du polychète *Salmacina* sp. sur la communauté du coralligène.

La couverture en pourcentage des espèces indicatrices suivies (y compris la présence remarquable de *Corallium rubrum* dans des zones peu profondes et très peu fréquentées) ainsi que les conditions générales de conservation et de diversité de l'ensemble des communautés mentionnées antérieurement, confèrent aux trois sites d'étude du substrat rocheux un grand intérêt pour le suivi à long terme. L'évolution tant de la communauté globale que celle des espèces et leurs réponses à des impacts potentiels, à court ou à long terme, serviront à détecter l'existence de changements dans le système et d'en rechercher les causes.

Le coralligène, formé par des structures calcaires d'origine biogénique, est l'un des habitats du substrat rocheux les plus diversifiés de la Méditerranée (Cerrano et al. 2013). Dans cet habitat, le corail rouge est une espèce 'ingénieur' qui produit un habitat tridimensionnel qui sert de refuge et d'alimentation à de nombreuses espèces qui profitent de la structure et du fonctionnement des communautés sublittorales (Cerrano et al. 2013).

Dans le contexte du changement global que nous vivons, la Méditerranée est l'une des régions les plus sensibles à l'augmentation du CO₂ atmosphérique et à l'acidification de l'eau qui en résulte (Ziveri 2012). Le corail rouge est une espèce particulièrement sensible à une acidification de l'eau, en raison de la forte solubilité de son squelette de calcite-Mg, qui provoque une réduction du taux de croissance conformément à une réduction du pH de l'eau (Bramanti et al. 2013). De ce fait, la connaissance de ses populations et de sa démographie est fondamentale pour établir les meilleures stratégies de gestion et de conservation dans le contexte du changement climatique rapide et environnemental en cours (Bramanti et al. 2013). Il convient de souligner les événements massifs de mortalité qui ont affectés les populations de suspensivores sessiles en Méditerranée, comme le corail rouge, liés à des anomalies thermiques (Bramanti et al. 2005, Cupido et al. 2012). Ce type d'événements avec la surexploitation peuvent causer l'extinction locale de populations (Santangelo et al. 2012). Pour cette raison, établir un suivi des populations de corail rouge rencontrées dans la zone d'étude de ce projet sera fondamental pour évaluer l'impact du changement global dans la zone du détroit de Gibraltar.

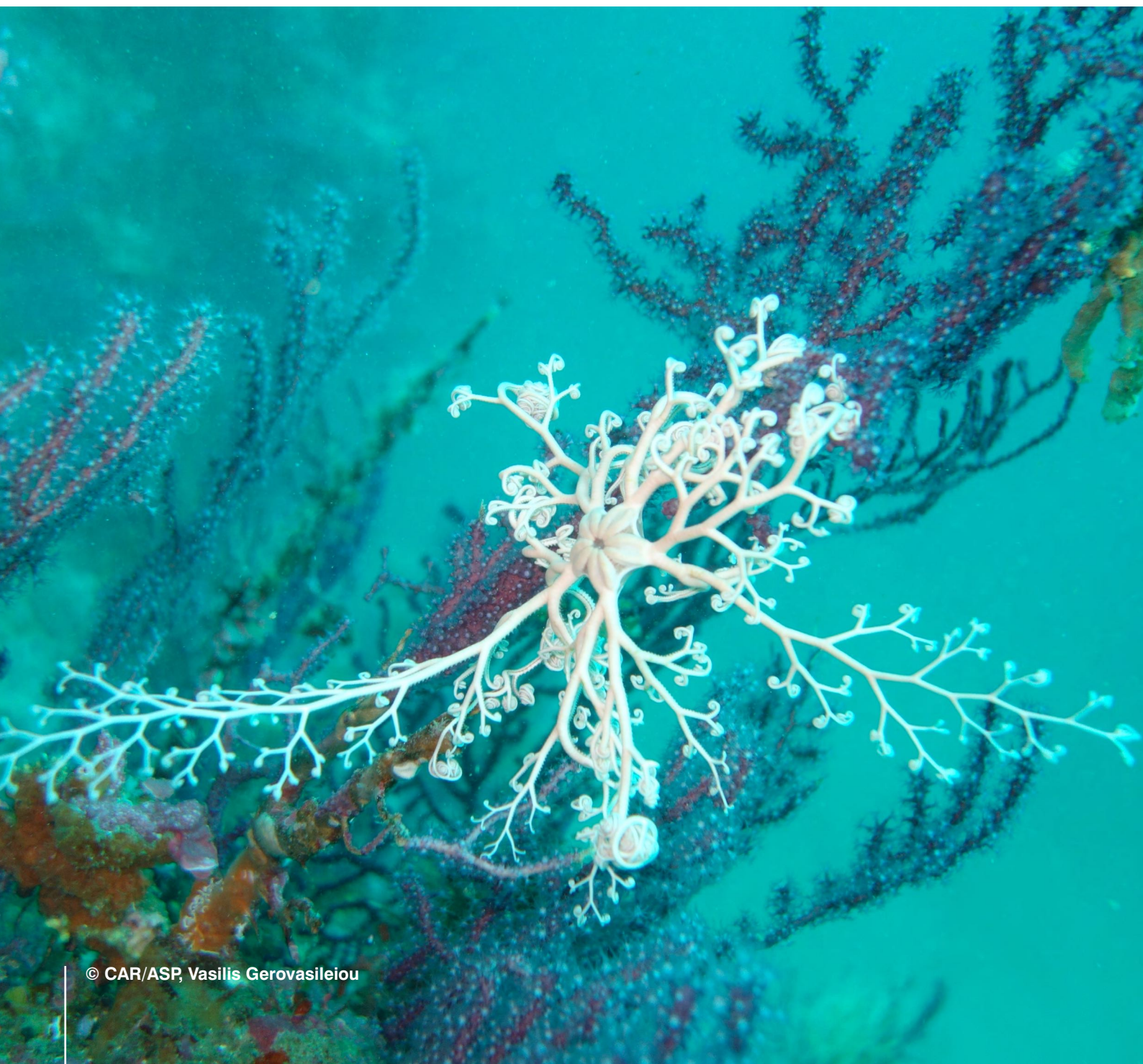
Si on compare les données d'abondance avec d'autres études en Méditerranée, on remarque que la population étudiée dans l'îlot Leïla présente une densité élevée. Par exemple, à Palma de Mallorca, les données historiques de densité sont de 55 colonies/m² à 40 m, de 20 colonies/m² à Costa Brava à 60 m et de 90-100 colonies/m² en Corse (FAO 1985). Toutefois, des densités clairement supérieures ont été enregistrées dans uniquement certaines zones d'Italie, comme la mer de Ligurie (Cattaneo-Vietti et al. 1993, Bramanti 2003).

En ce qui concerne la structure des tailles, la population étudiée présente des tailles plus grandes que celles d'autres populations de la Méditerranée, ce qui indique une absence d'exploitation historique. En effet, les données présentées dans le tableau 13, comme celles rapportées par Bramanti et al. (2014), indiquent que la classe de taille la plus fréquente était de 3-4 mm ; tant pour les populations italiennes que celles de Costa Brava, alors que dans la présente étude il était de 6-7 mm. Considérant que la taille légale d'extraction est de 7 mm en diamètre, il convient de souligner que 30 % de la population étudiée était en dessus de cette taille minimale, alors que uniquement 2,1 et 6,7 % étaient pour les populations de Portofino (Italie) et Cap de Creus (Espagne) (Bramanti et al. 2014). Dans le cas de populations profondes (entre 50 et 130 m), moins soumises à l'exploitation, le pourcentage de colonies en dessus de la taille minimale légale de capture était suffisamment similaire (38 %) (Priori et al. 2013). Ceci est tout à fait frappant, puisque la population étudiée constitue l'une des moins profondes d'après la littérature, à seulement 15 m de profondeur. Selon Gallmetzer et al. (2010), la surexploitation de corail rouge des eaux peu profondes est un fait évident, raison pour la quelle le bon état de conservation de la population étudiée est frappant.

Le fait que l'îlot Leïla se trouve dans une zone géostratégique et de litige a fait que le niveau de contrôle et de surveillance dont elle fait l'objet est très élevé par rapport à d'autres zones. Ceci est fort probablement la raison du bon état de conservation aussi bien de la population du corail rouge que de ses fonds marins en général. En effet, divers auteurs ont trouvés des tailles élevées dans des Aires Marines Protégées en Méditerranée, où la récolte est interdite et soumise à un contrôle effectif (Tsounis et al. 2006, Linares et al. 2010, 2012).

Considérant l'attraction qu'offrent les fonds prospectés dans cette étude pour la plongée sportive, avec la présence d'habitats de coralligène, et la contribution économique que génère une telle activité dans les zones où elle se développe (jusqu'à 2 millions de dollars par hectare et an dans certains cas, voir

Burke et al. 2011), il serait intéressant de promouvoir la plongée de loisir dans la zone comme un élément de dynamique de l'économie et du développement local. Cependant, il faut garder dans l'esprit qu'une activité de plongée de loisir non contrôlée ou excessive endommage considérablement les communautés marines, spécialement celles associées au substrat rocheux (voir Wongthong & Harvey 2014). Pour cette raison, il faut établir des points de plongée bien déterminés qui seront dotés de bouées pour le mouillage des bateaux (évitant l'utilisation d'ancres qui endommagent spécialement les espèces érigées, voir Dinsdale et Harriott 2004), ainsi que des quotas maximales de plongeurs annuels pour respecter la capacité de charge adéquate. En effet, plusieurs auteurs ont réalisés des estimations de la capacité de charge pour différentes zones du monde (voir Toyoshima & Nadaoka 2015 et les références dans ce travail).



PARTIE V : PRINCIPALES CONCLUSIONS ET ORIENTATIONS DE GESTION

Au Maroc, les activités du projet MedKeyHabitats s'inscrivent principalement dans le cadre de l'objectif 1 du projet (Elaborer des inventaires cartographiques des habitats marins d'importance pour la conservation). Le site pilote choisi au Maroc est celui de Jbel Moussa qui compte parmi les Sites d'intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) qualifié de priorité 1 dans le Plan Directeur des Aires Protégées du Maroc (PDAPM 1996). Le choix de ce site s'est basé sur la liste 'prioritaire' des sites méditerranéens du Maroc méritant une protection et qui a été réalisée dans le cadre du projet MedMPAnet (PNUE/PAM-CAR/ASP 2012). En effet, le SIBE de Jbel Moussa a été classé par cette étude en deuxième position après le SIBE du Cap des Trois Fourches. Ce dernier a été pris en tant que site pilote par le projet MedMPAnet au Maroc. Il a fait l'objet de deux missions de prospections marines et a bénéficié, ensuite, d'un plan de gestion et d'un 'business plan' (PNUE/PAM-CAR/ASP 2012, 2013, 2104). Le choix du SIBE de Jbel Moussa, en tant que site d'étude dans le cadre du projet MedKeyHabitats, est donc une suite logique des activités du CAR/ASP au Maroc. Cette démarche permettra au Maroc d'avancer dans son processus d'établissement d'un réseau d'AMPs cohérent et représentatif en Méditerranée marocaine.

Pour atteindre ces objectifs, deux missions de terrain ont été organisées en septembre 2014 et septembre 2015. La mission de 2014 avait pour objectif essentiel d'inventorier et de caractériser les espèces et habitats de la zone marine du SIBE de Jbel Moussa alors que la mission de 2015 avait pour objectif la cartographie des habitats clés identifiés en 2014 et l'initiation d'un programme de suivi de ces mêmes habitats dans la zone d'étude.

Les prospections sous-marines réalisées dans la zone d'étude en 2014 et 2015 ont permis de recenser un total de 175 taxons, appartenant à 15 groupes taxonomiques, dont la plupart sont reportés pour la première fois dans la zone. Les éponges et poissons sont les mieux représentés qualitativement (33 et 24 taxons respectivement). Parmi ces espèces, 25 sont protégées par la législation de l'UE et la législation méditerranéenne (Convention de Berne, Convention de Barcelone, CITES et liste rouges des espèces menacées de l'UICN). La distribution de l'espèce protégée *Patella ferruginea* dans la zone d'étude (Punta Mersa) constitue sa citation la plus occidentale et confère à la zone d'étude une valeur ajoutée, puisque la protection de certaines enclaves a été révélée essentielle pour permettre aux individus d'atteindre de grandes tailles, une grande capacité de reproduction et de recrutement permettant d'assurer la persistance des populations de cette espèce dans le temps. Aussi, le corail rouge (*Corallium rubrum*) constitue une autre espèce de grand intérêt. Elle a été rencontrée autour de l'îlot Leïla avec des couvertures parfois proches de 100 %.

La présence de cette espèce, avec des abondances élevées dans la zone d'étude, constitue une autre raison pour mettre en place des moyens de protection de toute urgence de la zone d'étude, avant que ces communautés très sensibles ne finissent par disparaître du littoral du Déroit de Gibraltar.

En outre, trois espèces non-indigènes d'algues ont été observées dans la zone d'étude. Il s'agit de la chlorophyte *Caulerpa cylindracea* et les rhodophytes *Asparagopsis armata* et *A. taxiformis*. L'algue invasive *Caulerpa cylindracea* a montré une abondance spectaculaire dans la zone d'étude. Comme pour *Patella ferruginea*, la présence de *C. cylindracea* dans la zone d'étude serait sa citation la plus occidentale en Afrique du nord, dépassant la zone de Sebta. De ce fait, il paraît fondamental d'appliquer des protocoles de surveillance de cette espèce dans la zone pour quantifier avec précision tant sa distribution, expansion et degré d'affectation des communautés autochtones.

La présence d'espèces bioindicatrices d'eaux limpides, renouvelées et peu chargées en sédiment, comme l'algue *Lithophyllum byssoïdes*, les anthozoaires *Astroides calycularis*, *Actinia equina* et *Paramuricea clavata* ou les ascidies *Polycitor adriaticum* et *Halocynthia papillosa* confirment que la zone d'étude présente une bonne qualité des eaux.

En termes d'habitats rencontrés, la zone se caractérise par une bathymétrie très prononcée, avec prédominance de parois rocheuses qui descendent occasionnellement depuis la superficie jusqu'à des profondeurs de 30-40 mètres. La cartographie des communautés marines a révélé que les communautés dans la région comprise entre la baie de Belyounech et Punta Ciress présentaient une diversité élevée et un bon état de conservation, avec une présence d'habitats clés pour la conservation. En effet, la communauté de coralligène était très abondante et bien développée par endroits. Ce type de communauté constitue le deuxième 'point chaud' de diversité en Méditerranée. Sa présence remarquable dans la zone marine de Jbel Moussa confère à celle-ci un grand intérêt sur le plan conservation. Ce type d'habitats est spécialement sensible aux impacts directs de la plongée, à l'extraction d'espèces et à la contamination. De plus, les herbiers de phanérogames marines constituent un autre habitat d'importance écologique et d'intérêt pour la conservation. Ils constituent le premier 'point chaud' de la biodiversité en Méditerranée. Dans la zone d'étude, deux herbiers de *Zostera marina* ont été observés dans les baies les plus protégées, à des profondeurs modérées et sur des fonds sableux, en l'occurrence les baies de Belyounech et d'El Mersa. En Méditerranée, *Zostera marina* est rencontrée généralement dans les lagunes côtières et les parties les plus internes des baies peu profondes (< 5 m de profondeur). La présence d'herbiers profonds dans la partie marine de Jbel

Moussa est probablement due à la forte influence des eaux atlantiques à travers le Déroit de Gibraltar, qui favoriserait la présence d'herbiers subtidiaux de *Z. marina*, étant donné que cette espèce est plus commune en Atlantique qu'en Méditerranée.

En termes d'habitats obscurs, les prospections réalisées dans la zone d'étude n'ont pas révélé la présence de vraies grottes ou de grottes totalement obscures, à l'exception de la petite grotte de Belyounech. Toutefois, de nombreuses petites cavernes, fissures et tunnels ont été rencontrés dans tous les sites prospectés. Ces habitats hébergent des assemblages benthiques typiques des grottes semi-obscures et surplombs et présentent une structure biologique similaire à celles observées dans d'autres régions de la Méditerranée Occidentale (Pérès 1969). La présente étude fournit de nouvelles données sur l'étendue géographique de ces habitats et de leur biodiversité au niveau des côtes africaines de la mer d'Alboran, une zone qui est peu étudiée de ce point de vue (Gerovasileiou & Voultziadou 2013, Giakoumi et al. 2013). De telles connaissances combleraient sans aucun doute les lacunes de connaissance autour de ces habitats à l'échelle régionale.

Outre la cartographie des communautés marines, un autre objectif du projet MedKeyHabitats était l'installation d'une série de points fixes pour le suivi à long terme des habitats les plus importants dans la zone d'étude, en l'occurrence les herbiers de *Zostera marina* et le coralligène. De plus, le corail rouge (*Corallium rubrum*) a fait l'objet d'une étude de sa structure de population, en termes de distribution de tailles.

Le programme de suivi des herbiers de *Zostera marina* a concerné les deux herbiers rencontrés dans les baies de Belyounech et El Mersa. L'analyse des images prises au niveau des quadrats de suivi dans les deux herbiers en 2015 montrent une couverture de la phanérogame d'environ 100 % dans les zones internes et plus de 80 % dans les zones externes. Lors de l'échantillonnage, l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* a été observée dans les deux herbiers, mais plus abondante au niveau des bords des herbiers que dans la partie centrale. L'analyse statistique a révélé des différences significatives uniquement entre les couvertures observées dans les zones des bords et celles observées dans les zones centrales ; les différences entre les deux herbiers, aussi bien pour *Zostera marina* que *Caulerpa cylindracea* ne sont pas significatives.

Le suivi des communautés de coralligène se base sur le suivi de quadrats permanents à l'aide de photographies. Étant donné que le nombre d'espèces est très élevé dans les communautés de coralligène, l'analyse a été centrée sur les espèces bioindicatrices,

à savoir *Astroides calycularis*, *Corallium rubrum* et *Paramuricea clavata* auxquelles s'ajoutent l'algue calcaire *Mesophyllum expansum*, en raison de sa sensibilité à la pollution et de son importance dans les habitats coralligène et l'algue invasive *Caulerpa cylindracea* et le polychète colonial *Salmacina* sp. en vue d'évaluer leurs possibles impacts à moyen et long terme sur les espèces sensibles de la communauté. Le suivi des communautés de coralligène a concerné trois sites représentatifs (Ilot Leïla, Punta Mersa et Belyounech) où la diversité et richesse spécifiques ont été qualifiées de maximales et dans lesquels au moins deux des espèces indicatrices sont présentes. L'analyse des photos prises au niveau des quadrats de suivi des trois points en 2015 montre une présence inégale des trois principales espèces indicatrices. Au niveau de l'ilot Leïla, les trois espèces montrent une présence importante même si elles ne sont pas dominantes (couvertures moyennes qui varient entre 25 et 35 %). A Belyounech, *Astroides calycularis* domine clairement avec des couvertures avoisinant les 80 % et *Corallium rubrum* est aussi très abondant (couverture moyenne de 45 %), mais *Paramuricea clavata* est absente. En dernier, à Oued Mersa, c'est *C. rubrum* qui est absent alors que *P. clavata* domine la biocénose (couverture de 50 %) et *A. calycularis* est à son tour abondant (couvertures moyennes jusqu'à 40 %). Pour ce qui est des autres espèces suivies, l'analyse des images révèle une présence de *Mesophyllum* sp. dans les trois localités (couverture moyenne entre 25 et 85 %). *Salmacina* sp. est présente uniquement à Belyounech, même si de forme importante (couverture moyenne de 60 %) et *Caulerpa cylindracea* a été observée au niveau de l'ilot de Leïla/Perejil avec une couverture moyenne ne dépassant pas les 20 %.

La population de Corail rouge au niveau de l'ilot Leïla présente le nombre le plus important de colonies dans la classe de diamètre de 6-7 mm, bien que des colonies de grandes tailles (> 11 mm) ont été observées. De son côté, la hauteur la plus fréquente était de 7 cm, avec un nombre important de colonies montrant des hauteurs dépassant les 11 cm, alors que la ramification la plus fréquente était de troisième ordre. Finalement, à une échelle locale (entre sites), des différences significatives ont été enregistrées pour la hauteur et l'épaisseur des colonies, ce qui indique que la population analysée présente une hétérogénéité importante en termes de taille. D'autre part, les colonies montrent des tailles relativement grandes si on les compare à d'autres populations méditerranéennes. De plus, la densité est modérée et la localisation bathymétrique est assez superficielle en comparaison avec d'autres études sur l'espèce en Méditerranée.

Au final, l'évaluation de la valeur écologique du site, en considérant les espèces et les habitats sensibles / vulnérables d'intérêt pour la conservation en Méditerranée, confirme que

la partie marine du SIBE de Jbel Moussa mérite d'être érigé en AMP. En effet, de nombreuses espèces et habitats clés à l'échelle du bassin méditerranéen y ont été recensés ; ce qui confère au site une valeur écologique remarquable et en fait un site sensible d'intérêt pour la conservation en Méditerranée. En outre, cette zone héberge de nombreuses espèces qualifiées de bioindicateurs d'eaux propres, renouvelées et sans charge sédimentaire élevée. Ce sont des espèces assez abondantes dans le site comme l'algue *Lithophyllum byssoides*, les anthozoaires *Astroïdes calycularis*, *Actinia equina* et *Paramuricea clavata* ou les ascidies *Polycitor adriaticum* et *Halocynthia papillosa*.

Les critères de choix d'un site à ériger en Aire Marine Protégée (AMP), doivent se baser sur des informations scientifiques, à savoir les aspects de la qualité environnementale, l'importance du site pour la reproduction d'espèces protégées et/ou surexploitées et la présence d'une grande diversité. Si en plus de remplir ces conditions, le site inclut des habitats diversifiés et se situe à proximité de zones avec un environnement plus dégradé, il devient un excellent candidat pour être désigné comme une AMP. La zone comprise entre Punta Ciress et la baie de Belyounech réunit les conditions mentionnées : bonne qualité environnementale traduite par la présence de nombreuses espèces bioindicateurs et de communautés hautement sensibles comme le coralligène, zone importante pour la reproduction et recrutement d'espèces protégées ou surexploitées tel le cas du corail rouge, présence de divers types d'habitats sensibles comme les herbiers de phanérogames et coralligène et, enfin, se trouve entre deux zones de grande influence humaine à savoir la ville de Sebta et le port de Tanger Med.

La désignation de la partie marine de Jbel Moussa en tant qu'AMP permettra de connecter des populations le long de la côte nord-africaine de la mer d'Alboran et de créer un réseau qui pourrait être géré régionalement. Ce réseau pourrait inclure des zones déjà protégées comme certaines parties de la ville de Sebta, l'île d'Alboran, ou les Iles Chafarines, et inclure des AMPs du versant nord de la Mer d'Alboran localisées en Andalousie. Cette gestion pourrait être coordonnée à un niveau international pour garantir la biodiversité tant élevée qui existe dans cette zone de la Méditerranée. En effet, dans la zone nord africaine de la mer d'Alboran, les AMPs sont rares et très éloignées, ce qui suggère la désignation de plus de zones de réserves entre elles.

En considération de ces enjeux, il est préconisé d'ériger le site en aire protégée, avec comme objectifs de gestion la préservation de la biodiversité du site et de ses potentialités naturels ainsi que la valorisation durable du site par les activités de pêche et de tourisme. En effet, considérant l'attraction qu'offrent les fonds prospectés dans cette étude pour la plongée sportive, avec la présence d'habitats de coralligène, et la contribution économique que génère une telle activité dans les zones où elle se développe (jusqu'à 2 millions de dollars par hectare et an dans certains cas), il serait intéressant de promouvoir la plongée de loisir dans la zone comme un élément de dynamique de l'économie et du développement local. Cependant, il faut garder dans l'esprit qu'une activité de plongée de loisir non contrôlée ou excessive endommage considérablement les communautés marines, spécialement celles associées au substrat rocheux, raison pour laquelle il faut établir des points de plongée bien déterminés qui seront dotés de bouées pour le mouillage des bateaux (évitant l'utilisation d'ancres qui endommagent spécialement les espèces érigées), ainsi que des quotas maximales de plongeurs annuels pour respecter la capacité de charge adéquate. En effet, plusieurs auteurs ont réalisés des estimations de la capacité de charge pour différentes zones du monde.

La gestion intégrée de la future aire protégée doit reposer sur un plan de gestion intégré. Ce plan devra répondre à la nécessité d'intégrer les dynamiques en cours et de doter l'Administration d'un instrument de gestion du territoire, capable d'interpréter les potentialités et les valeurs environnementales du site en question, d'indiquer les procédés et les projets d'aménagement, et de valorisation paysagère tout en répondant à une logique de cohérence territoriale. Ces propositions d'aménagement devront s'inscrire dans le cadre du développement durable et d'une impulsion économique pour l'ensemble du site concerné.

Etant donné le caractère côtier et marin de la future aire protégée, tous les départements concernés doivent être associés à toutes les étapes de planification et de concertation, dans le processus d'élaboration du plan de gestion ainsi qu'au processus d'approbation de ce plan. Aussi, le plan de gestion intégré devrait être également concerté avec les populations locales concernées et les ayants droit, notamment la communauté des pêcheurs.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bak, R.P.M., Meesters, E.H. 1998. Coral population structure: the hidden information of colony size-frequency distributions. *Marine Ecology Progress Series*, 162: 301-306.
- Bak, R.P.M., Meesters, E.H. 1999. Population structure as a response of coral communities to global change. *American Zoology*, 39: 56-65.
- Baldacconi, R., Corriero, G. 2009. Effects of the spread of the alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* on the sponge assemblage from coralligenous concretions of the Apulian coast (Ionian Sea, Italy). *Marine Ecology*, 30: 337-345.
- Ballesteros, E., 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 123-195.
- Bell, J. D., Westoby, M., 1986. Abundance of macrofauna in dense seagrass is due to habitat preference, not predation. *Oecologia*, 68: 205-209.
- Bianchi, C. N. 2007. Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 580: 7-21.
- Boisset-López, F. Influencia de la contaminación sobre las comunidades esciáfilas superficiales en régimen moderadamente batido del litoral valenciano. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 46-1 (1989) 139-148.
- Bormans, M., Garrett, C., Thompson, K.R. 1986. Seasonal variability of the surface inflow through the strait of Gibraltar. *Oceanologica Acta*, 9: 403-414.
- Boudouresque, C.F. 2004. Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 20: 97-146.
- Boudouresque, C.F., Cadiou, G., Le Diréac'h, L. 2005. Marine protected areas: a tool for coastal areas management. En: Strategic Management of Marine Ecosystems, 29-52. E. Levner et al. (eds.). Springer.
- Bramanti, L. 2003. Dinamica di popolazione e dati demografici di una popolazione costiera di corallorosso (*Corallium rubrum* L. 1758) con particolare riferimento al reclutamento. Ph D Thesis, Università di Pisa.
- Bramanti, L., Magagnini, G., DeMaio, L., Santangelo, G. 2005. Recruitment, early survival and growth of the Mediterranean Red Coral *Corallium rubrum* (L. 1758), a four-year study. *Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology*, 314: 69-78.
- Bramanti, L., Movilla, J., Guron, M., Calvo, E., Gori, A., Dominguez-Carrió, C., Grinyó, J., López-Sanz, A., Martínez-Quintana, A., Pelejero, C., Ziveri, P., Rossi, S. 2013. Detrimental effects of ocean acidification on the economically important Mediterranean red coral (*Corallium rubrum*). *Global Change Biology*, 19: 1897-1908.
- Bramanti, L., Vielmini, I., Rossi, S., Tsounis, G., Iannelli, M., Cattaneo-Vietti, R., Priori, C., Santangelo, G. 2014. Demographic parameters of two populations of red coral (*Corallium rubrum* L. 1758) in the North Western Mediterranean. *Marine Biology*, 161: 1015-1026.
- Briggs, J.C. 2007. Marine longitudinal biodiversity: causes and conservation. *Diversity and Distributions*, 13: 544-555.
- Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., Perry, A., 2011. Reefs at Risk Revisited. World Resources Institute, Washington, DC, USA.
- Calvín-Calvo, J.C., 2000. *El ecosistema marino mediterráneo. Guía de su flora y fauna*. Ed. J.C. Calvín-Calvo, Murcia, 830 pp.
- Cattaneo-Vietti, R., Bavestrello, G., Senes, L. 1993. Red coral from the Portofino promontory (Ligurian Sea). In Red coral in the Mediterranean Sea: art, history and science. (eds. F. Cicogna, R. Cattaneo-Vietti), pp. 109-130. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Roma.
- Cebrian, E., Linares, C., Marschal, C., Garrabou, J. 2012. Exploring the effects of invasive algae on the persistence of gorgonian populations. *Biological Invasions*, 14: 2647-2656.
- Cerrano, C., Cardini, U., Bianchelli, S., Corinaldesi, C., Pusceddu, A., Danovaro, R. 2013. Red coral extinction risk enhanced by ocean acidification. *Scientific Reports*, 3: 1457 DOI: 10.1038/srep01457
- CMA, 2006. Seguimiento de las praderas de fanerógamas marinas. In: Empleo del sustrato rocoso en la vigilancia y control de la calidad ambiental de los fondos del litoral andaluz. Informe final 2004-2006. Junta de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente). 154 pp.

- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., et al. 2010. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS ONE* 5(8): e11842. doi:10.1371/journal.pone.0011842
- Conradi, M., López-González, P.J. 1999. The benthic Gammaridea (Crustacea, Amphipoda) fauna of Algeciras Bay (Strait of Gibraltar): distributional ecology and some biogeographical considerations. *Helgoland Marine Research*, 53 : 2-8.
- Cupido, R., Cocito, S., Manno, V. et al. 2012. Sexual structure of a highly reproductive, recovering gorgonian population: quantifying reproductive output. *Marine Ecology Progress Series*, 469: 25-36.
- Dauvin, J.C. (edit.), 1997 - *Les biocénoses marines et litorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèses, menaces et perspectives*. Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie – Service du Patrimoine naturel /IEGB/ MNHN, Paris, 142 pp.
- Den Hartog, C. 1970. *The seagrasses of the world*, Elsevier, Amsterdam, London, 275 pp.
- Dinsdale, E.A., Harriott, V.J., 2004. Assessing anchor damage on coral reefs: a case study in the selection of environmental indicators. *Environmental Management*, 33: 126e139.
- EEA. 2010. The European environment - state and outlook 2010. Marine and coastal environment. *European Environment Agency*, Copenhagen, 258 pp.
- Espinosa, F. 2006. Caracterización biológica del molusco protegido *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Gastropoda: Patellidae): bases para su gestión y conservación. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Espinosa, F., Navarro-Barranco, C., González, A.R., Maestre, M., García-Gómez, J.C., Benhoussa, A., Limam, A., Bazairi, H. 2014a. A combined approach to assessing the conservation status of Cap des Trois Fourches as a potential MPA: is there a shortage of MPAs in the southern Mediterranean? *Mediterranean Marine Science*, 15: 1-13.
- Espinosa, F., Rivera-Ingraham, G.A., Fa, D., García-Gómez, J.C. 2009. Effects of human pressure on population size structures of the endangered ferruginean limpet: toward future management measures. *Journal of Coastal Research*, 25: 857-863.
- Espinosa, F., Rivera-Ingraham, G.A., Maestre, M., González A.R., Bazairi, H., García-Gómez, J.C. 2014b. Updated global distribution of the threatened marine limpet (Gastropoda: Patellidae): an example of biodiversity loss in the Mediterranean. *Oryx*, 48: 266-275.
- Estacio, F. J., García-Adiego, E. M., Fa, D. A., García-Gómez, J. C., Daza, J. L., Hortas, F., Gómez-Ariza, J. L. 1997. Ecological analysis in a polluted area of Algeciras Bay (Southern Spain): external “versus” internal outfalls and environmental implications. *Marine Pollution Bulletin* 34: 780-793.
- FAO. 1984. Technical consultation on red coral resources of the Western Mediterranean. *FAO Fish Report*, 306: 1-142.
- Fonseca, M.S., Koehl, M.A.R. 2006. Flow in seagrass canopies: The influence of patch width. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67: 1-9.
- Gallmetzer, I., Haselmair, A., Velimirov, B. 2010. Slow growth and early sexual maturity: bane and boon for the red coral *Corallium rubrum*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 90: 1-10.
- García-Charton, J.A., Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Claudet, J., Badalamenti, F. et al. 2008. Effectiveness of European Atlantic-Mediterranean MPAs : Do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems ? *Journal for Nature Conservation*, 16: 193-221.
- García-Gómez, J.C. 2007. Biota litoral y vigilancia ambiental en las Áreas Marinas Protegidas. Ed.: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- García-Gómez, J.C., Guerra-García, J.M., Espinosa, F., Maestre, M.J., Rivera-Ingraham, G., Fa, D., González, A.R., Ruiz-Tabares, A., López-Fé, C.M. 2014. Artificial Marine Micro-Reserves Networks (AMMRNs): an innovative approach to conserve marine littoral biodiversity and protect endangered species. *Marine Ecology*. Doi: 10.1111/maec.12167.
- García-Rodríguez, M., Massó, C. 1986. Estudio biométrico de poblaciones de coral rojo (*Corallium rubrum* L.) del litoral de Gerona (NE de España). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3: 61-64.
- Garrabou, J., Harmelin, G. 2002. A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: insights into conservation and management needs. *Journal of Animal Ecology*, 71: 966-978.
- Garrabou, J., Perez, T., Sartoretto, S., Harmelin, J. G. 2001. Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series* 217: 263-272.

- Gerovasileiou, V. and Voultsiadou, E., 2014. Mediterranean marine caves as biodiversity reservoirs: a preliminary overview. In *Symposia on the conservation of Mediterranean marine key habitats*, Portoroz, 27–31 October 2014. Tunis: RAC/SPA, pp. 45–50.
- Giakoumi, S., Mazor, T., Frascetti, S., Kark, S., Portman, M., Coll, M., Steenbeek, J., Possingham, H. 2012. Advancing marine conservation planning in the Mediterranean Sea. *Review in Fish Biology and Fisheries*, 22: 943-949.
- 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., Katsanevakis, S., 2013. Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity. *PLoS ONE*, 8: e76449.
- Guerra-García J.M., Takeuchi, I. 2000. Redescription of *Pseudoprotella inermis* Chevreux, 1927, a rare species of caprellidean amphipod (Crustacea) from Ceuta, North Africa. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113: 988-989.
- Heck, K.L., Jr. 1981. Experiments on predator-prey interactions in vegetated aquatic habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 53: 125-134.
- Heck, K.L., Able, K., Roman, C., Fahay, M. 1995. Composition, abundance, biomass and production of macrofauna in a New England estuary: comparison among eelgrass meadows and other nursery habitats. *Estuaries*, 18: 379-389.
- Hoegh-Guldberg O., Bruno, J.F. 2010. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science* 328, 1523–1528.
- Laborel-Deguen, F., Laborel, J. 1991. Statut de *Patella ferruginea* Gmelin en Méditerranée. En: *Les Espèces marines à protéger en Méditerranée*. Eds.: C.F. Boudouresque, M. Avon, V. Gravez. GIS Posidonie Publishers, Marseille, pp 91-103.
- Lejeune C., Chevaldonne P., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., Perez T. 2010. Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(4), 250-260.
- Linares, C., Bianchimani, O., Torrents, O., Marschal, C., Drap P., Garrabou, J. 2010. Marine protected areas and the conservation of long-lived invertebrates: the Mediterranean red coral. *Marine Ecology Progress Series*, 402: 69-79.
- Linares, C., Garrabou, J., Hereu, B., Diaz, D., Marschal, C., Sala, E., Zabala, M. 2012. Assessing the effectiveness of marine reserves on unsustainably harvested long-lived sessile invertebrates. *Conservation Biology*, 26: 88-96.
- López de la Cuadra, C.M., García-Gómez, J.C. 1994. Zoogeographical study of the Cheilostomatida from the Straits of Gibraltar. *Biology and paleobiology of bryozoans*. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark, 107-112.
- López-González, P.J. 1993. Taxonomía y zoogeografía de los antozoos del Estrecho de Gibraltar y áreas próximas. *Tesis Doctoral*, Universidad de Sevilla. 568 pp.
- Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J. et al. 2006. Depletion, degradation and recovery of estuaries and coastal areas. *Science*, 312: 1806-1809.
- Louati, A., Elleuch, B., Kallel, M., Saliot, A., Dagaut, J., Oudot, J. 2001. Hydrocarbon contamination of coastal sediments from the Sfax area (Tunisia), Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 42: 445-452.
- Moreno, D. 2008. *Corallium rubrum*. In *Libro rojo de los invertebrados de Andalucía*. Vol 1. (eds J.M. Barea-Azcon, E. Ballesteros & D. Moreno), pp. 243-250. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, Spain.
- Nakamura, Y., Sano, M. 2005. Comparison of invertebrate abundance in a seagrass bed and adjacent coral and sand areas at Amitori Bay, Iriomote Island, Japan. *Fisheries Science*, 71: 543-550.
- OCEANA. 2007. Los corales del Mediterráneo. Ed. Fondazione Zegna.
- Péres, J.M., 1967. Mediterranean Benthos. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review*, 5: 449-533.
- Perez, T., Garrabou, J., Sartoretto, S., Harmelin, J. G., Francour, P., Vacelet, J. 2000. Mortalité massive d'invertébrés marin: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie* 323-10: 853–865.
- Philippart C.J.M., Anadón R., Danovaro R., Dippner J.W., Drinkwater K.F., Hawkins S.J., Oguz T., O'Sullivan G. and Reid, P.C. 2011. Impacts of climate change on European marine ecosystems: Observations, expectations and indicators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 400, 52–69.
- PNUE/PAM-CAR/ASP, 2013. Communautés biologiques marines du Cap des Trois Fourches (Méditerranée, Maroc) : caractérisation, cartographie et orientations de gestion. Par Bazairi H. Limam A., Benhoussa A., Navarro-Barranco C., González A.R., Maestre M., Perez-Alcantara J.P., Espinosa F., Ed. CAR/ASP- Projet MedMPAnet, Tunis, 98 pages.

- Portman, M., Nathan, D., Levin, N., 2012. From the Levant to Gibraltar: A Regional Perspective for Marine Conservation in the Mediterranean Sea. *AMBIO*: doi: 10.1007/s13280-012-0298-x.
- Priori, C., Mastascusa, V., Erra, F., Angiolillo, M., Canese, S., Santangelo, G. 2013. Demography of Deep-dwelling red coral populations: age and reproductive structure of a highly valued marine species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 118: 43-49.
- RAC/SPA-UNEP/MAP. 2015. A guide on environmental monitoring of rocky seabeds in Mediterranean Marine Protected Areas and surrounding zones. By José Carlos García-Gómez. Marine Biology Laboratory, Department of Zoology, Faculty of Biology, University of Seville. R+D+I Biological Research Area, Seville Aquarium. Ed. RAC/SPA-MedMPAnet Project, Tunis: 482 pp.
- Readman, J. W., Fillmann, G., Tolosa, I., Bartocci, J., Villeneuve, J. P., Catinni, C., Mee, L. D. 2002. Petroleum and PAH contamination of the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 48-62.
- Rivera-Ingraham, G.A., Espinosa, F., García-Gómez, J.C. 2010. Presence of *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh in Ceuta (Northern Africa, Gibraltar Area). *Biological Invasions*, 12: 1465-1466.
- Rivera-Ingraham, G.A., Espinosa, F., García-Gómez, J.C. 2011. Conservation status and updated census of *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in Ceuta: distribution patterns and new evidence of the effects of environmental parameters on population structure. *Animal Biodiversity and Conservation*, 34: 83-99.
- Santangelo, G., Abbiatti, M., Caforio, G. 1993. Age structure and population dynamics in *Corallium rubrum*. In Red coral in the Mediterranean Sea: art, history and science. (eds. F. Cicogna, R. Cattaneo-Vietti), pp. 131-157. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Roma.
- Santangelo, G., Cupido, R., Cocito, S., Bramanti, L., Tsounis, G., Iannelli, M. 2012. Demography of long-lived octocorals: survival and local extinction. Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, July 2012 12^a Life-history and reproduction. Cairns, Australia, 9-13.
- Sardá, R., Rossi, S., Martí, X., Gili, J. M. 2012. Marine benthic cartography of the Cap de Creus (NE Catalan Coast, Mediterranean Sea). *Scientia Marina* 76-1: 159-171.
- Soriano, J. A., Viñas, L., Franco, M. A., González, J. J., Ortiz, L., Bayona, J. M., Albaigés, J. 2006. Spatial and temporal trends of petroleum hydrocarbons in wild mussels from Galician coast (NW Spain) affected by the Prestige oil spill. *Science of the Total Environment* 370: 80-90.
- Soriano, O., Massó, C. 2001. *Corallium rubrum*. In Los invertebrados no insectos de la "Directiva Habitat" en España. (eds. M.A. Ramos, D. Bragado, J. Fernández), pp. 31-38. Ministerio de Medio Ambiente, Serie Técnica, Madrid.
- Templado, J. 2004. Las Praderas de Fanerógamas Marinas. Introducción. En: Luque, Á. A. y Templado, J. (Coords.). Praderas y bosques marinos de Andalucía, pp. 55-60. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.
- Toyoshima, J., Nadaoka, K. 2015. Importance of environmental briefing and buoyancy control on reducing negative impact of SCUBA diving on coral reefs. *Ocean and Coastal Management*, 116: 20-26.
- Tronczynski, J., Munschy, C., Héas-Moisán, K., Guiot, N., Truquet, I., Oliver, N., Mean, S., Furaut, A. 2004. Contamination of the Bay of Biscay by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) following the T/V "Erika" oil spill. *Aquatic Living Resources* 17 (3): 243-260.
- Tsounis, G., Rossi, S., Bramanti, L., Santangelo, G. 2013. Management hurdles for sustainable harvesting of *Corallium rubrum*. *Marine Policy*, 39: 361-364.
- Tsounis, G., Rossi, S., Gili, J.M., Arntz, W. 2006. Population structure of an exploited benthic cnidarian: the case study of red coral (*Corallium rubrum* L.). *Marine Biology*, 149: 1059-1070.
- Underwood, A. 1997. Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance. *Cambridge University Press*, New York, USA.
- Wilson, F.S. 1990. Temporal and spatial patterns of settlement: a field study of molluscs in Bogue Sound, North Carolina. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 139: 201-220.
- Wongthong, P., Harvey, N. 2014. Integrated coastal management and sustainable tourism: a case study of the reef-based SCUBA dive industry from Thailand. *Ocean and Coastal Management*, 95: 138-146.
- Zibrowius, H., Montero, M., Grasshoff, M. 1984. La repartition de *Corallium rubrum* dans l'Atlantique. *Thetis*, 11: 163-170.
- Ziveri, P. 2012. Research turns to acidification and warming in the Mediterranean Sea, IMBER (Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research). Newsletter, 20, May 2012. <http://www.imber.info/index.php/News/Newsletters/Issue-n-20-May-2012>

ANNEXES

ANNEXE I: Moyens logistiques mis en œuvre pour les missions de prospections marines de Jbel Moussa

ANNEXE II: Déroulement des missions de septembre 2014 et septembre 2015

ANNEXE III: Liste des taxons recensés dans la partie marine de Jbel Moussa durant les campagnes de 2014 et 2015

ANNEXE IV : Règles de pondération des paramètres utilisés pour l'évaluation de l'état de conservation des espèces.

ANNEXE V : Transects prospectés dans la zone marine de Jbel Moussa par ROV et caméra remorquée

ANNEXE VI : Coordonnées UTM H 30 Datum WGS 84 et profondeurs (mètres) des vidéos réalisées.

ANNEXE VII : Profils bathymétriques des transects prospectés

ANNEXE VIII: Archive des prises d'images réalisées à partir des prospections vidéo réalisées dans la partie marine de Jbel Moussa

ANNEXE IX: FSD

**ANNEXE I : Moyens logistiques mis en œuvre
pour les missions de prospections marines de
Jbel Moussa**

Moyens logistiques :

Désignation	Quantité
Zodiaque (4,5 m et 6m)	2
Compresseur	2
Bouteilles de plongée	20
Ceinture de plongée avec 10Kg de plomb	10
Bloc O ₂ +Détendeur oxygène	1
Sondeur	2
Moteur électrogène 220-280 V	1
Plongeur professionnel (sécurité)	2
Pilote Zodiaque	2
Malette de secours	1
Talky walky	4
Torches sous-marines	4
Marin pêcheur (Cuisinier, courses, etc.)	1
Appareil photo sous-marine	3
Camera vidéo sous-marine	1
Voiture de location (4x4 et 1 camionnette)	2

Personnes ressources :

M. Hocein Bazairi (Chercheur et Chef de mission) : Université Mohammed V-Agdal, Rabat ;
M. Atef Ouerghi : Chef du projet MedKeyHabitats, CAR-ASP, Tunisie ;
M. Yassine ramzi Sghaier, Assistant technique du Projet MedKeyHabitats, CAR-ASP, Tunisie ;
M. Abdelaziz Benhoussa (Chercheur) : Université Mohammed V, Rabat ;
M. Free Espinosa Torres (Chercheur) : Université de Séville, Espagne ;
M. Enrique Ostalé Valriberas (chercheur) : Université de Séville, Espagne ;
M. Alexandre Gonzalez Aranda (Chercheur) : Université de Séville, Espagne ;
M. Manuel Jesus Maestre Delgado (Chercheur) : Université de Séville, Espagne ;
M. Vasilis Gerovasileiou (Chercheur) : Hellenic Centre for Marine Research, Crète, Grèce;
M. Mohammed Ameziane (Plongeur professionnel) ;
M. Hicham El Brini (Plongeur professionnel) ;
Mlle Loubna Boutahar, Doctorante à la Faculté des Sciences de Rabat ;
M. Reda El Kamcha, Doctorant à la Faculté des Sciences de Rabat (septembre 2014) ;
M. Mohamed Selfati, Doctorant à la Faculté des Sciences de Rabat (septembre 2015) ;
M. Arafat Ben Marzou (Chergé de communication), Tunisie ;
M. Aouragh Farid, pilote de pneumatique (mission de septembre 2014) ;
M. Aouragh Tarek, pilote de pneumatique (mission de septembre 2014) ;
M. Aourag Mounaim, pilote de pneumatique (mission de septembre 2015) ;
M. Mimoun, pilote de pneumatique (mission de septembre 2015) ;
M. Youssef Aloui, cuisinier et coursier.
M. Rachid Salhi (Chauffeur) (Mission septembre 2014) ;
M. Jaouad El Hafidi (Chauffeur) (Mission septembre 2015) ;
M. Ahmed Blali (Technicien) (Mission septembre 2015).

ANNEXE II : Déroulement des missions de septembre 2014 et septembre 2015

Mission de Septembre 2014 :

Cette mission de prospection marine s'est déroulée sur une durée de neuf (09) jours selon le calendrier et programme précisés ci-dessous :

Vendredi 12 septembre 2014 :

- Arrivée au soir de MM. Atef Ouerghi (chef du projet MedKeyHabitats), Yassine Ramzi Sghaier (assistant technique du projet MedKeyHabitats) et Arafat Ben Marzou (Chargé de communication) à l'aéroport de Casablanca en provenance de Tunisie ;

Samedi 13 septembre 2014 :

- Départ vers le site de Jbel Moussa et installation au niveau de la plage d'El Mersa.
- Prise des premiers contacts avec l'administration chargée du site de Jbel Moussa ;
- Premier briefing sur l'organisation de la mission de terrain.

Dimanche 14 septembre 2014 :

- Préparation du matériel, gonflage des bouteilles, etc.
- Identification des points d'accès pour les explorations sous-marines ;
- Premières prospections de la partie marine de Jbel Moussa ;
- Recherche et localisation des deux herbiers de phanérogames marines.
- Evaluation préliminaire des travaux à entreprendre

Lundi 15 septembre 2014 :

- Arrivée de l'équipe espagnole par Sebta.
- Réunion de toute l'équipe et briefing avec le coordonateur national et le Représentant du CAR/ASP. Présentation de la mission et de son cadre, exposé des tâches à effectuer et des résultats attendus de la mission de reconnaissance.
- Discussion du groupe d'experts sur le déroulement de la suite de la mission.

Mardi 16 septembre 2014 :

- Prospections de la partie marine de Jbel Moussa ;
- Caractérisation de l'herbier de *Zostera marina* de la baie d'El Mersa ;
- Réunion de toute l'équipe et briefing avec le coordonateur national et le Représentant du CAR/ASP. Présentation de la mission et de son cadre, exposé des tâches à effectuer et des résultats attendus de la mission de reconnaissance.

Mercredi 17 septembre 2014 :

- Poursuite des prospections marines (trois équipes de plongée) de Jbel Moussa en plongée libre, plongée autonome et visuelle à l'aide du bathyscope (lunette de Calfat).

Jeudi 18 septembre 2014 :

- Poursuite des prospections marines (trois équipes de plongée) de Jbel Moussa en plongée libre, plongée autonome et visuelle à l'aide du bathyscope (lunette de Calfat).

Vendredi 19 septembre 2014 :

- Poursuite des prospections marines (trois équipes de plongée) de Jbel Moussa en plongée libre, plongée autonome et visuelle à l'aide du bathyscope (lunette de Calfat).

Samedi 20 septembre 2014 :

- Fin de la mission et retour vers Rabat (Equipe marocaine et tunisienne) et Séville (équipe espagnole).
- Réunion de synthèse sur les premiers résultats de la mission de terrain.

Dimanche 21 septembre 2014 :

- Retour de MM. Atef Ouerghi, Yassine Ramzi Sghaier et Arafat Ben Marzou en Tunisie.

Mission de Septembre 2015 :

Cette mission de prospection marine s'est déroulée sur une durée de dix (10) jours selon le calendrier et programme précisés ci-dessous :

Mardi 01 septembre 2015 :

- Arrivée le matin de MM. Yassine Ramzi Sghaier (assistant technique du projet MedKeyHabitats) et Arafat Ben Marzou (Chargé de communication) à l'aéroport de Casablanca en provenance de Tunisie ;
- Réunion de travail et briefing au tour des préparatifs de la mission de terrain ;
- Arrivée au soir de MM. Atef Ouerghi (chef du projet MedKeyHabitats) et Vasilis Gerovasileiou (chercheur, Hellenic Centre for Marine Research, Crete, Grèce).

Mercredi 02 septembre 2015 :

- Départ vers le site de Jbel Moussa et installation au niveau de la plage de Mersa.
- Prise des premiers contacts avec l'administration chargée du site de Jbel Moussa ;
- Premier briefing sur l'organisation de la mission de terrain.

Jeudi 03 septembre 2015 :

- Préparation du matériel nautique, réunion de toute l'équipe autour du programme de la mission ;
- Pas de prospection de terrain en raison de mauvaises conditions de mer.

Vendredi 04 septembre 2015 :

- Pas de prospection de terrain en raison de mauvaises conditions de mer ;
- Arrivée de l'équipe espagnole par Sebta.
- Réunion de toute l'équipe et briefing avec le coordonateur national et le Représentant du CAR/ASP. Présentation de la mission et de son cadre, exposé des tâches à effectuer et des résultats attendus de la mission de reconnaissance.
- Discussion du groupe d'experts sur le déroulement de la suite de la mission.
- Evaluation préliminaire des travaux à entreprendre ;

Samedi 05 septembre 2015 :

- Début des prospections de la partie marine de Jbel Moussa en deux équipes ;
- Rencontre dans la baie de Belyounechde l'équipe d'Alicante chargée des prospections par ROV, présentation et échange autour des objectifs de la mission ;

- Installation des équipements pour le suivi du coralligène au niveau du point 'Ile de Perejil' et mensurations *in-situ* et échantillonnage du corail rouge (Equipe 1)
- Prospection des habitats obscurs de la baie de Belyounech(Equipe 2).
- Début des prospection par ROV (Equipe 3)
- Retour de M. Atef Ouerghi en Tunisie.

Dimanche 06 septembre 2015 :

- Equipe 1 :
 - o Prises de photos de système des quadrats pour le suivi du coralligène et prise de la position géographique du site. Suite des mensurations *in-situ* du corail rouge ;
 - o Installation des équipements pour dans le cadre du programme de suivi du coralligène au niveau du point 'Belyounech' et prise de position géographique ;
 - o Suite et finalisation des mesures *in-situ* du corail rouge autour d'îlot de Perejil.
- Equipe 2 : prospection des habitats obscurs aux alentours de l'îlot de Perejil.
- Equipe 3 : prospection par ROV.

Lundi 07 septembre 2015 :

- Equipes 1 et 2 :
 - o Prise des photos et Installation des équipements pour le suivi du coralligène au niveau du point 'Pointe El Mersa' ;
 - o Installation des équipements du siovo des herbiers de *Zostera marina* dans la baie d'El Mersa.
- Equipe 3 : prospection par ROV.

Mardi 08 septembre 2015 :

- Equipes 1 et 2 :
 - o Prise de photos de point de suivi du coralligène du site 'El Mersa' ;
 - o installation des équipements du suivi des herbiers de *Zostera marina* dans la baie de Belyounech;
 - o Caractérisation des herbiers de *Zostera marina* et échantillonnage de la faune benthique endogée associée.
 - o Prise de photos des de point de suivi du coralligène de site de Belyounech;
 - o Poursuite et fin des mesures *in-situ* du corail rouge au niveau de l'îlot de Pérejil.
- Equipe 3 : prospection par ROV.

Mercredi 09 septembre 2015 :

- Equipes 1 et 2 :
 - o Prospection de la partie nord de l'îlot de Perjeil ;
 - o Prospection de la partie ouest de la pointe 'El Mersa' ;
- Equipe 3 : prospection par ROV.

Jeudi 10 septembre 2015 :

- Fin des prospections et retour à Rabat Rabat (Equipe marocaine et tunisienne), Séville et Alicante (équipe espagnole).

Vendredi 11 septembre 2015 :

- Réunion de synthèse de MM. Yassine Ramzi Sghaier et Hocein Bazairi en présence de M. Arafat Ben Marzou sur les premiers résultats de la mission de terrain au siège du HCEFLCD en présence de MM. Amhaouch et Aberkach.
- Retour de M. Vasilis Gerovasileiou en Grèce.

Samedi 12 septembre 2015 :

- Retour de MM. Yassine Ramzi Sghaier et Arafat Ben Marzou en Tunisie.

**ANNEXE III : Liste des taxons recensés dans la
partie marine de Jbel Moussa durant les
campagnes de 2014 et 2015.**

(* espèces protégées, ‡ espèces introduites)

Chlorophyta

Caulerpa cylindracea Sonder ‡
Cladophora sp.
Codium bursa (Olivi) C.Agardh
Codium fragile (Suringar) Hariot
Palmophyllum crassum (Naccari) Rabenhors t
Ulva sp.
Valonia utricularis (Roth) C.Agardh

Rhodophyta

Amphiroa rigida J.V.Lamouroux
Asparagopsis armata Harvey ‡
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon ‡
Ellisolandia elongata (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders
Jania rubens (Linnaeus) J.V.Lamouroux
Halichrysis depressa (J.Agardh) F.Schmitz
Lithophyllum byssoides (Lamarck) Foslie *
Lithophyllum racemus (Lamarck) Foslie
Lithophyllum sp.
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & M.L.Mendoza
Mesophyllum sp.
Neogoniolithon spp.
Peyssonnelia squamaria (S.G.Gmelin) Decaisne
Phymatolithon calcareum (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin
Plocamium cartilagineum (Linnaeus) P.S.Dixon
Scinaia furcellata (Turner) J.Agardh
Sphaerococcus coronopifolius Stackhouse
Tricleocarpa fragilis (Linnaeus) Huisman & R.A.Townsend

Ochrophyta

Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès & Solier
Cystoseira sp.
Dictyota cyanoloma Tronholm, De Clerck, Gomez Garreta & Rull Lluch
Dictyota dichotoma (Hudson) J.V.Lamouroux
Dictyota spiralis Montagne
Halopteris filicina (Grateloup) Kützing
Laminaria ochroleuca Bachelot de la Pylaie *
Laminaria rodriguezii Bornet *
Padina pavonica (Linnaeus) Thivy
Sargassum vulgare C.Agardh
Taonia atomaria (Woodward) J.Agardh
Zanardinia typus (Nardo) P.C.Silva
Zonaria tournefortii (J.V.Lamouroux) Montagne

Tracheophyta

Zostera (Zostera) marina Linnaeus *

Porifera

Acanthella acuta Schmidt, 1862
Axinella damicornis (Esper, 1794)
Axinella polypoides Schmidt, 1862 *
Axinella verrucosa (Esper, 1794)
Cacospongia mollior Schmidt, 1862

Calyx nicaeensis (Risso, 1826)
Chondrosia reniformis Nardo, 1847
Clathrina blanca (Miklucho-Maclay, 1868)
Clathrina clathrus (Schmidt, 1864)
Cliona viridis (Schmidt, 1862)
Corticium candelabrum Schmidt, 1862
Crambe crambe (Schmidt, 1862)
Crella (Grayella) pulvinar (Schmidt, 1868)
Dysidea avara (Schmidt, 1862)
Fasciospongia cavernosa (Schmidt, 1862)
Haliclona (Halichoelona) fulva (Topsent, 1893)
Haliclona (Reniera) mediterranea Griessinger, 1971
Haliclona (Soestella) mucosa (Griessinger, 1971)
Hemimyscale columella (Bowerbank, 1874)
Hexadella pruvoti Topsent, 1896
Hexadella racovitzai Topsent, 1896
Ircinia variabilis (Schmidt, 1862)
Oscarella tuberculata (Schmidt, 1868)
Petrosia (Petrosia) ficiformis (Poiret, 1789)
Phorbas tenacior (Topsent, 1925)
Pleraplysilla spinifera (Schulze, 1879)
Raspaciona aculeata (Johnston, 1842)
Sarcotragus sp.
Scopalina lophyropoda Schmidt, 1862
Spirastrella cunctatrix Schmidt, 1868
Spongia (Spongia) lamella (Schulze, 1879) *
Spongia (Spongia) officinalis Linnaeus, 1759 *
Terpios gelatinosa (Bowerbank, 1866)

Hydrozoa

Aglaophenia sp.
Sertularella sp.

Anthozoa

Actinia equina (Linnaeus, 1758)
Aiptasia mutabilis (Gravenhorst, 1831)
Anemonia sulcata (Pennant, 1777)
Astroides calycularis (Pallas, 1766) *
Calliactis parasitica (Couch, 1842)
Caryophyllia (Caryophyllia) inornata (Duncan, 1878) *
Corallium rubrum (Linnaeus, 1758) *
Ellisella paraplexauroides Stiasny, 1936 *
Eunicella singularis (Esper, 1791)
Eunicella verrucosa (Pallas, 1766) *
Hoplangia durotrix Gosse, 1860 *
Leptogorgia sp.
Leptopsammia pruvoti Lacaze-Duthiers, 1897 *
Paracyathus pulchellus (Philippi, 1842) *
Paramuricea clavata (Risso, 1826) *
Phyllangia americana americana Milne Edwards & Haime, 1849 *
Polycyathus muelleriae (Abel, 1959) *
Sarcodictyon roseum (Philippi, 1842)

Polychaeta

Filograna implexa Berkeley, 1835
Hermodice carunculata (Pallas, 1766)

Myxicola aesthetica (Claparède, 1870)
Protula sp.

Echiura

Bonellia viridis Rolando, 1821

Mollusca

Bolma rugosa (Linnaeus, 1767)
Calliostoma zizyphinum (Linnaeus, 1758)
Charonia lampas (Linnaeus, 1758) *
Dendropoma cristatum (Biondi, 1859) *
Felimare tricolor (Cantraine, 1835)
Felimida krohni (Vérany, 1846)
Flabellina affinis (Gmelin, 1791)
Lima lima (Linnaeus, 1758)
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819
Octopus vulgaris Cuvier, 1797
Patella ferruginea Gmelin, 1791 *
Patella rustica Linnaeus, 1758
Peltodoris atromaculata Bergh, 1880
Rocellaria dubia (Pennant, 1777)
Thylacodes arenarius (Linnaeus, 1758)

Crustacea

Balanus sp.
Chthamalus sp.
Galathea strigosa (Linnaeus, 1761)
Maja Squinado (Herbst, 1788)*
Plesionika narval (Fabricius, 1787)
Pollicipes pollicipes (Gmelin, 1790)

Echinodermata

Astrospartus mediterraneus (Risso, 1826)
Centrostephanus longispinus (Philippi, 1845) *
Chaetaster longipes (Retzius, 1805)
Echinaster (Echinaster) sepositus (Retzius, 1783)
Hacelia attenuata Gray, 1840
Holothuria (Panningothuria) forskali Delle Chiaje, 1823
Marthasterias glacialis (Linnaeus, 1758)
Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816) *
Sphaerechinus granularis (Lamarck, 1816)

Bryozoa

Adeonella calveti (Canu & Bassler, 1930)
Caberea boryi (Audouin, 1826)
Fron dipora verrucosa (Lamouroux, 1821)
Myriapora truncata (Pallas, 1766)
Pentapora fascialis (Pallas, 1766)
Smittina sp.
Turbicellepora avicularis (Hincks, 1860)
Turbicellepora coronopus (Wood, 1844)

Asci diacea

Aplidium conicum (Olivi, 1792)
Aplidium elegans (Giard, 1872)
Aplidium proliferum (Milne Edwards, 1841)

Aplidium sp.

Ciona edwardsi Roule, 1884

Clavelina dellavallei (Zirpolo, 1825)

Clavelina lepadiformis (Müller, 1776)

Didemnum fulgens (Milne Edwards, 1841)

Didemnum sp.

Diplosoma spongiforme (Giard, 1872)

Halocynthia papillosa (Linnaeus, 1767)

Phallusia mammillata (Cuvier, 1815)

Polycitor adriaticus (Drasche, 1883)

Pseudodistoma crucigaster Gaill, 1972

Pycnoclavella nana (Lahille, 1890)

Synoicum blochmanni (Heiden, 1894)

Pisces

Anthias anthias (Linnaeus, 1758)

Boops boops (Linnaeus, 1758)

Chelon labrosus (Risso, 1827)

Chromis chromis (Linnaeus, 1758)

Coris julis (Linnaeus, 1758)

Ctenolabrus rupestris (Linnaeus, 1758)

Diplodus vulgaris (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)

Labrus merula Linnaeus, 1758

Labrus mixtus Linnaeus, 1758

Mullus surmuletus Linnaeus, 1758

Muraena helena Linnaeus, 1758

Parablennius pilicornis (Cuvier, 1829)

Parablennius rouxi (Cocco, 1833)

Scorpaena notata Rafinesque, 1810

Scorpaena porcus Linnaeus, 1758

Scorpaena scrofa Linnaeus, 1758

Serranus cabrilla (Linnaeus, 1758)

Serranus scriba (Linnaeus, 1758)

Sprattus sprattus (Linnaeus, 1758)

Symphodus mediterraneus (Linnaeus, 1758)

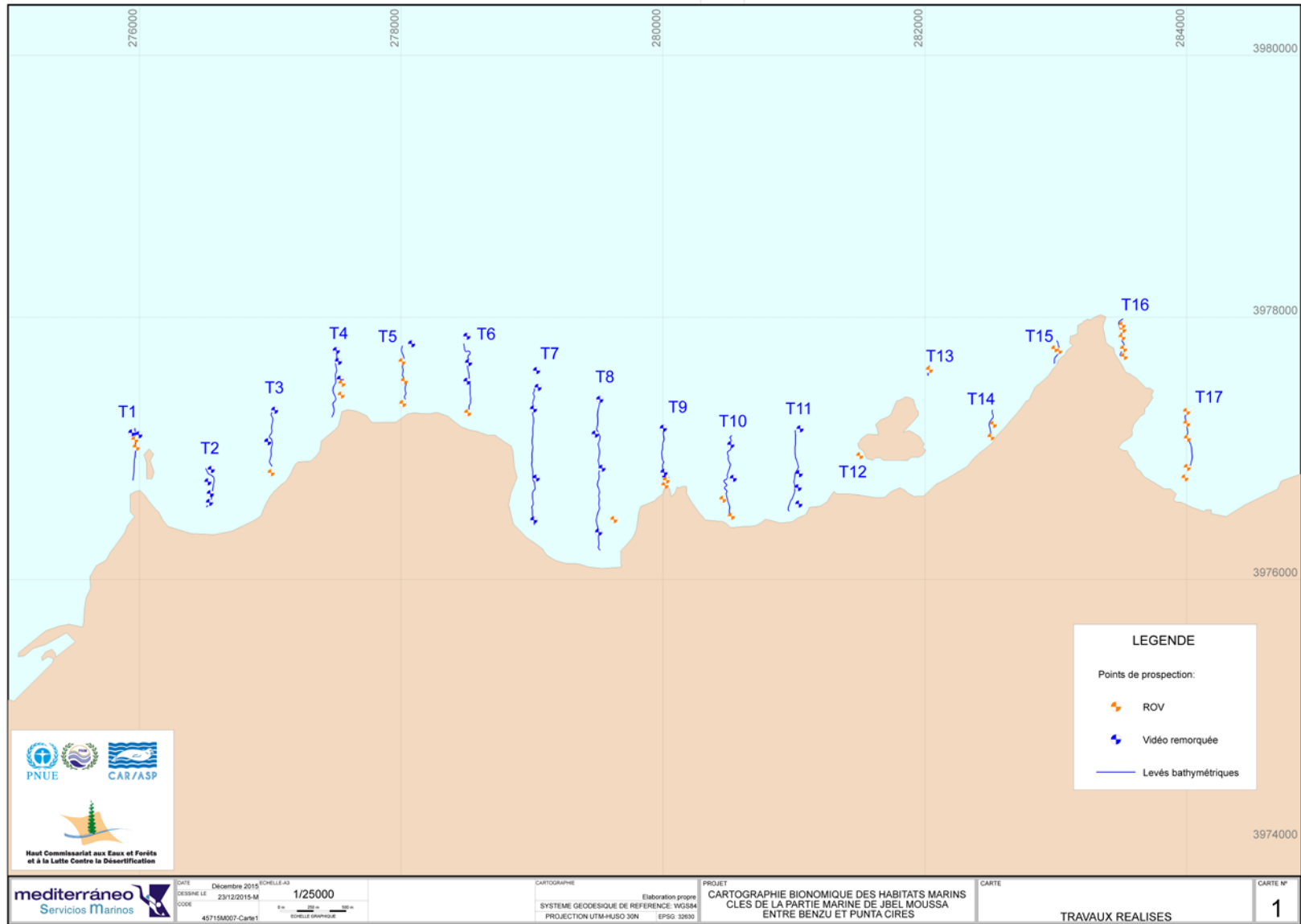
Symphodus melanocercus (Risso, 1810)

Symphodus melops (Linnaeus, 1758)

Thunnus sp.

Zeus faber Linnaeus, 1758

**ANNEXE IV: Transects prospectés dans la
zone marine de Jbel Moussa par ROV et
caméra remorquée**

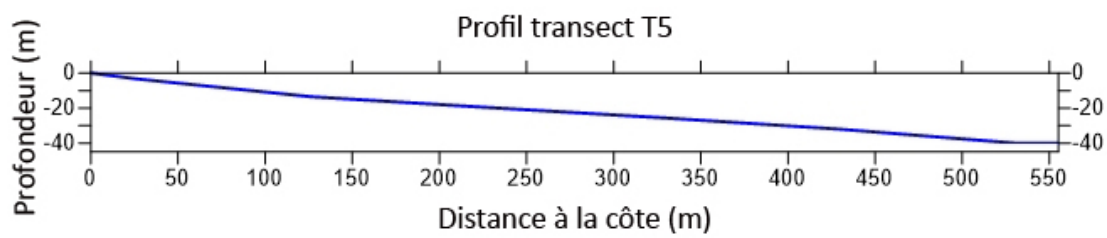
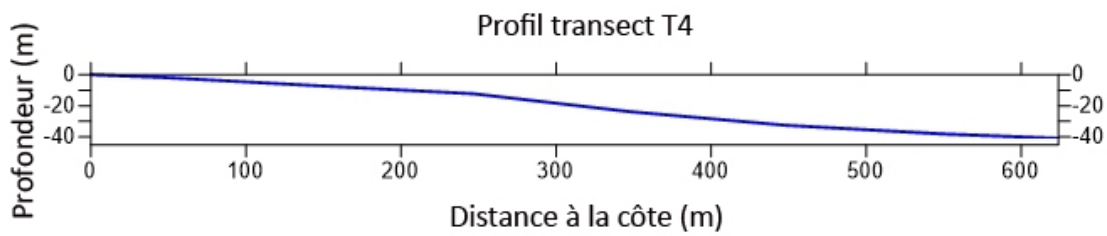
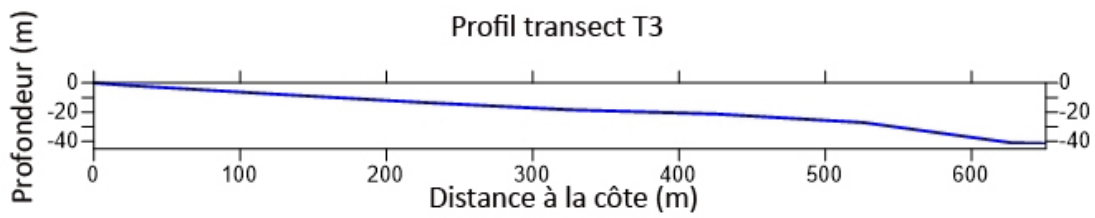
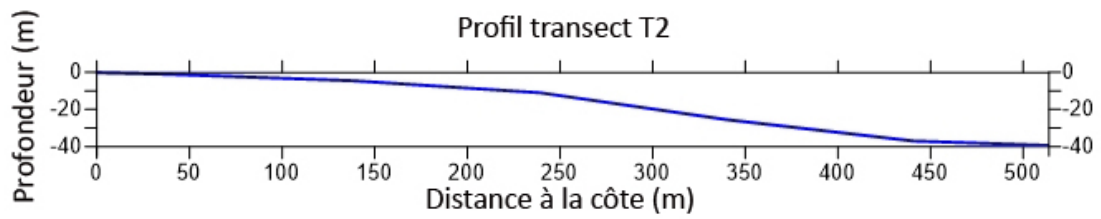
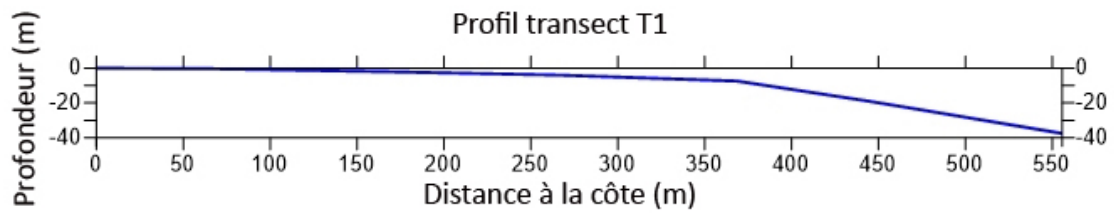


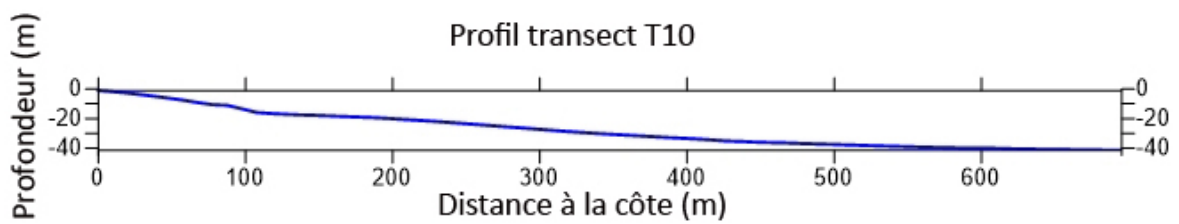
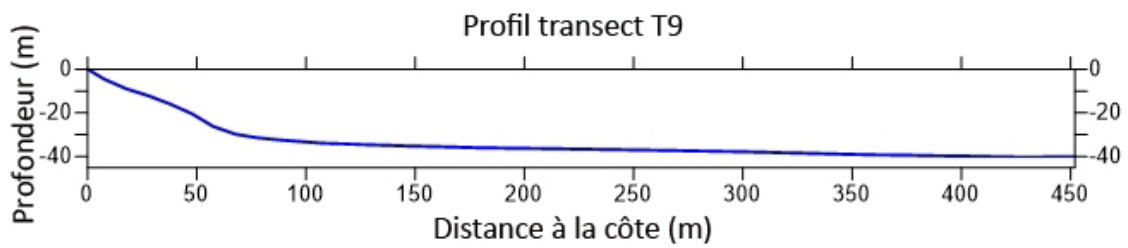
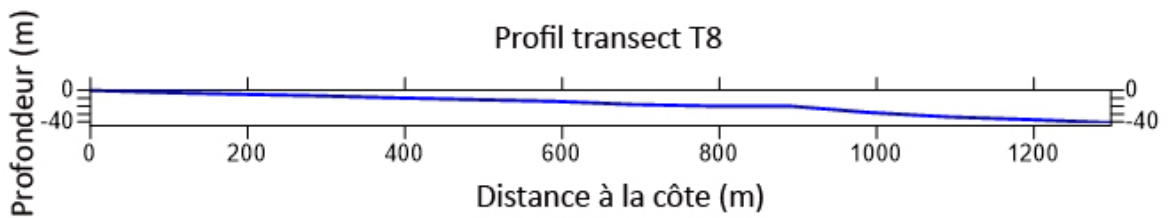
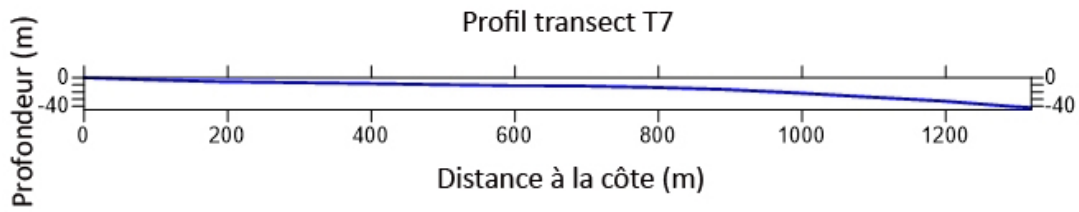
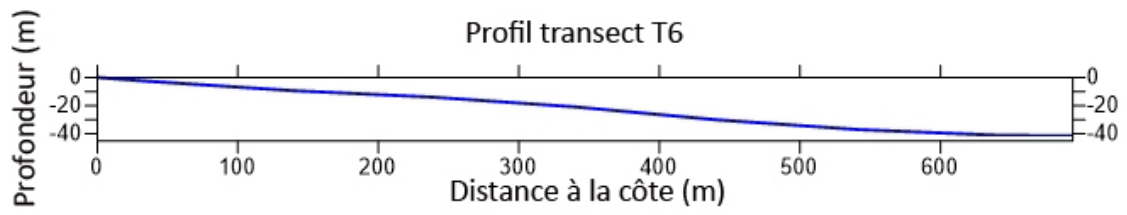
**ANNEXE V : Coordonnées UTM H 30 Datum
WGS 84 et profondeurs (mètres) des vidéos
réalisées.**

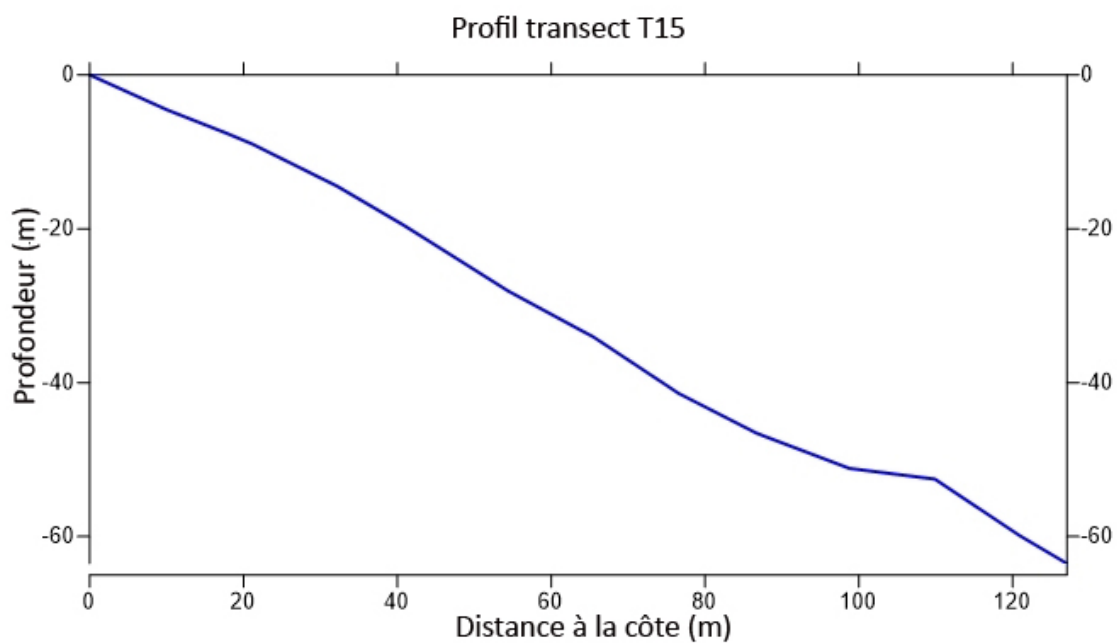
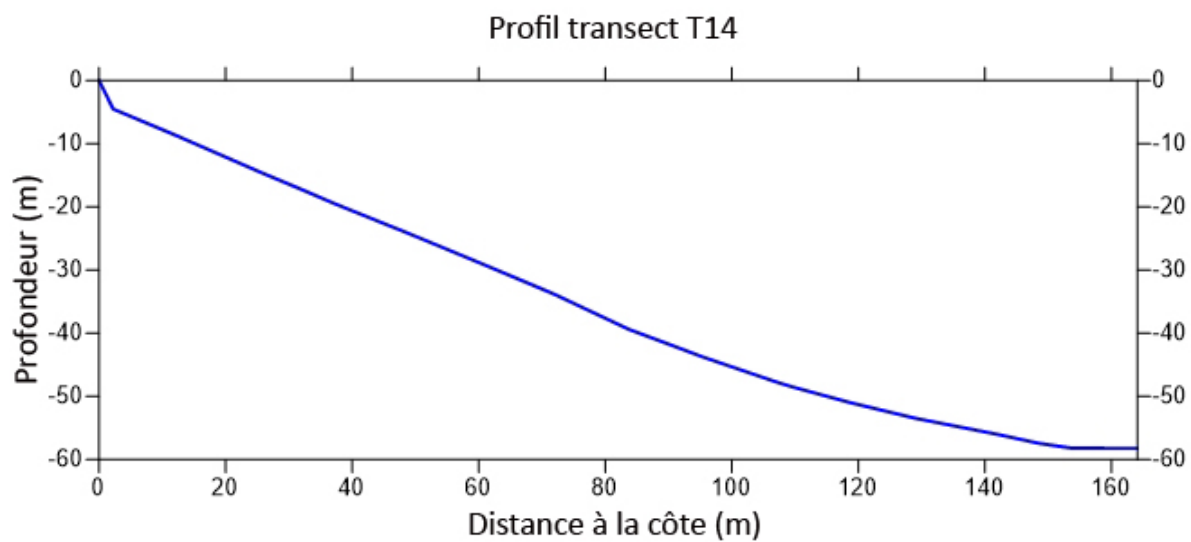
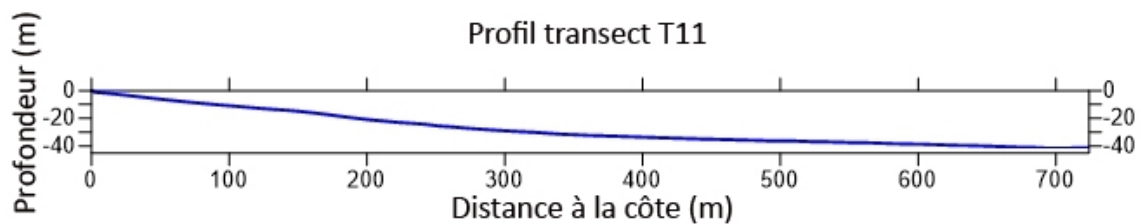
STATION	TECHNIQUE	DATE	X	Y	Z
Tr01_10m	ROV	09/09/2015	275976.29	3977007.89	13.9
Tr01_20m	ROV	09/09/2015	275966.37	3977067	21.3
Tr01_23à36m	Vidéo remorquée	09/09/2015	276003.29	3977108.69	21.4
Tr01_38à41m	Vidéo remorquée	09/09/2015	276006.2	3977156.56	38.8
Tr02_10m	Vidéo remorquée	08/09/2015	276535.81	3976587.72	10.6
Tr02_20m	Vidéo remorquée	08/09/2015	276542.63	3976654.23	21.3
Tr02_30m	Vidéo remorquée	08/09/2015	276524.5	3976744.86	34.2
Tr02_40m	Vidéo remorquée	08/09/2015	276549.49	3976839.11	40
Tr03_10à5m	ROV	08/09/2015	277006.84	3976814.52	8.8
Tr03_20m	Vidéo remorquée	08/09/2015	277043.47	3977205.35	22
Tr03_41à23m	Vidéo remorquée	08/09/2015	276981.06	3977050.24	22.8
Tr04_10à5m	ROV	09/09/2015	277541.87	3977407.17	11.8
Tr04_20m	ROV	08/09/2015	277547.23	3977496.1	19.4
Tr04_30m	Vidéo remorquée	09/09/2015	277535.27	3977528.52	27.1
Tr04_37à38m	Vidéo remorquée	09/09/2015	277536.06	3977666.78	35.6
Tr04_42à40m	Vidéo remorquée	09/09/2015	277512.16	3977748.34	41.2
Tr05_5à10m	ROV	09/09/2015	278012.15	3977342.29	8.6
Tr05_20m	ROV	09/09/2015	278024.67	3977514.83	22.2
Tr05_30m	ROV	09/09/2015	278007.16	3977662.42	29.7
Tr05_40m	Vidéo remorquée	09/09/2015	278079.67	3977798.06	37.4
Tr06_5à10m	ROV	09/09/2015	278508.67	3977271.6	8.8
Tr06_20m	Vidéo remorquée	09/09/2015	278503.28	3977512.39	23.6
Tr06_30m	Vidéo remorquée	09/09/2015	278515.07	3977654.68	34.2
Tr06_40m	Vidéo remorquée	09/09/2015	278501.79	3977855.78	45.4
Tr07_5m	Vidéo remorquée	08/09/2015	279013.52	3976453.12	5.2
Tr07_10m	Vidéo remorquée	08/09/2015	279031.81	3976773.77	10.6
Tr07_20m	Vidéo remorquée	08/09/2015	279011.3	3977300.71	22.2
Tr07_30m	Vidéo remorquée	08/09/2015	279045.61	3977465.84	32.4
Tr07_40m	Vidéo remorquée	09/09/2015	279034.25	3977594.15	41.4
Tr08_10à5m	Vidéo remorquée	07/09/2015	279504.3	3976504.22	9.8
Tr08_20m	Vidéo remorquée	08/09/2015	279533.87	3976848.67	21.4
Tr08_30m	Vidéo remorquée	08/09/2015	279482.03	3977109.46	31.6
Tr08_40m	Vidéo remorquée	08/09/2015	279517.44	3977374.12	41.4
Tr09_10à5m	ROV	08/09/2015	280014.48	3976718.79	11.4
Tr09_20m	ROV	08/09/2015	280024.85	3976757.76	22
Tr09_30m	Vidéo remorquée	08/09/2015	280020.93	3976779.91	31.5
Tr09_35m	Vidéo remorquée	08/09/2015	280007.96	3976816.92	34.4
Tr09_40m	Vidéo remorquée	08/09/2015	280002.28	3977153.78	40.8
Tr10_5à10m	ROV	06/09/2015	280521.65	3976482.13	8.9
Tr10_20m	ROV	06/09/2015	280456.56	3976612.18	19.2
Tr10_30m	Vidéo remorquée	07/09/2015	280536.39	3976771.66	30.5
Tr10_40m	Vidéo remorquée	07/09/2015	280517.71	3977028.3	40.2
Tr11_10m	Vidéo remorquée	07/09/2015	281037.52	3976576.09	11.6
Tr11_20m	Vidéo remorquée	07/09/2015	281032.02	3976700.69	22.8
Tr11_30m	Vidéo remorquée	07/09/2015	281039.95	3976807.59	31.1
Tr11_40m	Vidéo remorquée	07/09/2015	281046.4	3977149.56	41.2

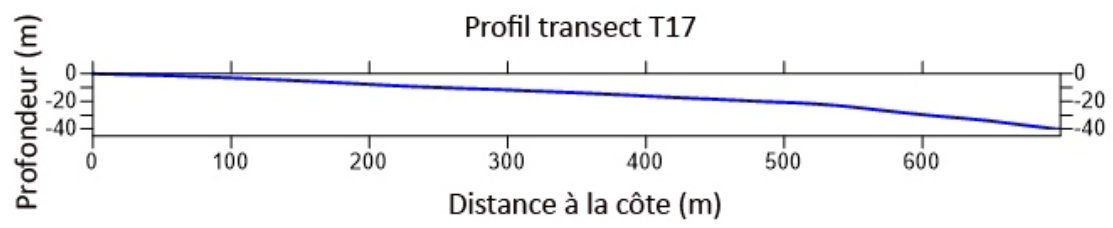
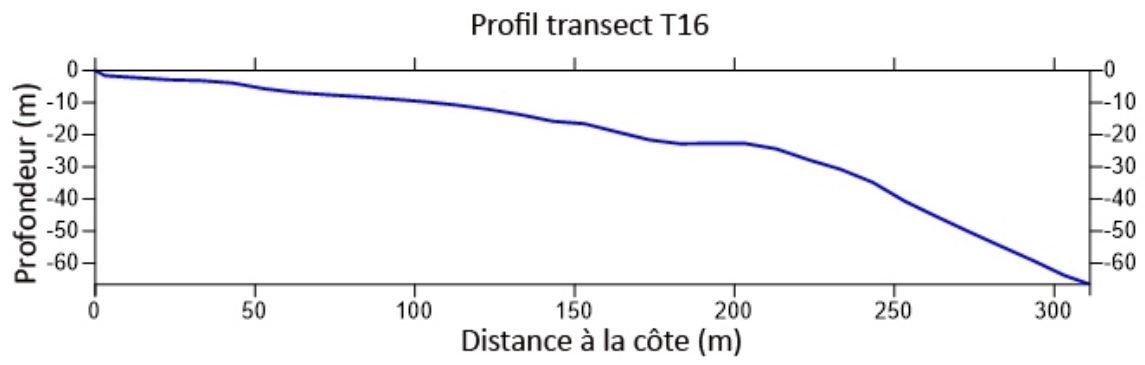
Tr12_10m	ROV	06/09/2015	281502.79	3976944.29	11.1
Tr13_40m	ROV	07/09/2015	282034.13	3977600.94	31
Tr14_30à5m	ROV	07/09/2015	282505.26	3977088.11	11.3
Tr14_48à30m	ROV	07/09/2015	282522.52	3977183.18	43.4
Tr15_20à5m	ROV	07/09/2015	283022.48	3977745.45	26.6
Tr15_40à20m	ROV	07/09/2015	282991.83	3977760.46	53
Tr16_5m	ROV	06/09/2015	283521.23	3977702.02	4.2
Tr16_10m	ROV	06/09/2015	283517.35	3977760.66	10.4
Tr16_20m	ROV	06/09/2015	283505.59	3977849.46	21
Tr16_30m	ROV	06/09/2015	283511.12	3977908.11	29.2
Tr16_40m	ROV	06/09/2015	283506.89	3977942.68	40.8
Tr17_8m	ROV	05/09/2015	283986.17	3976775.26	8
Tr17_10m	ROV	05/09/2015	284003.52	3976854.63	10
Tr17_20m	ROV	05/09/2015	284004.4	3977077.25	20
Tr17_30m	ROV	05/09/2015	283999.91	3977190.72	30
Tr17_40m	ROV	05/09/2015	283998.86	3977281.73	40

ANNEXE VI : Profils bathymétriques des transects prospectés









**ANNEXE VII: Archive des prises d'images
réalisées à partir des prospections vidéo
réalisées dans la partie marine de Jbel
Moussa**

TRANSECT 1



T1_10m



T1_23 a 36m



T1_10m

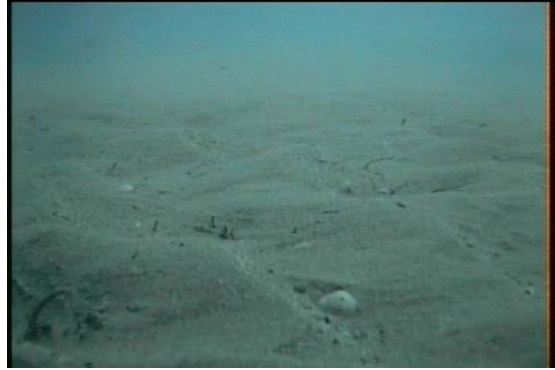


T1_38 a 42m

TRANSECT 2



T2_10m



T2_20m

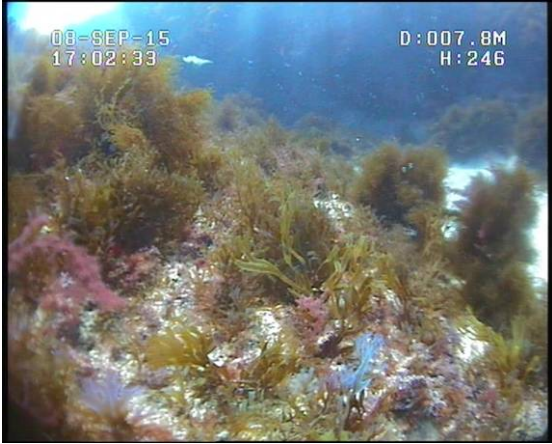


T2_30m



T2_40m

TRANSECT 3



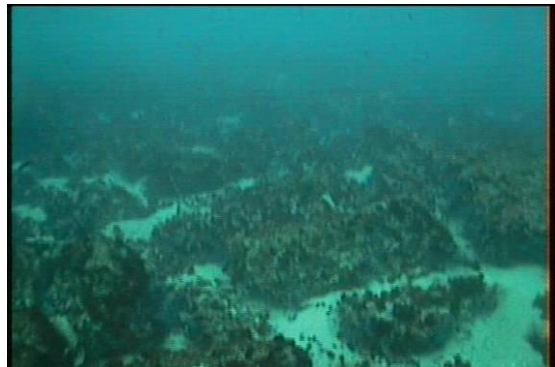
T3_10m



T3_20m



T3_30m



T3_40m

TRANSECT 4



T4_10m



T4_20m



T4_30m



T4_40m

TRANSECT 5



TR5_10m



TR5_20m



T5_30m



T5_40m

TRANSECT 6



T6_10m



T6_20m



T6_30m



T6_40m

TRANSECT 7



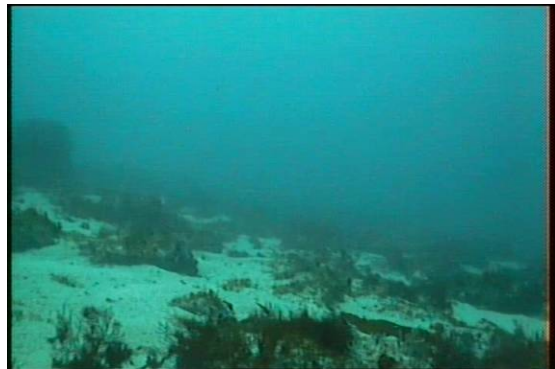
T7_10m



T7_20m



T7_30m



T7_40m

TRANSECT 8



T8_10m



T8_20m



T8_30m



T8_40m

TRANSECT 9



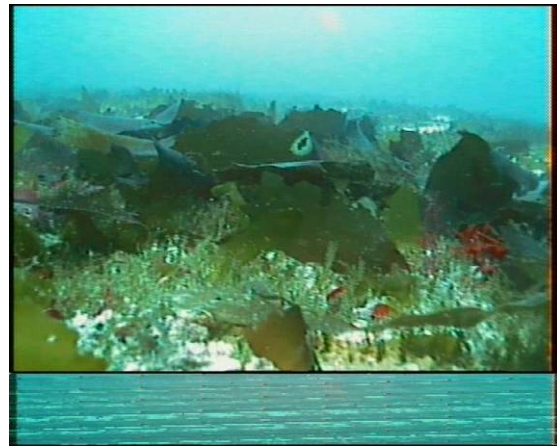
T9_10m



T9_20m



T9_30m



T9_40m

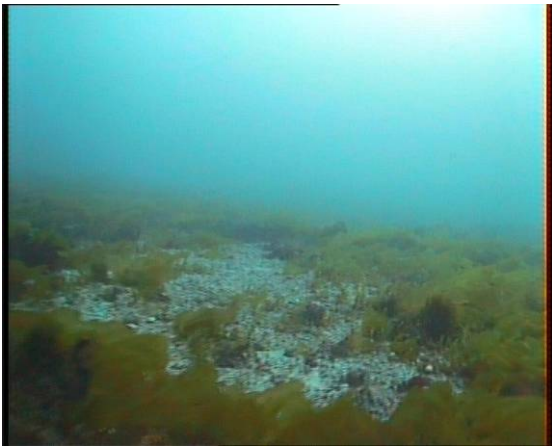
TRANSECT 10



T10_10m



T10_20m



T10_30m

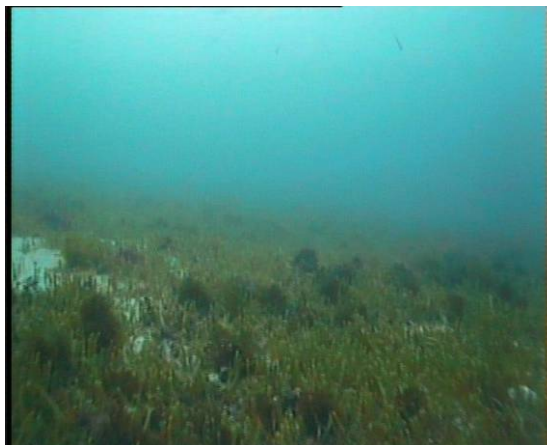


T10_40m

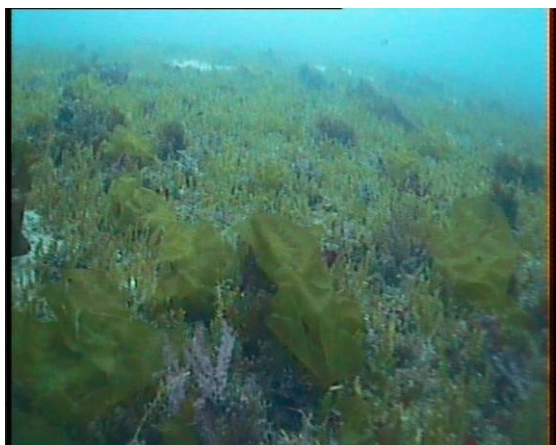
TRANSECT 11



T11_10m



T11_20m



T11_30m



T11_40m

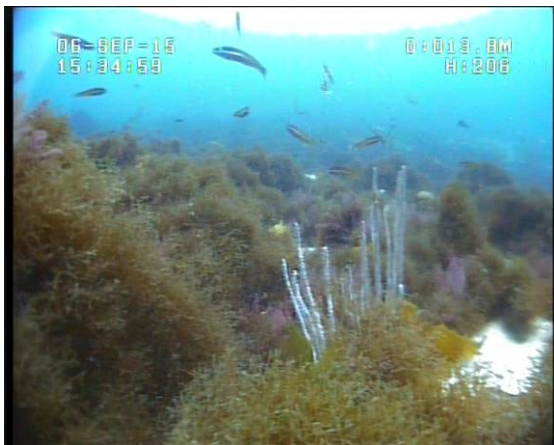
TRANSECT 12
(Ilot de Perejil)



T12_10m



T12_10m

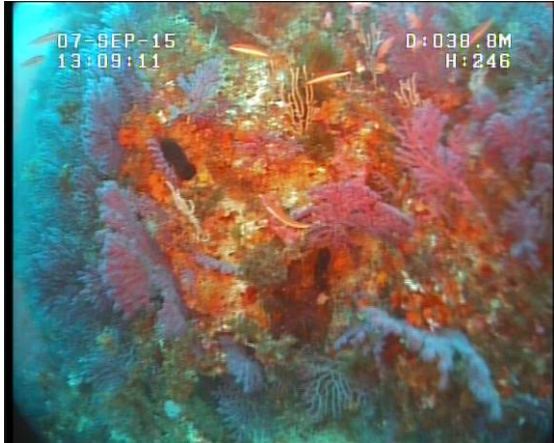


T12_10m



T12_10m

TRANSECT 13
(Ilot de Perejil)



T13_40m



T13_40m



T13_40m



T13_40m

TRANSECT 14



T14_10m



T14_20m



T14_30m



T14_40m

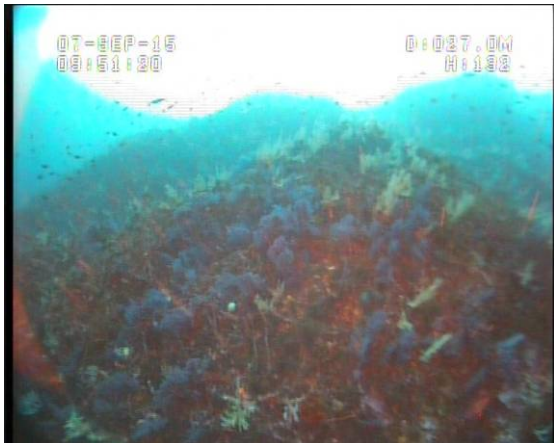
TRANSECT 15



T15_10m



T15_10m



T15_10m



T15_10m

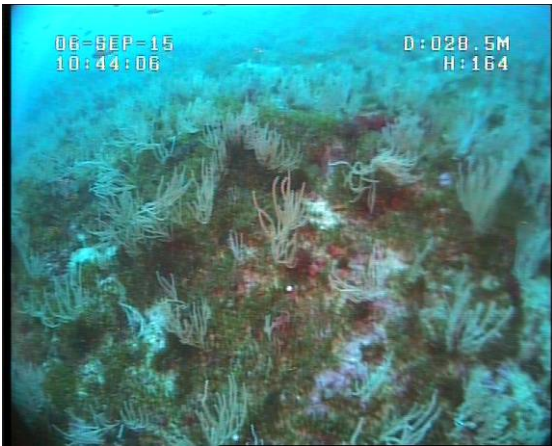
TRANSECT 16



T16_10m



T16_20m



T16_30m



T16_40m

TRANSECT 17



T17_10m



T17_20m



T17_30m



T17_40m

ANNEXE IX: FSD



PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT
PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE
CENTRE D'ACTIVITES REGIONALES POUR LES AIRES SPECIALEMENT PROTEGEES
(CAR/ASP) - Tunis

FORMULAIRE STANDARD DES DONNEES (FSD)
POUR LES INVENTAIRES NATIONAUX DE SITES NATURELS
D'INTERET POUR LA CONSERVATION

INTRODUCTION

Le Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée et le Plan d'Action pour la protection du milieu marin et le développement durable des zones côtières de la Méditerranée (PAM Phase II), adoptés par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone en 1995, contiennent des dispositions pour la préparation d'inventaires tant au niveau national qu'au niveau régional.

Le succès de la Convention de Barcelone et de ses protocoles dépend largement du niveau d'information sur les habitats et les espèces d'intérêt méditerranéen qui sera atteint au cours des prochaines années. A cet égard, l'amélioration quantitative et qualitative du niveau d'information réalisée dans le cadre de la mise en œuvre de ces instruments constituera également un indicateur de leur réussite.

Dans ce contexte, en faisant suite à une disposition spécifique du PAM Phase II visant la préparation d'inventaires basés sur des critères communs, les Parties contractantes ont adopté lors de leur 10^{ème} Réunion ordinaire (Tunis, 18-21 novembre 1997) des critères pour l'établissement d'inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation.

Les critères stipulent que *"Les informations relatives à chaque site inventorié seront rédigées selon une forme de présentation normalisée, qui sera approuvée par les Parties sur la base d'une proposition faite par le Centre. Ces informations devront inclure, sans pour autant nécessairement s'y limiter, les domaines spécifiés à l'appendice I de ces mêmes critères."* (Art. 7)

Le présent Formulaire Standard des Données (FSD) veut constituer un outil opérationnel adressé aux autorités nationales compétentes pour la mise en œuvre de cette disposition. Il est conçu pour couvrir les champs d'information détaillés en appendice aux critères, et les critères spécifiques pour l'évaluation de l'importance d'un site pour les habitats et les espèces (art. 4, 5 et 6 des critères).

Du point de vue technique, ce FSD est une adaptation aux spécificités de la Méditerranée des FSD développés dans le cadre des réseaux de sites NATURA 2000 et EMERAUDE, en cours d'être mis en place respectivement au niveau de l'Union Européenne (Directives 79/409/CEE et 92/43/CEE du Conseil) et du Conseil de l'Europe (Résolution n° 3 (1996) du Comité permanent de la Convention de Berne), l'objectif principal étant d'assurer dans toute la mesure du possible la compatibilité, et de cette manière faciliter l'échange de données et d'informations avec les systèmes de bases de données établis dans le cadre de ces initiatives.

Conformément aux objectifs généraux des inventaires, le présent formulaire a été conçu avec les principaux objectifs de:

- assister la prise de décision concernant la gestion et, le cas échéant, la protection du site décrit;
- fournir un outil pour la surveillance à long terme du site.

Le formulaire est conçu pour permettre l'archivage sur papier, la saisie et le transfert informatisés des données.

Considérations générales concernant la compilation du formulaire

Lors de l'élaboration du présent formulaire, un certain nombre d'observations et de demandes de clarifications ont été formulées par ceux qui, à différents titres, y ont été impliqués, notamment les Points focaux nationaux pour les ASP et les experts qu'ils ont désignés pour les assister. Cette section inclut quelques considérations d'ordre général ayant pour but de clarifier quelques observations recourantes.

Relations entre les présents inventaires et les inventaires établis dans le cadre des réseaux Natura 2000 et Emeraude. Dans une perspective de compatibilité avec d'autres initiatives dans la région, le présent FSD est basé du point de vue technique sur les FSD élaborés dans le cadre des réseaux de sites Natura 2000 et Emeraude. Cependant, le présent système d'inventaires comporte des différences par rapport aux initiatives susmentionnées, qui méritent d'être rappelées ici dans la mesure où elles impliquent des différences dans l'utilisation des formulaires décrivant les sites répertoriés. Natura 2000 et Emeraude sont des réseaux de sites établis dans un contexte international (respectivement l'Union Européenne et le Conseil de l'Europe) avec des objectifs de conservation. À cet égard, les FSD constituent l'outil primaire pour la sélection des sites à retenir dans les réseaux à partir des propositions des différents pays. Pour servir à ce besoin, les FSD doivent être remplis avec un degré d'homogénéité élevé; à cet effet, les formulaires établis dans le cadre de ces initiatives comportent des champs dont la compilation est obligatoire et des champs facultatifs. L'inclusion d'un site dans le réseau comporte un engagement au niveau international du pays concerné vis-à-vis du maintien en état du site.

Cette phase d'intégration au niveau international n'est pas prévue dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée. Les présents inventaires de sites marins et côtiers doivent être considérés comme des outils de connaissance dont les objectifs primaires restent l'assistance aux pays dans la prise de décision et la surveillance à long terme. Ceci dit, il est clair que pour les pays participants dans Natura 2000 et/ou Emeraude les présents inventaires pourraient fournir des éléments à utiliser, à discrétion des pays eux-mêmes, dans la mise en place des réseaux susmentionnés, ce qui serait certainement facilité par le niveau élevé de compatibilité entre les systèmes d'information.

Niveau de l'information requise et indications générales pour la compilation du formulaire. Conformément avec les principes généraux pour la préparation d'inventaires des éléments de la diversité biologique dans la région méditerranéenne (doc. UNEP(OCA)/MED IG.11/10, Annexe IV, Appendice IV), qui stipulent que "*Pour répondre convenablement aux objectifs de conservation, les inventaires doivent:*

- être mis à jour de façon régulière;

- contenir, pour chaque élément énuméré, les informations utiles à la conservation et à la surveillance de celui-ci.", le présent FSD demande pour le site à inventorier une information détaillée et parfois complexe, notamment concernant les habitats et les espèces d'intérêt présents sur le site. En particulier, l'évaluation de l'importance du site pour un habitat ou une espèce donnée sur la base des critères retenus demande en principe de la part du (des) compilateur(s) une bonne connaissance des caractéristiques de l'habitat ou de l'espèce concernés, ainsi que de leur statut aussi bien à l'intérieure qu'à l'extérieure du site.

Il est entendu qu'il serait difficile pour une seule personne de remplir convenablement le formulaire. **De ce fait la compilation d'un FSD se présente essentiellement comme un travail d'équipe, indépendamment du fait qu'un responsable unique soit identifié ou non pour mener à bien l'opération.**

Un deuxième aspect concerne la disponibilité effective, pour un site donné, des informations nécessaires pour la compilation du formulaire dans toutes ses parties. Cette préoccupation semble être en particulier valable pour les sections du Formulaire standard des données relatives à l'évaluation de l'importance du site pour les habitats et les espèces indiqués dans les listes de référence. Il est indubitable que, pour plusieurs de ces habitats et espèces, et notamment pour les espèces et les habitats marins, les informations actuellement disponibles ne permettraient pas une évaluation suffisamment fiable sur la base des critères retenus. En raison du manque d'informations et des difficultés d'évaluation des critères, il ne sera sans doute pas possible de remplir dans l'immédiat des champs comme la représentativité et la superficie relative d'un type d'habitat déterminé ou les effectifs de la population (densité) des espèces et le degré de conservation des différents types d'habitats. Dans ces cas, **il semblerait préférable de ne pas remplir les sections pour lesquelles l'information serait insuffisante, ce qui constituerait au niveau du formulaire une indication des lacunes d'information à combler.** Pour ne pas retarder l'établissement des inventaires et étant donné que des mises à jour périodiques des inventaires sont prévues, il n'est pas obligatoire de compiler complètement le Formulaire. Cependant, étant donné l'importance des informations susmentionnées pour la conservation des habitats et des espèces, des études et des recherches devraient être entreprises pour rassembler les données requises dès que possible. Dans l'établissement des inventaires, la priorité devrait être accordée aux sites les plus menacés afin d'en assurer une gestion efficace.

1. IDENTIFICATION DU SITE

1.1. CODE DU SITE

M	A	J	M	O	U	S	S	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1.2. DATE D'IDENTIFICATION

2	0	1	5	0	9
A	A	A	A	M	M

1.3. DATE DE COMPILATION

2	0	1	6	0	6
A	A	A	A	M	M

1.4. MISE À JOUR

A	A	A	A	M	M

1.5. RESPONSABLE(S):

Hoccin BAZAIRI, Université Mohammed V, Faculté des Sciences, 4 Avenue Ibn Battouta, B.P. 1014 RP, Rabat, Maroc
 Free ESPINOSA, Laboratorio de Biología Marina, Universidad de Sevilla, Avda. Reina, Mercedes 6, 41012 Sevilla, Spain

1.6. APPELLATION DU SITE:

Jbel Moussa

2. LOCALISATION DU SITE

2.1. COORDONNEES DU CENTRE:

LONGITUDE (W)

	0	5	2	5		
--	---	---	---	---	--	--

W/E (Greenwich)

LATITUDE

3	5	5	4		
---	---	---	---	--	--

2.2. SUPERFICIE (ha):

Terrestre:		3	1	6	0	,	0	0
Marine:			6	8	0	,	0	0
Superficie TOTALE:		3	8	4	0	,	0	0

2.3. LONGUEUR (km):

			,			
--	--	--	---	--	--	--

2.4. ALTITUDE/PROFONDEUR (mètres):

+/- MINIMUM

Altitude:					
Profondeur:				0	0

MAXIMUM

	4	0	

MOYENNE

2.5. RÉGION ADMINISTRATIVE:

CODE

NOM DE LA RÉGION

Région Tanger-Tétouan-Al Hoceima

% COUVERT

1	0	0

Surface marine non couverte par une région NUTS

--	--	--

3. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

3.1. CARACTÈRE GÉNÉRAL DU SITE:

	% couvert
AIRES CÔTIÈRES	
Zone humides côtières (lagunes, estuaires, deltas, salines)	
Marais salants	
Dunes, plages de sables, plages de galets	
Falaises maritimes, côtes rocheuses	
Vasières et bancs de sable	
Broussailles, maquis et garrigues, phryganes	
Forêts	
Terres agricoles	
Autres terres (incluant les zones urbanisées et industrielles, routes, décharges, usines)	
AIRES MARINES	
Sables fins bien calibrés	15,81
Mattes mortes de <i>Zostera marina</i>	3,43
Sables fins bien calibrés avec mattes de <i>Zostera marina</i>	5,11
Herbiers de <i>Zostera marina</i>	1,67
Galets infralittoraux	0,13
Fonds détritiques côtiers	2,91
Algues photophiles profondes sans prédominance de laminaires sur fonds biodétritiques	5,27
Algues de profondeur avec prédominance de laminaires sur fonds biodétritiques	12,43
Algues photophiles infralittorales de mode calme	28,08
Algues sciaphiles en mode calme ou précorraligène avec prédominance de <i>Eunicella</i> sp.	10,88
Algues sciaphiles circalittorales en mode calme ou corraligène avec prédominance de <i>Paramuricea clavata</i>	13,51
Grottes obscures et surplombs	0,77
<u>Autres caractéristiques du site:</u>	
Localisation géographique et superficie	
<p>Le site de Jbel Moussa compte parmi les Sites d'intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) de priorité 1 dans le Plan Directeur des Aires Protégées au Maroc (PDAPM 1996) (Fig. 1). Il se situe sur le Déroit de Gibraltar, à l'extrême Nord-Ouest du Maroc dans la région septentrionale de la Péninsule tingitane, plus précisément entre Ksar Sghir et Sebta. Le secteur appartient à la province de Fahs-Anjra et au communes de Ksar Sghir, Ksar el Majaz. Il est limité à l'Est par Sebta et la commune de Fnideq, au Nord par le déroit de Gibraltar, à l'Ouest par la commune d'El Bahraouyine et au Sud, par les terrains de Fahs et de Melloussa.</p> <p>Les limites du SIBE englobent une superficie de 38,4 km² (partie terrestre : 31,6 km² ; partie marine : 6,8 km²), soit au total une superficie de 4000 ha. Le SIBE est limité (PDAPM 1996) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ au nord par le littoral depuis Cap Ciress jusqu'à Belyounech, englobant l'îlot Leïla ; ❖ à l'est la limite emprunte la route qui rejoint Belyounech à la RS 704 (Fnideq-Tanger), suit celle-ci vers l'est jusqu'au Jbel Tarsif, dont elle descend par le versant oriental sur Mzala ; ❖ depuis Mzala, la limite remonte sur la crête en face et suit vers l'ouest la piste muletière qui rejoint la RS 704, puis de ce point descend vers l'oued Mersa qui va être suivi jusqu'à hauteur d'une petite piste qui file plein ouest après le vallon d'Aïn Dchicha et permet d'aborder les contreforts du grand Jbel Atba depuis le piémont du Koudia et Alia ; ❖ à partir de la "passe" entre Rcham et le Koudia el Alia, la limite rejoint la route qui mène directement à Ras Ciress qu'elle va longer jusqu'à ce cap. 	
Cadre géologique et géomorphologique	
<p>Le littoral méditerranéen marocain se situe dans sa quasi-totalité au pied de la chaîne du Rif, dont les reliefs plongent en mer souvent en pente forte. Le paysage dominant au niveau de cette côte est celui des falaises hautes interrompues par des vallées encaissées, donnant lieu au contact de la mer à des petites plages de sable grossier ou de gravier. Toutefois, cette côte très sinueuse comporte quelques petits replats côtiers situés au niveau des baies où</p>	

des rivières ont pu donner lieu à de petites plaines alluviales.

Le SIBE de Jbel Moussa est situé à l'extrémité de la grande dorsale calcaire qui structure toute la région montagneuse du Rif. Il s'agit d'un massif calcaire Karstifié culminant à 850 m et situé au bord de la mer avec quelques faciès des nappes paléozoïques siliceuses (schistes, grès). La majeure partie du site fait partie de la formation des Ghomarides. A coté, on trouve les formations des Sebtides et particulièrement le socle cristallophyllien. Les deux principales culminances du site à savoir Jbel Ciress et Jbel Moussa appartiennent à la ride Taridique.

Le littoral du SIBE correspond à une zone côtière caractérisée par la dominance des côtes rocheuses ou des falaises, qui s'alternent avec des anses ou des criques à petites plages sableuses souvent extraordinaires. A côté de la mer, la morphologie générale se caractérise par la proximité des crêtes côtières et des hauteurs de reliefs qui dépassent 800 m au niveau de Jbel Moussa.

Le SIBE de Jbel Moussa jouit d'une position continentale et maritime lui offrant un paysage remarquable avec un fort contraste terre-mer. Il représente un promontoire rocheux surplombant le détroit de Gibraltar. La topographie est fortement vallonnée, avec des versants à fortes pentes, des falaises calcaires blanches et des replats étroits. Le contact avec la mer se fait par des falaises vives, abruptes par endroits, qui ne favorisent pas l'installation de larges plages. Quelques minuscules plages existent, formées par des golfs entourés de caps, à Belyounech, Oued El Mersa et Oued Rmel. Au centre de la zone, l'îlot Leïla est un énorme bloc distant de 200 m de la côte. Seule la plage de Ras Ciress, à l'Ouest, est aisément accessible, constituée de sable fin d'une blancheur remarquable (PDAPM 1996).

Cadre climatique

Vu sa position sur la marge sud-ouest de la Méditerranée, le Nord du Maroc se trouve sous un climat typiquement méditerranéen. Les pluies y proviennent des perturbations atlantiques (Açores), qui constituent la principale origine des masses d'air humides dans le Rif, et des perturbations méditerranéennes (liées à l'arrivée de masses d'air froides du Nord), qui sont moins fréquentes mais généralement humides. Cette région se trouve également sous l'influence des pressions sahariennes, qui sont à l'origine du Chergui et du Sirocco, vents chauds et secs du Sud et du Sud-Est. Toutefois, cette variante du climat méditerranéen présente une grande hétérogénéité : le climat est fortement influencé par l'océan Atlantique, la mer Méditerranée et les reliefs.

Le climat méditerranéen se manifeste dans la région par son contraste saisonnier prononcé : une saison humide et fraîche (octobre-avril) et une saison sèche et chaude (mai-septembre), avec une concentration des précipitations annuelles sur une quarantaine de jours environ.

Les vents dominants dans la péninsule sont d'est en ouest. Les différences de températures entre l'océan Atlantique et les sols continentaux, les mouvements des eaux superficielles de l'Atlantique et de la Méditerranée, les phénomènes de flux et de reflux dus aux marées, la rencontre de couches d'eau de températures différentes, sont autant de facteurs qui expliquent la présence de vents souvent forts soufflant perpendiculairement aux côtes atlantiques et méditerranéennes.

L'amplitude thermique moyenne est comprise entre 15 et 25°C. L'été constitue une saison en général chaude sur le littoral méditerranéen où la saison hivernale est plutôt douce.

Cadre hydrographique et hydrogéologique

La dorsale calcaire allant de la région de Chefchaouen à Jbel Moussa et les nappes paléozoïques côtière constituent les principales unités hydrographiques (SDAUD, 2004). Le réseau hydrographique est dense mais les cours d'eau sont saisonniers et de faibles débits, en raison des reliefs caractérisés par des pentes assez fortes accélérant le ruissellement.

En dépit d'une pluviométrie importante, le régime hydrologique est assez temporaire ; l'écoulement ne s'opérant surtout que lors des pluies et ne durant pas très longtemps après la fin des averses. Les causes sont dues au caractère relativement imperméable des sols ; le substrat ne favorisant guère les infiltrations et le stockage de l'eau pluviale (absence d'aquifère).

Paramètres océanographiques

Les houles

Les houles dans la région du Déroit de Gibraltar ont deux origines :

- ❖ Les houles du secteur ouest à nord-ouest proviennent de l'atlantique avec une direction abondante N270, des amplitudes variant de 0,5 à 2m et à période comprise entre 9 et 12 secondes ;
- ❖ Les houles du secteur est à nord-est sont caractérisées par des amplitudes inférieures à 1,5 m. Ce sont des houles courtes et cambrées, avec des périodes faibles de 3 à 6 secondes engendrant un transfert littoral de l'Est vers l'Ouest. Elles sont marquées par une forte obliquité.

La zone, aux alentours de Jbel Moussa, présente des houles dont les hauteurs significatives médianes sont comprises entre 1 et 1,5 m. En condition d'agitations exceptionnelles, les hauteurs significatives de vagues atteignent quasiment 4m. Ces houles proviennent des directions comprises entre le Nord Ouest et l'Ouest. Les directions dominantes pour la propagation de la houle, durant toute l'année, sont celles d'Ouest Nord-ouest et de

Nord-Ouest. On attribue aux houles d'Ouest-Nord-Ouest une probabilité de 60% au mois d'avril et de 40 % au mois d'Aout. Pour les houles du Nord-Ouest, on leur attribue une probabilité de 52% au mois d'Août et de 27 % au mois de mai.

Les marées

A coté de la houle, la marée peut jouer un rôle non négligeable dans la dynamique sédimentaire de la frange littorale. Le marnage est un caractère essentiel des marées. La marée, là où le marnage est important, intervient à côté des vagues pour jouer un rôle dans la morphogénèse de la marge côtière par l'intermédiaire des courants qu'elle induit.

La marée dans le secteur de Jbel Moussa est de type semi diurne à légère irrégularité diurne (SOGREAH, 2007). Elle a une faible amplitude comprise entre 0,4 et 2m. La durée moyenne d'une marée montante est de 6h05 et celle de la marée descendante est de 6h15, la durée totale d'une marée est donc de 12h20. La zone d'étude est caractérisée par une marée peu influente sur la stabilité de son littoral du fait qu'elle est régnée par l'effet de la houle et des courants qui lui sont associés.

Les courants

La circulation générale des courants dans le détroit de Gibraltar (Méditerranée occidentale) est tributaire des échanges entre l'Atlantique et la Méditerranée, la marée et le vent (Heburn & La Violette 1998, Perkins et al. 1990).

a- Les courants généraux

La courantologie dans le détroit de Gibraltar se caractérise par une double couche :

- ❖ Une couche d'origine méditerranéenne (Gil 1990) entraînant les eaux plus salées de la Méditerranée à l'Ouest
- ❖ une couche superficielle d'origine atlantique sous forme d'un flux continu vers l'Est qui fait pénétrer les eaux atlantiques en Méditerranée en compensation des pertes par évaporation et de la forte salinisation qui en résulte et donnant naissance à deux gyres anticycloniques, l'un dans le secteur occidental et l'autre dans le secteur oriental (Arnone et al. 1990).

De plus, il existe une différence de niveau entre la mer Méditerranée et l'océan Atlantique. Cette différence, localisée principalement dans le détroit de Gibraltar, amorce un apport d'eaux atlantiques de surface formant un courant de pente (liée à un gradient de niveau). Ce courant de surface est à son minimum à la fin de l'hiver (février à avril) et à son maximum au début de l'automne (août à octobre).

b- La stratification

La couche de surface (dans laquelle les eaux de l'Atlantique entrent en Méditerranée) se déplace à une vitesse de 25 à 30 cm/s sur les 120 à 130 premiers mètres puis cette vitesse diminue jusqu'à s'annuler à environ 190 m sous la surface. Cette profondeur correspond à la profondeur moyenne de l'interface (Sanchez-Roman et al. 2008).

Dans la couche inférieure, les eaux de la Méditerranée sont conduites vers l'Ouest. La vitesse dans la colonne d'eau augmente alors progressivement jusqu'à son maximum à environ 290 m sous la surface. Ce maximum est de l'ordre de 130 cm/s. En dessous de cette profondeur, la vitesse décroît (Sanchez-Roman et al. 2008).

c- Les courants de marée

La marée, étant d'une moyenne de 1,4m, les courants qui lui sont associés sont de l'ordre de 0,3 à 0,5 m/s, ne dépassant guère 0,5 m/s. Ils sont masqués par les courants liés à la houle. Or, le détroit de Gibraltar se caractérise par de forts courants de marée qui n'intéressent pas directement certaines plages du secteur d'étude.

d- Les courants littoraux

Après réflexion, la houle déferlante arrive à la plage avec une certaine obliquité et donne naissance à trois types de courants :

- ❖ Un courant parallèle au rivage appelé encore courant de houle. Il se manifeste entre la zone de déferlement et le trait de côte ;
- ❖ Un courant en dents de scie sur la plage appelé courant de jet de rive. Dans la zone de jet de rive, le transport sédimentaire présente deux composantes : l'une dirigée vers le haut de la plage et l'autre dans la direction du trait de côte. L'intensité de la seconde composante dépend de l'obliquité des vagues par rapport au rivage ;
- ❖ Un courant de retour. L'afflux d'eau à la côte, consécutif au déferlement, est compensé par des courants de retour vers le large. Ces courants exercent une action érosive sur les fonds meubles. Ils sont capables de transporter hors de l'espace littoral du matériel, sableux en particulier, qui va se déposer au large.

3.3. ESPÈCES

visées a la liste de référence d'espèces pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation

et

leur évaluation

4. DESCRIPTION DU SITE

4.1. QUALITÉ ET IMPORTANCE:

Le site de Jbel Moussa compte parmi les SIBEs qualifiés de priorité 1 dans le Plan Directeur des Aires Protégées au Maroc (PDAPM 1996). Il englobe une superficie de 38,4 km² dont 31,6 km² pour la partie terrestre et 6,8 km² pour la partie marine.

Cette portion de côte a la particularité d'être le trait d'union entre l'océan Atlantique et la mer Méditerranée. Son régime océanologique est donc complexe et les interpénétrations de flore ou faune marines atteignent là leur maximum de diversité.

Le site de Jbel Moussa est un site d'une grande importance pour la faune et la flore marines dans la mesure où:

- ❖ Il se situe dans la zone de passage des mammifères marins se déplaçant régulièrement entre l'Atlantique et la Méditerranée. Il n'est, en effet, pas fortuit, si une station baleinière pour la chasse des grands mammifères marins a été construite au sein même de ce site. Les espèces qui passent par ce site, comme il est le cas de pratiquement tous les mammifères marins, sont menacées et inscrites dans des listes rouges internationales ;
- ❖ Le site se situe également dans une zone de passage des tortues marines entre la Méditerranée et l'Atlantique et vis versa. Il en témoigne le grand nombre de tortues marines capturées accidentellement par les pêcheurs locaux. Il s'agit principalement des deux espèces *Caretta caretta* et *Dermochelys coriacea*, toutes deux inscrites dans des listes rouges internationales;
- ❖ Le site est, jusqu'à présent, exempt de toute activité industrielle polluante (ce qui ne sera certainement pas le cas avec la construction du port de Tanger MED).
- ❖ Ses eaux limpides, l'accès relativement difficile dans la grande majorité des sites et l'absence de sources de pollution conséquentes y a permis le développement d'une flore algale exubérante et d'une faune bien diversifiée où pratiquement tous les groupes sont représentés et, de plus relativement bien conservés;
- ❖ Le site abrite encore certaines espèces plus ou moins gravement menacées à l'échelle de la Méditerranée, dont le corail rouge ;

Sur le plan paysager, le site, ou du moins sa partie marine, avec ses falaises abruptes et ses fonds sous marins, pourrait être qualifié d'une qualité exceptionnelle et constitue un grand atout pour un écotourisme fondé sur divers éléments de la biodiversité marine, aussi bien écosystémique que spécifique.

4.2. STATUT DE CONSERVATION:

L'évaluation de la valeur écologique du site, en considérant les espèces et les habitats sensibles / vulnérables d'intérêt pour la conservation en Méditerranée, a confirmé que la partie marine du SIBE de Jbel Moussa mérite d'être érigé en AMP. En effet, de nombreuses espèces et habitats clés à l'échelle du bassin méditerranéen y ont été recensés ; ce qui confère au site une valeur écologique remarquable et en fait un site sensible d'intérêt pour la conservation en Méditerranée. En outre, cette zone héberge de nombreuses espèces qualifiées de bioindicatrices d'eaux propres, renouvelées et sans charge sédimentaire élevée. Ce sont des espèces assez abondantes dans le site comme l'algue *Lithophyllum byssoides*, les anthozoaires *Astroides calycularis*, *Actinia equina* et *Paramuricea clavata* ou les ascidies *Polycitor adriaticum* et *Halocynthia papillosa*.

4.3. VULNÉRABILITÉ:

Le site se trouve entre deux zones de grande influence humaine à savoir la ville de Sebta et le port de Tanger Med.

4.4. DÉSIGNATION DU SITE (observations concernant les données quantitatives ci-dessous):

La désignation de la partie marine de Jbel Moussa en tant qu'AMP permettra de connecter des populations le long de la côte nord-africaine de la mer d'Alboran. Ceci permettra de créer un réseau qui pourrait être géré régionalement et qui pourrait inclure des zones déjà protégées comme certaines parties de la ville de Sebta, l'île d'Alboran, ou les Iles Chafarines, et inclure des AMPs du versant nord de la Mer d'Alboran localisées en Andalousie. Cette gestion pourrait être coordonnée à un niveau international pour garantir la biodiversité tant élevée qui existe dans cette zone de la Méditerranée. En effet, dans la zone nord africaine de la mer d'Alboran, les AMPs sont rares et très éloignées, ce qui suggère la désignation de plus de zones de réserves entre elles.

4.5. RÉGIME DE PROPRIÉTÉ:

domanial + Titre khalifien + melks

4.6. DOCUMENTATION:

PNUE-PAM-CAR/ASP, 2015. Inventaire, cartographie et programmes de suivi des habitats clés de Méditerranée dans le site de Jbel Moussa (Déroit de Gibraltar, Maroc). Par Bazairi H., Sghaier Y.R., Ouerghi A., 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., Ed. CAR/ASP - Projet MedKeyHabitats, Tunis, 152 pages.

4.7. HISTORIQUE:

Date	Champ modifié	Description

6. IMPACTS ET ACTIVITÉS SUR LE SITE ET AUX ALENTOURS

6.1. IMPACTS / ACTIVITÉS ET PROPORTION DE LA SUPERFICIE DU SITE AFFECTÉE:

IMPACTS ET ACTIVITÉS SUR LE SITE:

CODE	INTENSITÉ	% DU SITE	INFLUENCE	CODE	INTENSITÉ	% DU SITE	INFLUENCE
2 0 0	A B C	4 0	+ 0 -		A B C		+ 0 -
9 5 4	A B C	6 0	+ 0 -		A B C		+ 0 -
	A B C		+ 0 -		A B C		+ 0 -
	A B C		+ 0 -		A B C		+ 0 -
	A B C		+ 0 -		A B C		+ 0 -
	A B C		+ 0 -		A B C		+ 0 -

IMPACTS ET ACTIVITÉS AUX ALENTOURS:

CODE	INTENSITÉ	INFLUENCE	CODE	INTENSITÉ	INFLUENCE
	A B C	+ 0 -		A B C	+ 0 -
	A B C	+ 0 -		A B C	+ 0 -
	A B C	+ 0 -		A B C	+ 0 -
	A B C	+ 0 -		A B C	+ 0 -
	A B C	+ 0 -		A B C	+ 0 -
	A B C	+ 0 -		A B C	+ 0 -

6.2. GESTION DU SITE:

ORGANISME(S) RESPONSABLE(S) DE LA GESTION DU SITE ET AUTRES INSTITUTIONS IMPLIQUÉS :

Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification
 Département de PêchesMaritimes
 Direction des Travaux Publics

GESTION DU SITE ET PLANS:

Pas de Gestion à l'heure actuelle.

Programme des Nations Unies pour l'environnement
Plan d'action pour la Méditerranée
Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées
Boulevard du leader Yasser Arafat - B.P. 337 - 1080 Tunis Cedex - TUNISIA
Tél. : (+216) 71 206 649 / 71 206 485 / 71 206 851 • Fax : (+216) 71 206 490
E-mail : car-asp@rac-spa.org • www.rac-spa.org