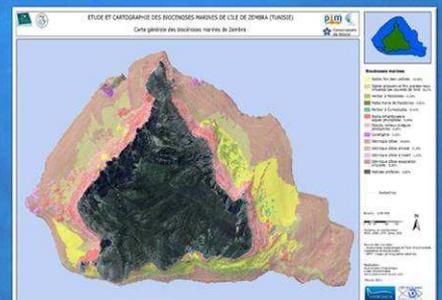




ETUDE ET CARTOGRAPHIE DES BIOCÉNOSES MARINES DE L'ÎLE DE ZEMBRA - TUNISIE - 2010

DOCUMENT DE TRAVAIL





Initiative pour les petites îles de Méditerranée

Etude et cartographie des biocénoses marines de l'île de Zembra
Tunisie / 2010



Cette étude a pu être réalisée grâce au soutien technique et financier de l'agence de l'eau.

Coordinateur – Pierre BOISSERY Chargé de mission littoral



Cette étude a été réalisée en coopération avec l'APAL – Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral Tunisien

Saba GUELLOUZ et Anis ZARROUK gestionnaires de l'archipel de la Galite



**Conservatoire
du littoral**

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'initiative pour les petites îles de Méditerranée – Programme PIM – Conservatoire du littoral.

Coordinateur – Fabrice BERNARD délégué Europe et international
avec le soutien de Sébastien RENOUEU Chargé de mission internationale

Cette étude a été coordonnée par l'OEil d'Andromède avec le soutien technique et scientifique d'Andromède Océanologie, d'Exploration et du cabinet THETIS représenté par Sami BEN HAJ. Les observations sur le patrimoine archéologique sous-marin ont été faites avec la collaboration de Wafa BEN SLIMANE de l'institut national du patrimoine.

Coordination Andromède :

HOLON Florian – contact mail : florian.holon@andromede-ocean.com

Participants aux missions de terrain :

BEN HAJ Sami, BALLESTA Laurent, BROU Barbara, DESCAMP Pierre, DETER Julie, GENTIL Cédric, GENTIL Yanick, , HOLON Florian, HOLON Ancolie, LUMBRERAS Christian.

Traitement des données, et rédaction :

DELARUELLE Gwenaëlle, DESCAMP Pierre, HOLON Florian.

Mise en page des cartographies, structuration du SIG :

DELARUELLE Gwenaëlle, HOLON Florian.

Crédit photographique :

BALLESTA Laurent, DESCAMP Pierre, HOLON Florian,

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ANDROMEDE, 2010. Etude et cartographie des biocénoses marines de l'île de Zembra, Tunisie. Initiative pour les petites îles de Méditerranée. Contrat Œil d'Andromède / Agence de l'eau. 122pp.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	1
I.1. Contexte et objectifs.....	1
I.2. Présentation de la zone d'étude.....	2
II. MATERIELS ET METHODES.....	4
II.1. Planification des interventions terrains.....	4
II.2. Cartographie des biocénoses marines.....	5
II.3. Moyens à la mer.....	7
II.4. Photographies aériennes.....	11
II.5. Sonar latéral – Klein 3900.....	12
II.6. Sondeur multifaisceaux GeoSwath.....	16
II.7. Transects plongeur audio.....	19
II.8. Illustrations de l'île de Zembra.....	22
III. BATHYMETRIE DE L'ILE DE ZEMBRA.....	24
IV. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES MARINES.....	26
IV.1. Découpage de la zone d'étude.....	26
IV.2. Cartographie générale des biocénoses marines.....	28
V. HABITATS SOUS-MARINS DE ZEMBRA.....	35
V.1. Les herbiers à phanérogames.....	35
V.1.1. Les herbiers à <i>Posidonia oceanica</i>	35
V.1.2. Les herbiers à <i>Cymodocea nodosa</i>	44
V.2. Les sédiments meubles.....	46
V.2.1. Sables fins bien calibrés.....	46
V.2.2. Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond.....	55
V.2.3. Le détritique côtier.....	61
V.3. Les substrats durs.....	64
V.3.1. La roche infralittorale à algues photophiles.....	64
V.3.2. Biocénose du coralligène.....	87
VI. ESPECES MARINES D'INTERET ECOLOGIQUE, BIOLOGIQUE ET/OU PATRIMONIAL .	108
VII. INVENTAIRE GLOBAL DES ESPECES MARINES.....	115
VIII. CONCLUSION	121
IX. BIBLIOGRAPHIE	123

I . I N T R O D U C T I O N

I . 1 . C O N T E X T E E T O B J E C T I F S

Les îles et îlots constituent un refuge pour de nombreuses espèces et représentent un enjeu majeur pour la protection de la biodiversité. En Méditerranée, on dénombre près de 10 000 îles et îlots dont plus de 1000 dans le bassin occidental. Malgré leur importance écologique, peu d'entre eux sont officiellement gérés et la majorité n'a jamais été étudiée.

Le projet PIM, Petites îles de Méditerranée, a été créé pour promouvoir la biodiversité insulaire méditerranéenne et apporter une assistance technique aux gestionnaires des petites îles de Méditerranée. Cette initiative est pilotée et coordonnée par le Conservatoire du littoral ; elle est basée sur l'échange et le partage des connaissances et vise à appuyer la mise en place d'une gestion efficace et pratique des micro-espaces insulaires grâce à la réalisation de missions scientifiques et techniques sur le terrain.

Un des axes du programme PIM est d'aider l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL) de Tunisie à mettre en place un plan de gestion sur l'île de Zembra, située à l'Est du golfe de Tunis.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude dont les objectifs sont les suivants :

- Réaliser une bathymétrie fine de la zone 0 – 60m
- Etablir une cartographie précise des habitats,
- identifier et localiser le maximum d'espèces et les rassembler dans un catalogue photographique,
- Procéder à une analyse écologique de la zone afin d'identifier sa singularité, son intérêt en terme de conservation de la biodiversité et proposer quelques axes de gestion et de recherches complémentaires.

I . 2 . P R E S E N T A T I O N D E L A Z O N E D ' E T U D E

La péninsule du Cap Bon, au Nord de la Tunisie, est une région d'une richesse naturelle remarquable et d'une valeur paysagère exceptionnelle. Elle se situe dans le secteur très particulier du détroit de Sicile qui marque la transition entre les bassins occidentaux et orientaux de la méditerranée.

Elle inclut quatre zones de grande importance naturelle gérées par l'Agence de Protection et Aménagement du Littoral :

- Les forêts de Dar Chichou et l'estuaire de Oued Laâbid ;
- La montagne d'El Haouaria ;
- Les lagunes du Cap-Bon oriental ;
- L'Archipel de Zembra.

Ce dernier est constitué par l'île de Zembra et l'îlot de Zembretta, situés à l'extrémité orientale du Golfe de Tunis et à l'Ouest de la pointe du Cap Bon. Zembra, île principale, occupe une superficie de 389 ha et 9 km de linéaire côtier. Elle se trouve à 13 km de Ras El Hmar, à 15 km de Sidi Daoud et à 55 km de la Goulette. Elle est entourée de deux rochers : Le Lamparo au Nord-Ouest et La Cathédrale au sud-ouest. L'îlot de Zembretta se trouve à 5 km à l'Est de Zembra et occupe une superficie de 2 hectares.



Figure 1 : Photographie prise du Sud-Est de Zembra. En premier plan : île de Zembra ; en second plan : îlot de Zembretta (à droite) ; en arrière plan : continent tunisien (à droite).

Le 1^{er} mars 1977, les îles de Zembra et de Zembretta ont été inscrites sur la liste des Réserves de Biosphère puis, le 1^{er} avril 2001, sur la liste des Aires Spécialement Protégées d'Intérêt Méditerranéen (ASPIM).

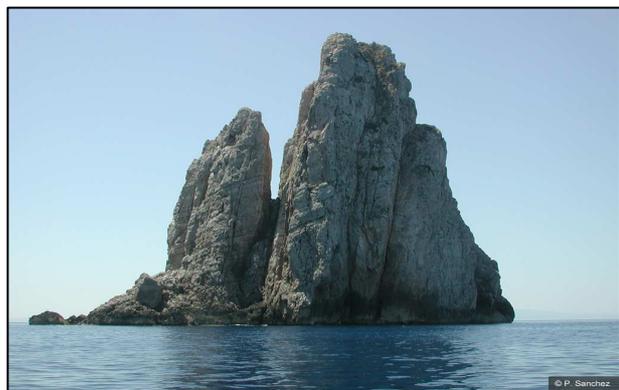
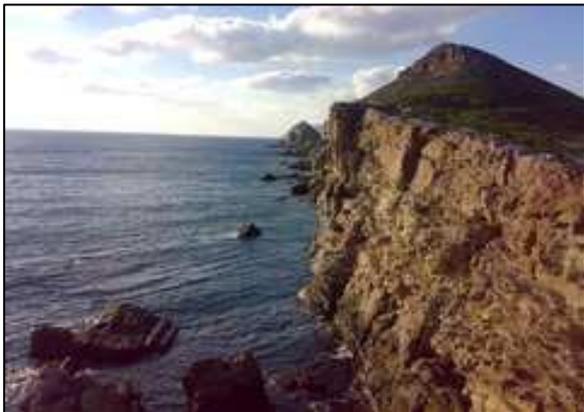
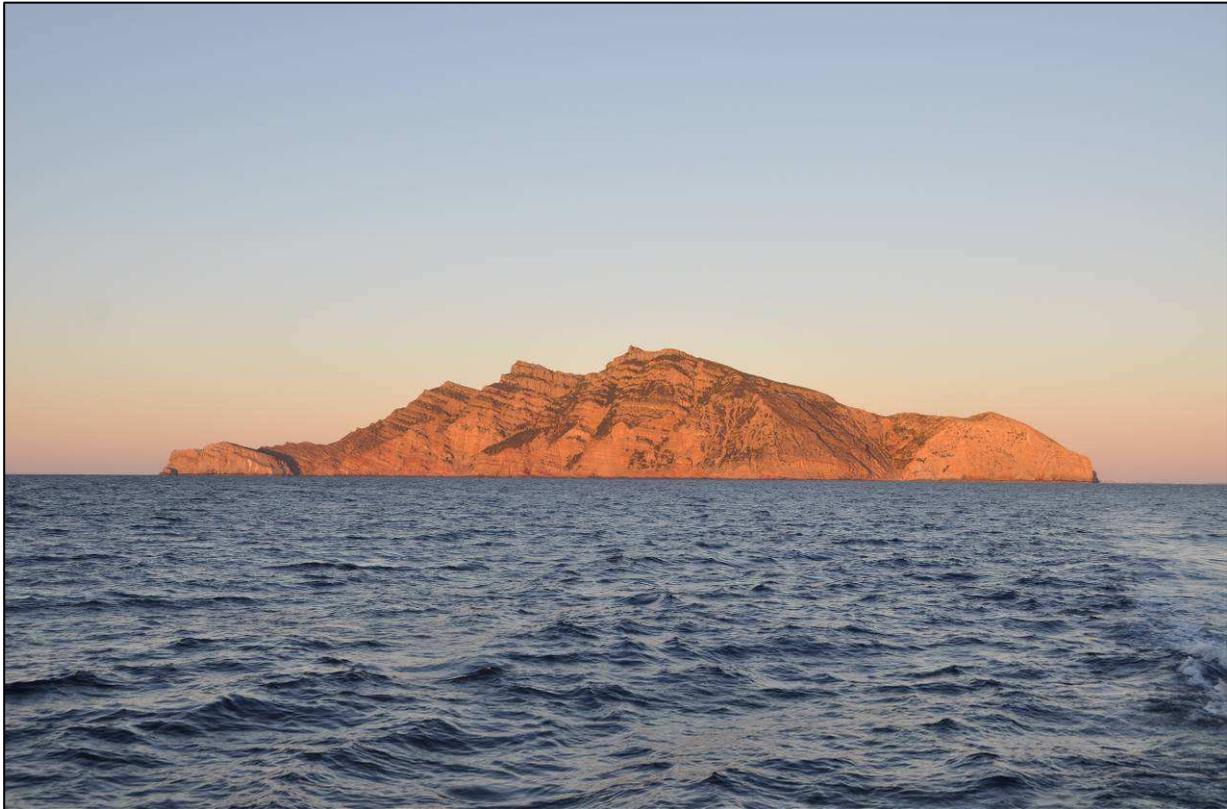


Figure 2 : vues terrestres de l'île de Zembra

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. PLANIFICATION DES INTERVENTIONS TERRAINS

La présente étude a nécessité la réalisation d'une mission de terrain du 24 juillet au 1^{er} août 2010 durant laquelle l'équipe d'Andromède Océanologie s'est divisée en deux groupes de travail.

- Equipe chargée des acquisitions systèmes océanographiques.

Cette équipe a procédé aux levés par sondeur interférométrique GEOSWATH du 24 juillet au 26 juillet, soit 35 heures d'acquisition (bathymétrie fine); et aux levés par sonar latéral Klein 3900 (insonification de la zone).



- Equipe chargée de l'analyse écologique et de l'illustration

Cette équipe a travaillé en plongée et a réalisé la campagne de transects plongeur audio et des plongées ponctuelles pour acquérir une vision globale de l'état des biocénoses. elle a procédé à l'observation et la description des milieux, à l'inventaire de la faune et de la flore, et à la réalisation de photographies. Au total, 20 plongées de 3 heures en moyenne ont été réalisées du 24 juillet au 1^{er} août 2010, soit plus de 150 heures de plongée au total (58 heures d'observation par plongeur)



Ces équipes ont travaillé simultanément afin d'optimiser les compétences mobilisées dans le délai disponible.

La mixité franco-tunisienne a été recherchée dans la composition des équipes dans un objectif de co-formation et de transfert de connaissances et de compétences techniques.

I I . 2 . C A R T O G R A P H I E D E S B I O C E N O S E S M A R I N E S

La réalisation de la cartographie des biocénoses sous-marines passe schématiquement par les étapes suivantes :

- Analyse des photographies aériennes ou satellitaires disponibles sur la zone d'étude ;
- Traitement des données cartographiques existantes ;
- Traitement des données bathymétriques existantes et en particulier des données du SHOM ;
- Acquisition de données complémentaires relatives à la morphologie et à la nature des fonds par levés au sondeur multifaisceaux et au sonar latéral ;

Ce premier pool de données permet de dresser une pré-cartographie qui est ensuite corrigée suite à des opérations dites de « vérité-terrain ». Cette phase cruciale nécessite des interventions en plongée sous-marine. Plus ces observations directes en plongée sont nombreuses et plus le diagnostic écologique de la zone pourra être précis.

Le processus pour la réalisation de la cartographie des biocénoses marines est résumé dans la figure suivante :

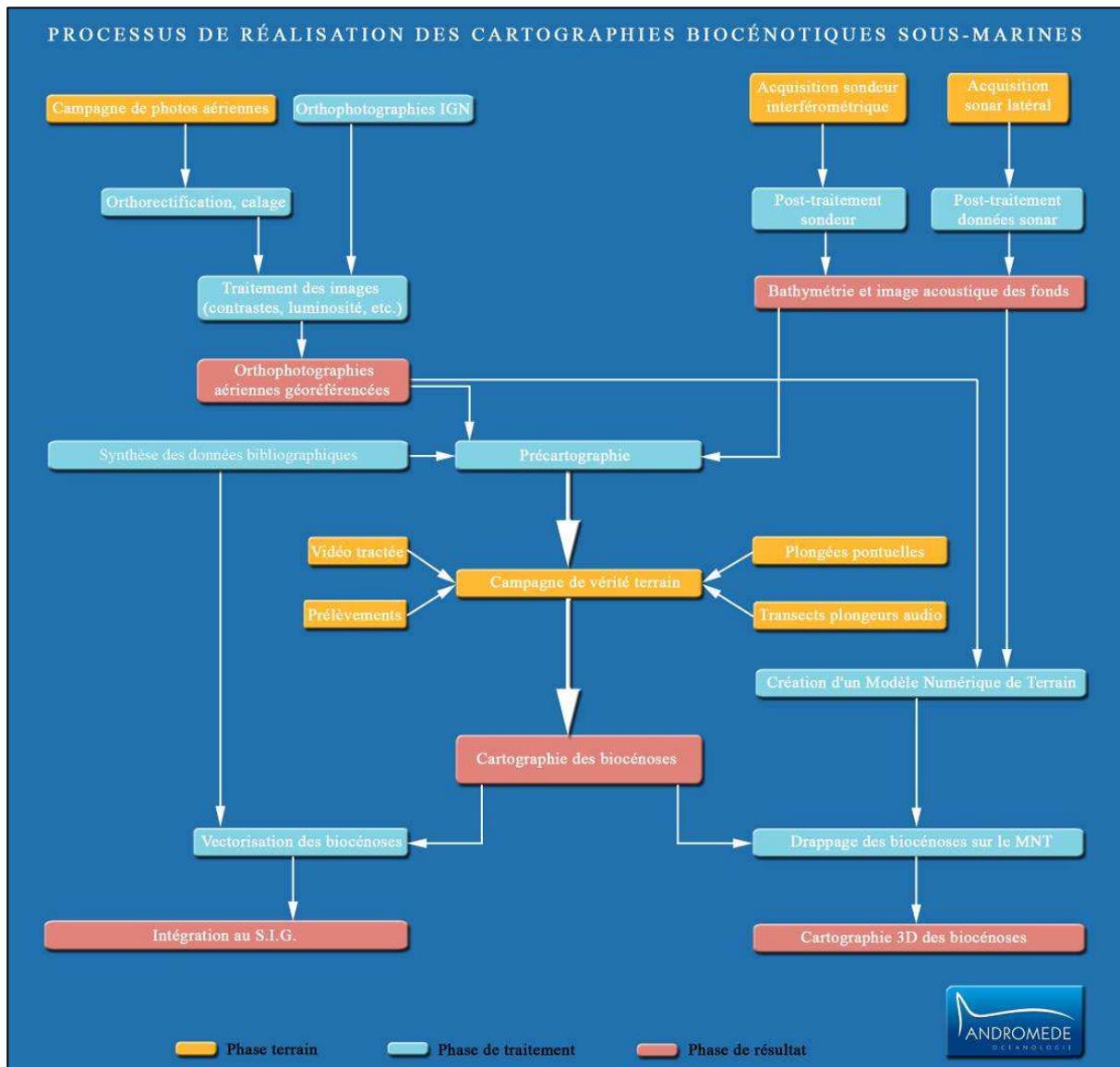


Figure 3 : Processus de réalisation des cartographies biocénotiques sous-marines par Andromède.

I I . 3 . M O Y E N S A L A M E R

Différents moyens à la mer ont été mobilisés pour cette mission.

Navire base de vie, support sonar, bathymétrie, transects plongeur audio

Un catamaran Lagoon 380 a été retenu pour servir de base de vie durant la mission. Ce même bateau a ensuite servi à la réalisation des levés au sonar latéral et au sondeur interférométrique.

C'est ainsi 9 personnes avec des compétences complémentaires de plongeurs biologistes, photographe, cameraman, marin, cartographe... qui ont pu être réunis afin d'acquérir des données de terrain sur l'archipel de Zembra du 24 juillet au 1^{er} août 2010. Outre ce personnel, l'équipe d'Andromède Océanologie a été utilement complétée par l'équipe locale tunisienne qui a participé activement aux différentes phases de la mission de terrain.



Figure 4 : Un catamaran Lagoon 380 a été retenu pour la mission de levés au sonar latéral et au sondeur interférométrique. Ce même bateau a également servi de base de vie à l'équipe d'Andromède.

Navires support Plongée

Les plongées ponctuelles ont été faites à bord d'un navire semi-rigide de 6 mètres, de marque *Bombard*, équipé d'un moteur 115 chevaux, d'un sondeur graphique et de l'ensemble du matériel de sécurité requis par la réglementation de la plongée professionnelle y compris oxygénothérapie. Un semi-rigide de 4,60 mètres, fourni par l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL) était également disponible pour les plongées à proximité du catamaran.



Figure 5 : Différents moyens à la mer ont été mobilisés pour la mission en Tunisie. Un catamaran Lagoon 380 a servi de support sonar, bathymétrie, transects plongeur audio et base de vie, et un navire semi-rigide de 6 mètres et un de 4,60 mètres ont permis la réalisation des plongées ponctuelles.

L'armée tunisienne a encadré les diverses missions des équipes scientifiques. L'APAL a fourni localement un semi-rigide supplémentaire et un support logistique et humain de tous les instants. L'équipe tunisienne a permis la bonne coordination de cette mission et a participé aux différentes phases (sécurité surface, prise de données sur l'ordinateur, calibration sonar, plongée).



Figure 6 : [1,3] L'armée tunisienne a encadré les diverses missions des équipes scientifiques ; [2] Nos bateaux ont mouillé au port de Zembra comme on le voit sur cette photographie ; [4] L'APAL a fourni localement un semi-rigide supplémentaire.



Un local technique a également été mis à disposition d'Andromède par l'équipe tunisienne pour stocker les trois tonnes de matériels nécessaires à cette mission (bouteilles d'eau, oxygène B50, sonar, sondeur multifaisceaux, essence...).



Figure 7 : [1,2] Un local technique a été mis à disposition d'Andromède par l'équipe tunisienne pour stocker les trois tonnes de matériels nécessaires à cette mission (bouteilles d'eau, oxygène B50, sonar, sondeur multifaisceaux, essence...) ; [3] La catamaran a servi de base de vie et de travail durant la mission ; [4] Collaboration entre les tunisiens et l'équipe d'Andromède Océanologie.

II.4. PHOTOGRAPHIES AERIENNES

En l'absence de photographie satellite de qualité suffisante disponible, Andromède a commandé une programmation spécifique du satellite GEOEYE. Le cahier des charges de la commande précisait une résolution maximale en couleur et un couvert nuageux <15%. En orbite à 680 km d'altitude, GeoEye-1 offre des images noir et blanc de 41 centimètres par pixel et 1,65 mètre pour la couleur.

La mission réussie du satellite pour les besoins de l'étude a permis de disposer d'une image de très bonne qualité et d'acquisition récente (juillet 2010).

L'interprétation de l'image satellite vise à localiser les limites des principales biocénoses marines littorales à faible profondeur.

La procédure de traitement appliquée aux clichés permet de les transformer en information géographique thématique.

Les limites des peuplements correspondent aux changements brusques de teinte ou de densité lumineuse, de part et d'autre d'un contour plus ou moins régulier. Les zones de contact entre les différentes biocénoses apparaissent toutefois de façon variable. En effet, si une zone claire et blanche correspond généralement à une étendue de sable, une zone foncée peut traduire différents types de fonds, confondus entre eux sur la photographie : herbier à posidonies, matte morte, peuplements d'algues sur roche ou tout simplement accumulation de feuilles mortes de posidonies (litière). La carte des contours correspond donc à la position supposée des différents peuplements et types de fonds. Il est alors indispensable de compléter et de valider les informations thématiques obtenues par photo-interprétation, au moyen de vérités terrain.

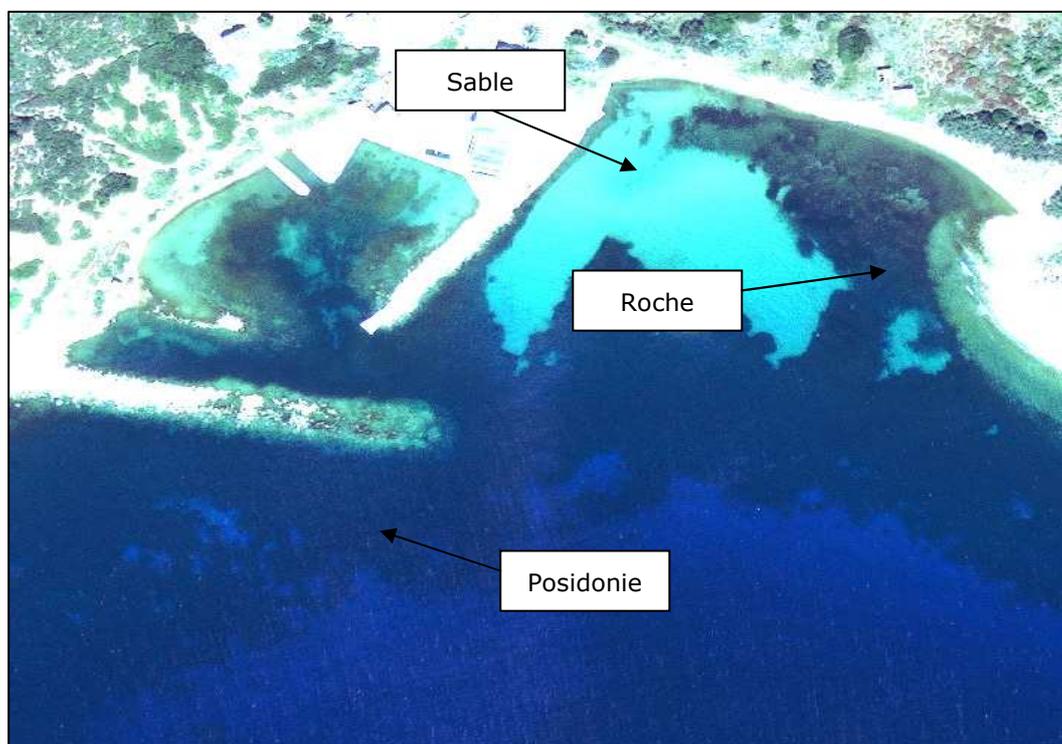


Figure 8 : Exemple d'interprétation de la photographie aérienne de Zembra pour la réalisation de la pré-cartographie.

II.5. SONAR LATERAL - KLEIN 3900

Le système Klein 3900 est un sonar latéral bi-fréquence pour la recherche et la détection très fine de petites entités. Ce modèle possède deux fréquences d'utilisation: 445 kHz pour une longue portée et une bonne résolution, 900 kHz pour une très haute résolution et l'identification de petites cibles.

Fréquences	445 kHz / 900 kHz	
Faisceau	Horizontal: 0.21° à 900 kHz, 0.21° à 445 kHz; Vertical : 40°	
Inclinaison du faisceau	5, 10,15, 20, 25° vers le bas, ajustable	
Profondeur maximale	200m	
Largeur de fauchée	150 mètres à 445 kHz; 50 mètres à 900 kHz	
Longueur	122 cm de long, 8,9cm de large	
Poids	29 kg	
Système d'exploitation	VxWorks®	
Sorties	00 Base-Tx, Ethernet LAN, w/ LAN	
Alimentation	NMEA 0183	
Puissance	120 watts à 120/240 VAC, 50/60 Hz	

Le Klein 3900 se compose :

- D'un « poisson ». La spécificité de ce sonar est d'être numérique avec digitalisation dans le poisson pour une meilleure qualité de données.
- D'un câble électroporteur. Il assure la transmission des données vers la centrale d'acquisition, et la traction du poisson.
- D'enregistreurs numériques. L'enregistreur traite les échos acoustiques de retour, les corrige, calcule la position de chaque signal pour la restitution finale (pixel par pixel). L'enregistreur effectue la correction de la distance oblique entre le poisson et les objets latéraux, les corrections d'amplitude, l'atténuation latérale du signal qui est compensée par un gain variable en fonction du temps et de la distance.
- D'un système de positionnement par satellite (GPS différentiel). GPS différentiel / Compas de CSI Vector Sensor Pro : l'utilisateur reçoit des compléments de corrections fournies par des stations terrestres de référence. Le Compas GPS fournit à la fois le Cap et la position au radar, au sonar, aux traceurs de routes et autres systèmes embarqués.
- D'un micro ordinateur embarqué – 2 écrans. Les matériels de mesure (DGPS, Sonar, ...) sont interfacés sur l'ordinateur de bord pour réaliser l'acquisition et la liaison des mesures en temps réel.
- Du logiciel SonarPro. Il permet l'acquisition et la sauvegarde des données. Les données peuvent être enregistrées au format SDF et/ou XTF.

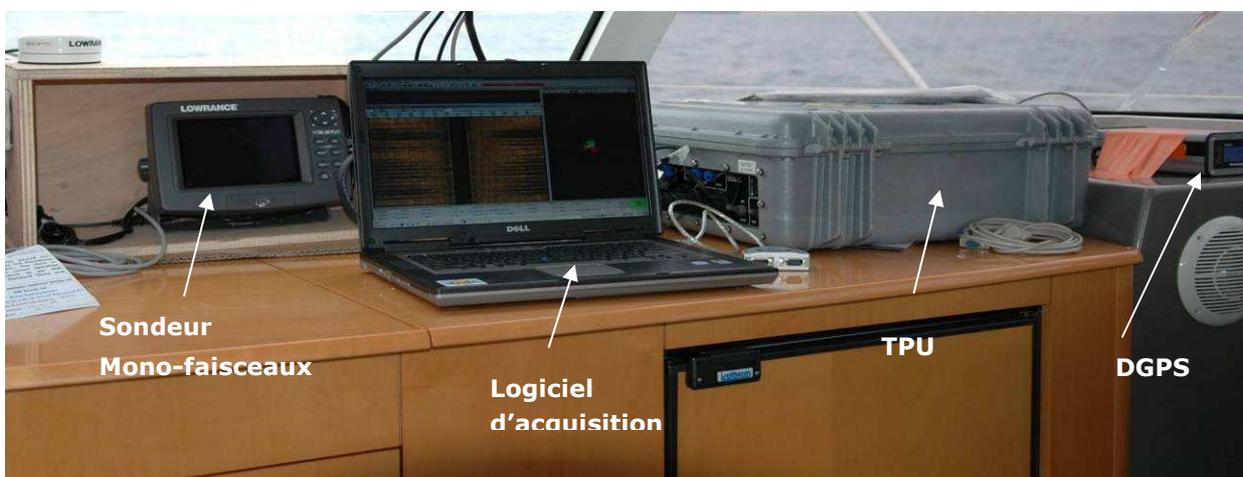
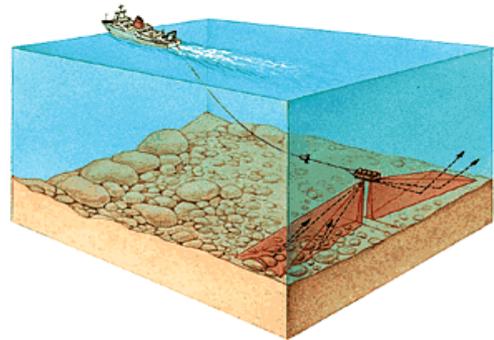
Acquisition et traitement des données sonar latéral

Le sonar est remorqué à une vitesse d'environ 5 nœuds et à une hauteur par rapport au fond comprise entre 3 et 10m selon la fréquence (et donc la portée efficace maximale) choisie.

Le levé s'effectue en bande parallèles et dans l'axe des courbes bathymétriques de manière à travailler à profondeur constante.

Un recouvrement total des profils permet de réaliser une mosaïque sonar, véritable photographie acoustique des fonds en 256 niveaux de gris ou sepia.

L'acquisition sonar latéral est particulièrement adaptée à la cartographie des zones de plaine, et en particulier des herbiers à posidonies sur matras. Pour les zones accidentées, la lecture des sonogrammes devient beaucoup plus délicate car les ombres portées masquent la nature fonds.



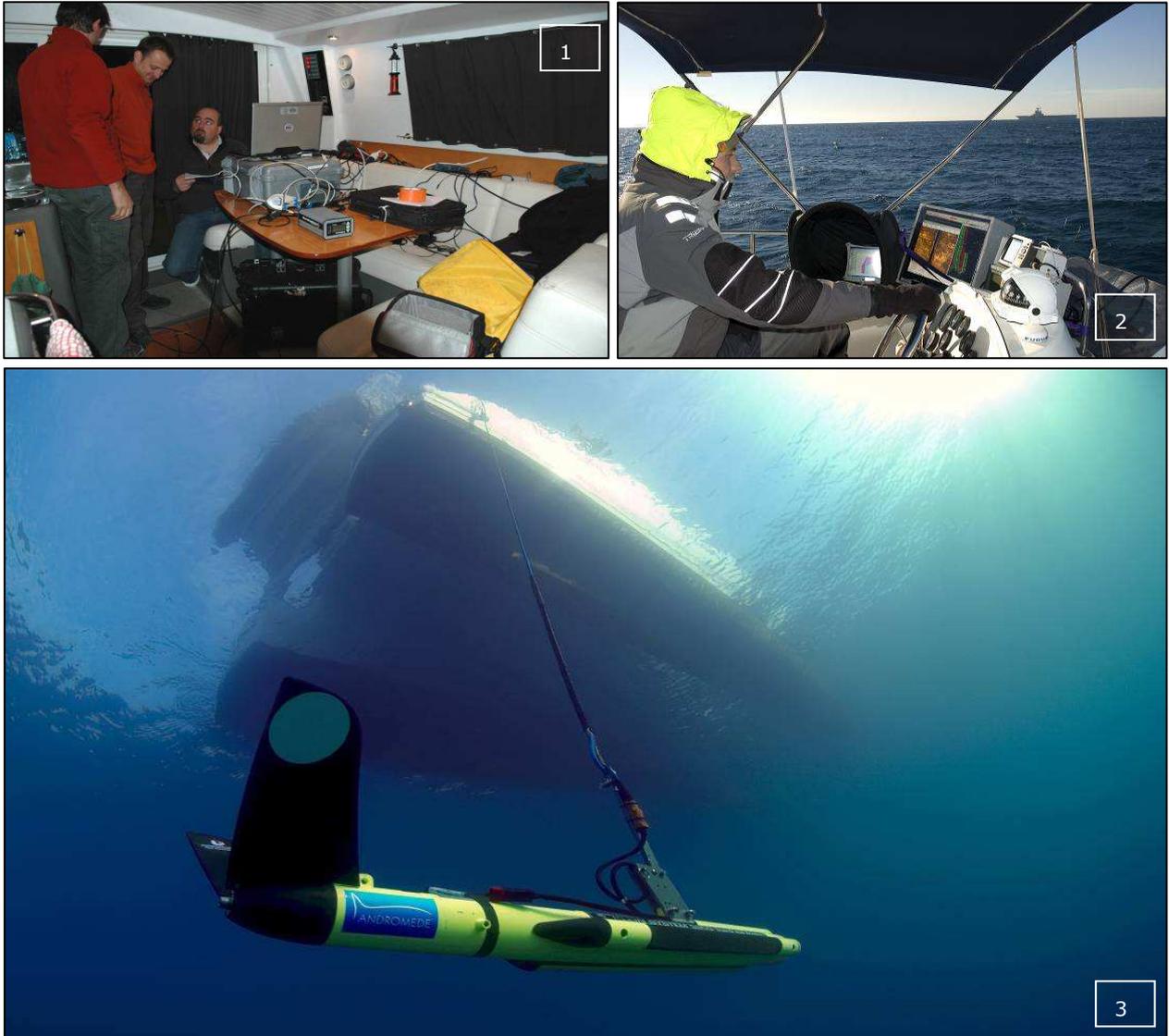


Figure 9 : Levé sonar latéral Klein 3900. [1] DGPS, micro-ordinateur avec logiciel SonarPro et enregistreur numérique ; [2] Retour contrôle pour pilote ; [3] Poisson relié au bateau par le câble électroporteur).

Le logiciel spécialisé (CodaMosaic) permet d'obtenir une mosaïque géoréférencée des bandes sonar. Cette mosaïque apparaît sous la forme d'une image en gradient de jaune, laissant apparaître les différents types de substrat (depuis les substrats denses, comme la roche, qui apparaissent en blanc aux substrats meubles, comme la vase, qui apparaissent en noir).

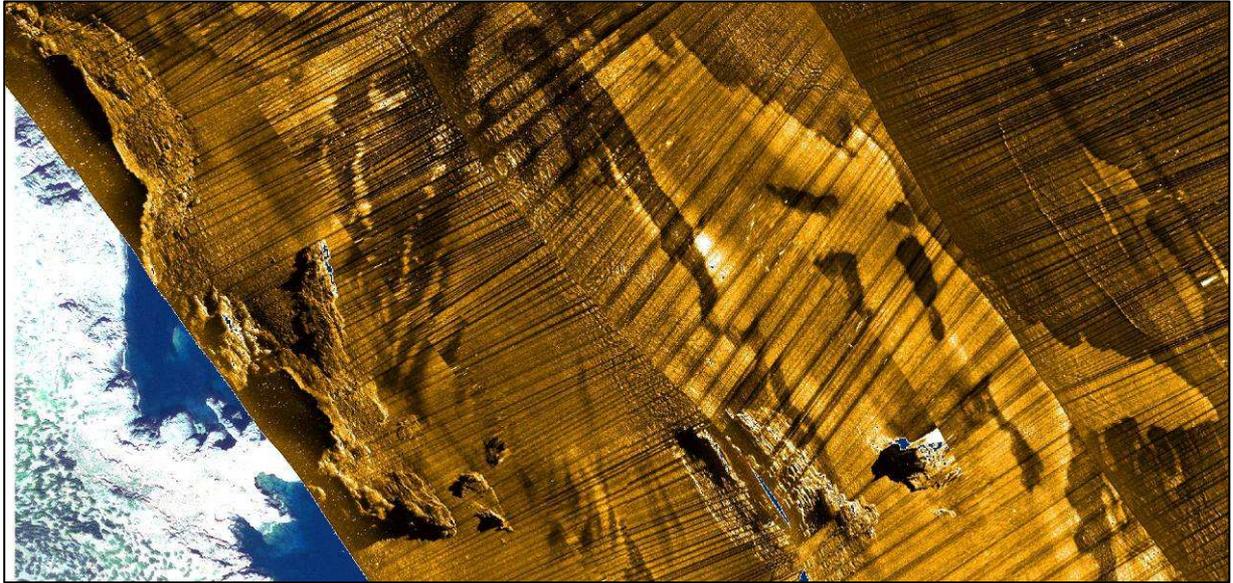


Figure 10: Couverture au sonar latéral au Nord-Est de Zembra.

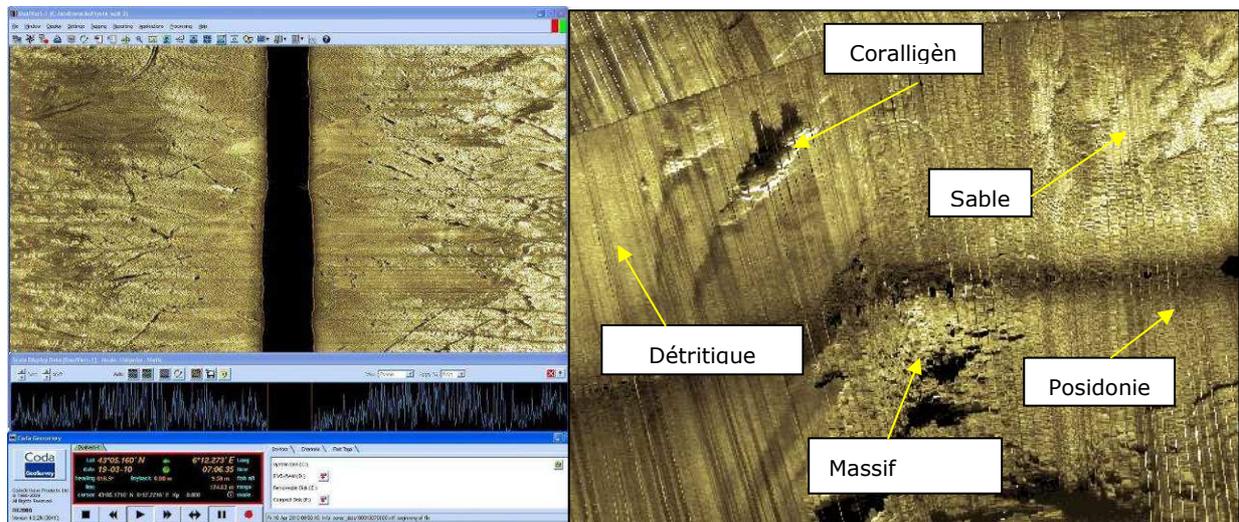


Figure 11: Exemples de sonogramme en phase de traitement sous logiciel et d'interprétation des données sonar

II.6. SONDEUR MULTIFAISCEAUX GEOSWATH

Le sondeur GeoSwath existe depuis 1999, c'est un sondeur multifaisceaux plus acquisition sonar pour les petits fonds <15m, avec une fauchée large, commandé par un PC. La dernière version de GeoSwath datant de 2008 a été utilisée pour la mission.

Ce matériel se compose :

- D'un micro ordinateur embarqué – 2 écrans
Les matériels de mesure (DGPS, Sondeur, ...) sont interfacés sur l'ordinateur de bord pour réaliser l'acquisition et la liaison des mesures en temps réel.
L'acquisition permet de capturer environ 10 points en X, Y et Z par seconde.
- Du logiciel GeoSwath+, qui permet d'acquérir et de traiter les données
- D'une centrale d'altitude TSS 205, permettant de corriger le roulis du bateau. précision 0.01° roulis et tangage, 0.01° cap, 5% ou 5cm en pilonnement. Continuité de position et cap pendant les masquages GPS, option RTK intégrée ;
- D'un DGPS – compas de CSI Vector Sensor Pro, le Compas GPS fournit à la fois un cap précis et la position au radar, au sonar, aux traceurs de routes et autres systèmes embarqués. Précision 0,4m en sortie centrale inertielle ;
- Sonde de célérité SVS de Valeport, assurant la mesure de célérité à 1.5 m/sec près sur toute la colonne d'eau jusqu'à 100m ;
- Sondeur multifaisceaux GeoSwath, 2 transducteurs 250 kHz (portée 100m) Planimétrie : <0.4m (0,1m avec GPS RTK). Altimétrie centimétrique y compris sur plan d'eau agité et lors des masquages GPS. Résolution : jusqu'à plusieurs centaines de sondes par m² en petit fonds.

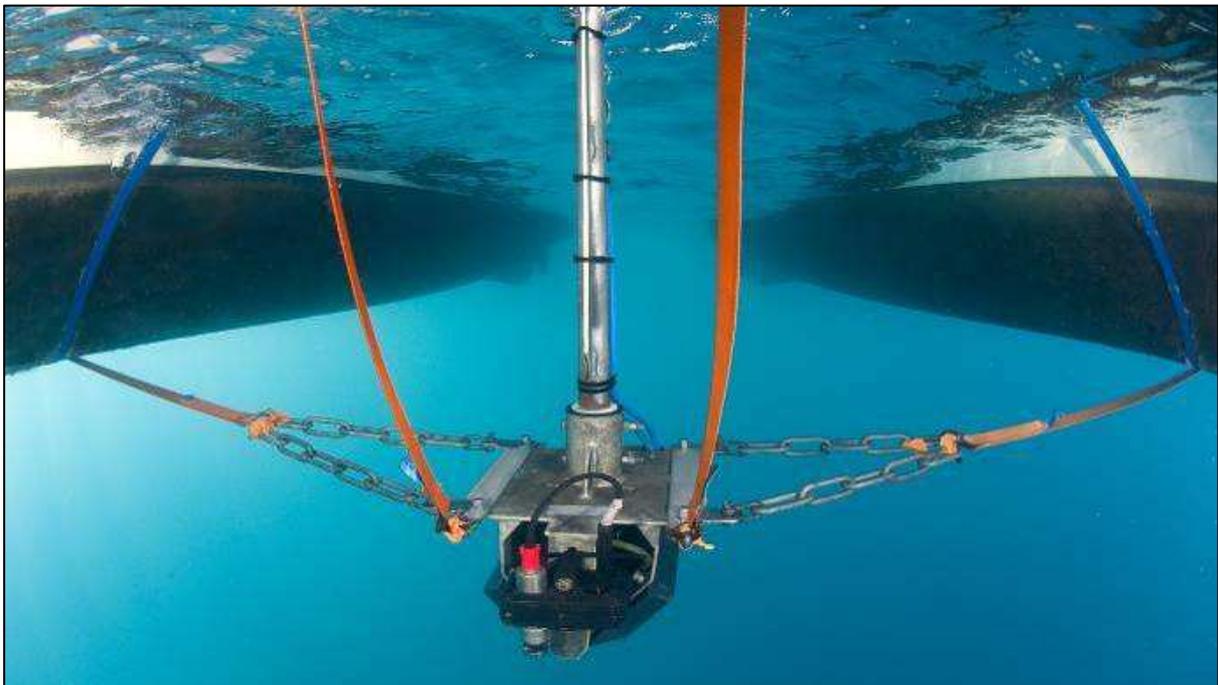


Figure 12 : Sondeur multifaisceaux Geoswath

Acquisition et traitement des données sondeur multifaisceaux

Le sondeur Geoswath est fixé entre les 2 coques du catamaran, permettant ainsi de sonder jusqu'à dans les très petits fonds (<1m).

Le sondeur acquiert jusqu'à plusieurs centaines de sondes par m² sur une bande dont la largeur est environ 4 fois la hauteur d'eau sous le bateau.

Le couple Sondeur/D-GPS fournit 10 mesures de position et de profondeur par seconde. Les données sont récupérées sur une unité centrale interfacée avec tous les instruments de mesure. Une sonde de célérité est utilisée pour garantir la même précision sur les faisceaux obliques et les faisceaux verticaux.

Le logiciel d'acquisition est interfacé avec les fonds cartographiques déjà acquis précédemment. Ceci permet de compléter précisément la zone à couvrir.

L'habitabilité du navire permet de travailler en rotation d'équipes 24h/24 et d'exploiter pleinement les créneaux météorologiques favorables. Ceci a été particulièrement important lors de l'étude puisque les acquisitions ont été réalisées en décembre, dans des conditions hivernales changeantes.

Le post traitement consiste en la suppression des artefacts, ainsi qu'en la constitution des isobathes et d'un Modèle Numérique de Terrain ombré.

Contrôle qualité : Un premier post traitement est réalisé en continu, **à bord**, en parallèle de l'acquisition afin de s'assurer de la bonne qualité des données acquises.

Le logiciel de post traitement utilisé par Andromède est Geoswath+ pour l'épuration des données qui sont ensuite exploitées sous Arcgis.

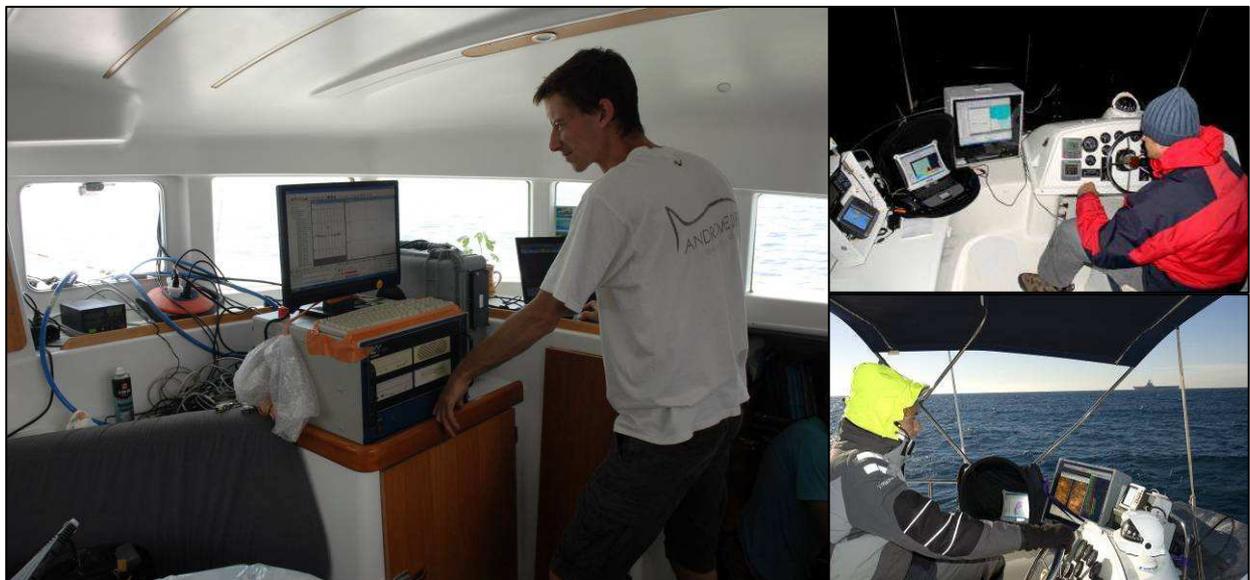


Figure 13 : Acquisition et traitement des données sondeur multifaisceaux

Exploitation des données du GEOSWATH

Un traitement sous Arcgis à partir des fichiers bathymétriques a permis d'obtenir un modèle numérique de terrain (MNT) en gradient de couleur, laissant apparaître les reliefs sous-marins (De la bathymétrie surface en rouge à la bathymétrie fond en bleu).

L'exploitation des modèles numériques de terrain pour la cartographie des biocénoses est à privilégier sur les zones de relief où les sonogrammes sont de lecture complexe et peuvent présenter des zones de masquage.

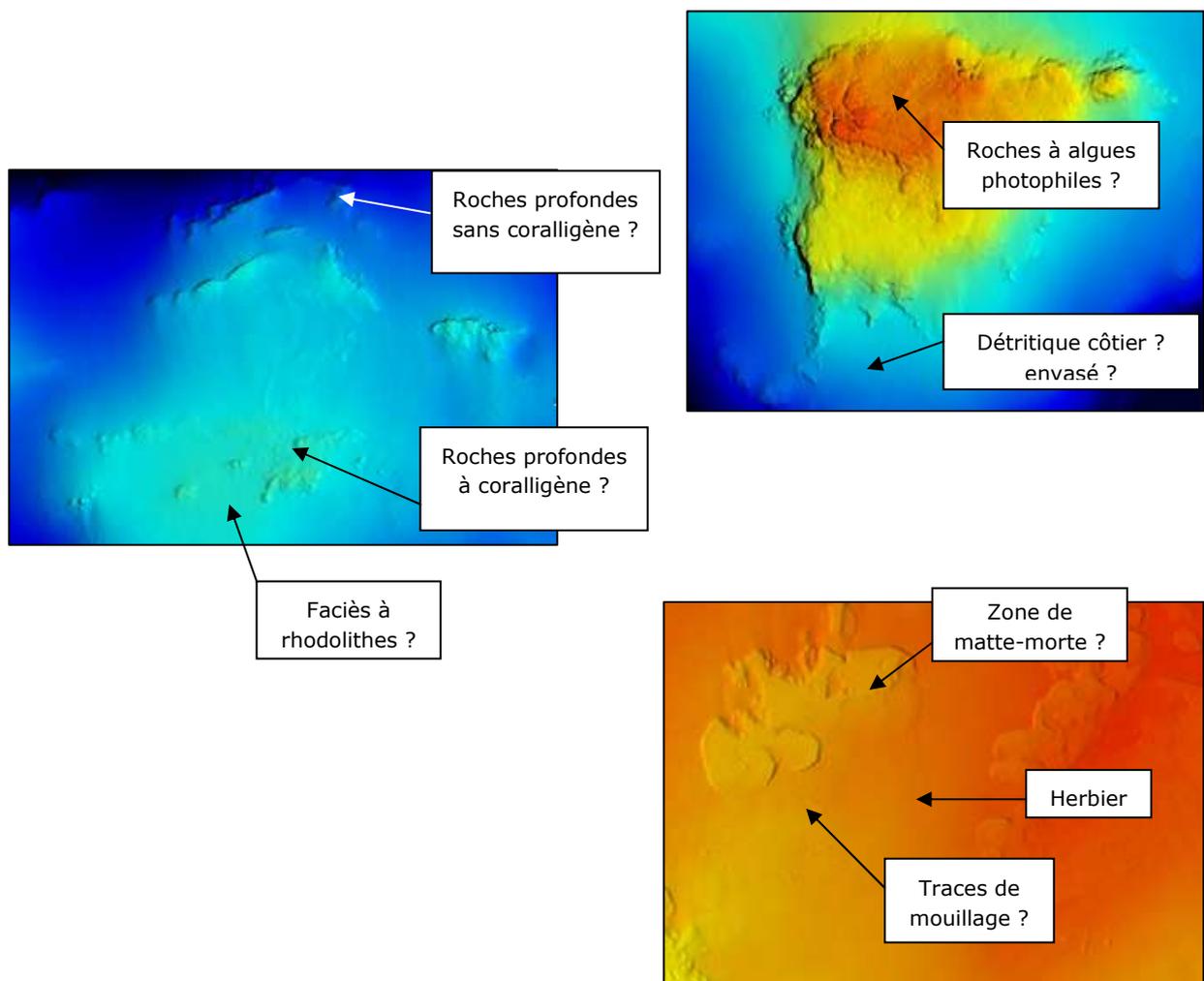


Figure 14 : Exploitation des données du GEoswath

Néanmoins, les données issues de levés au Geoswath peuvent apporter des informations pertinentes concernant les herbiers de posidonie. L'impact du mouillage des unités de fort tonnage y est par exemple particulièrement visible.

II.7. TRANSECTS PLONGEUR AUDIO

La technique de transects plongeur audio permet la validation terrain de plusieurs milliers de points par un plongeur/biologiste le long de transects pouvant atteindre une vingtaine de kilomètres par jour d'acquisition. Le plongeur est tracté par le bateau à la bathymétrie voulue en fonction des zones à décrire. Il transmet ses observations en temps réel (présence d'herbier, indice supposé de vitalité...) à l'opérateur qui peut suivre son parcours sur l'ordinateur relié au GPS. Il est équipé d'une planche de tractage qui lui permet de faire varier sa profondeur et d'un harnais pour réduire les efforts (équipé d'un mousqueton à largage rapide pour la sécurité). Un module USBL permet le positionnement GPS du plongeur et donc de chacune des observations qui sont transmises à l'opérateur.

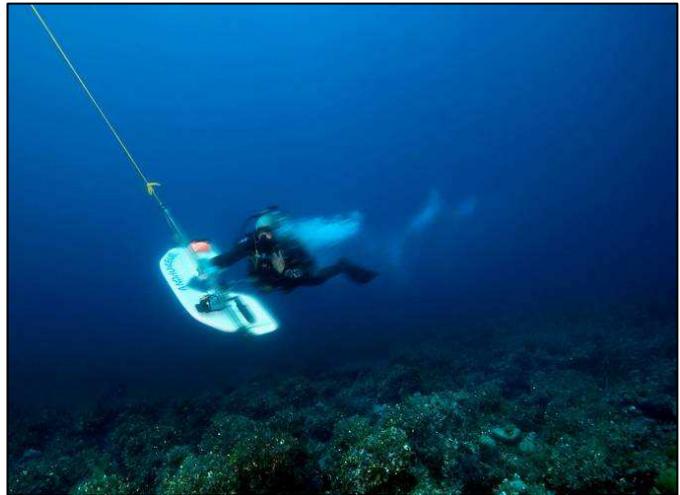
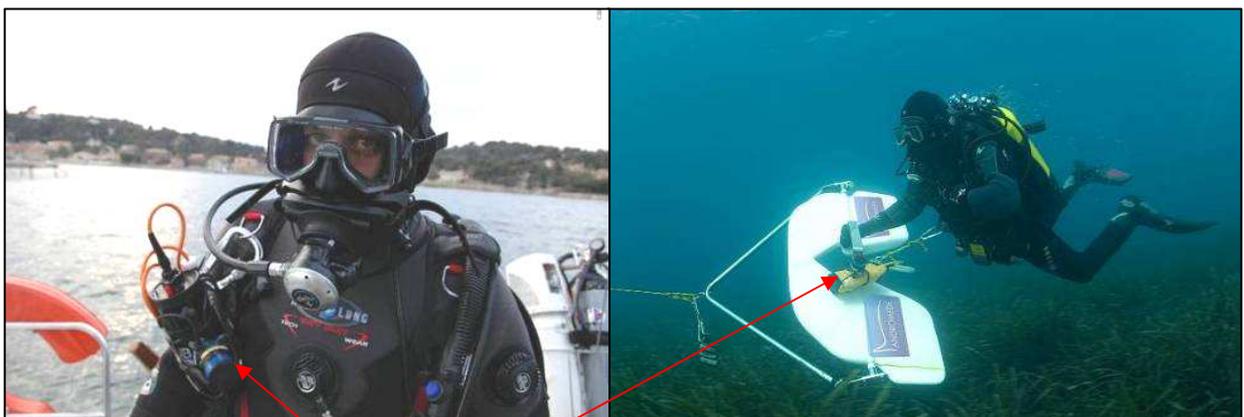


Figure 15 : La technique de transects plongeur audio permet la validation terrain de plusieurs milliers de points par un plongeur/biologiste le long de transects pouvant atteindre une vingtaine de kilomètres par jour d'acquisition.

Positionnement des observations sous-marines

En ce qui concerne les données acquises sous l'eau (transect plongeur audio, plongées ponctuelles) nous utilisons un tout nouveau système de positionnement USBL, le Micronav de Tritech qui permet de disposer de la position GPS sous l'eau.



Transmetteur acoustique permettant le positionnement du GPS sous-marin

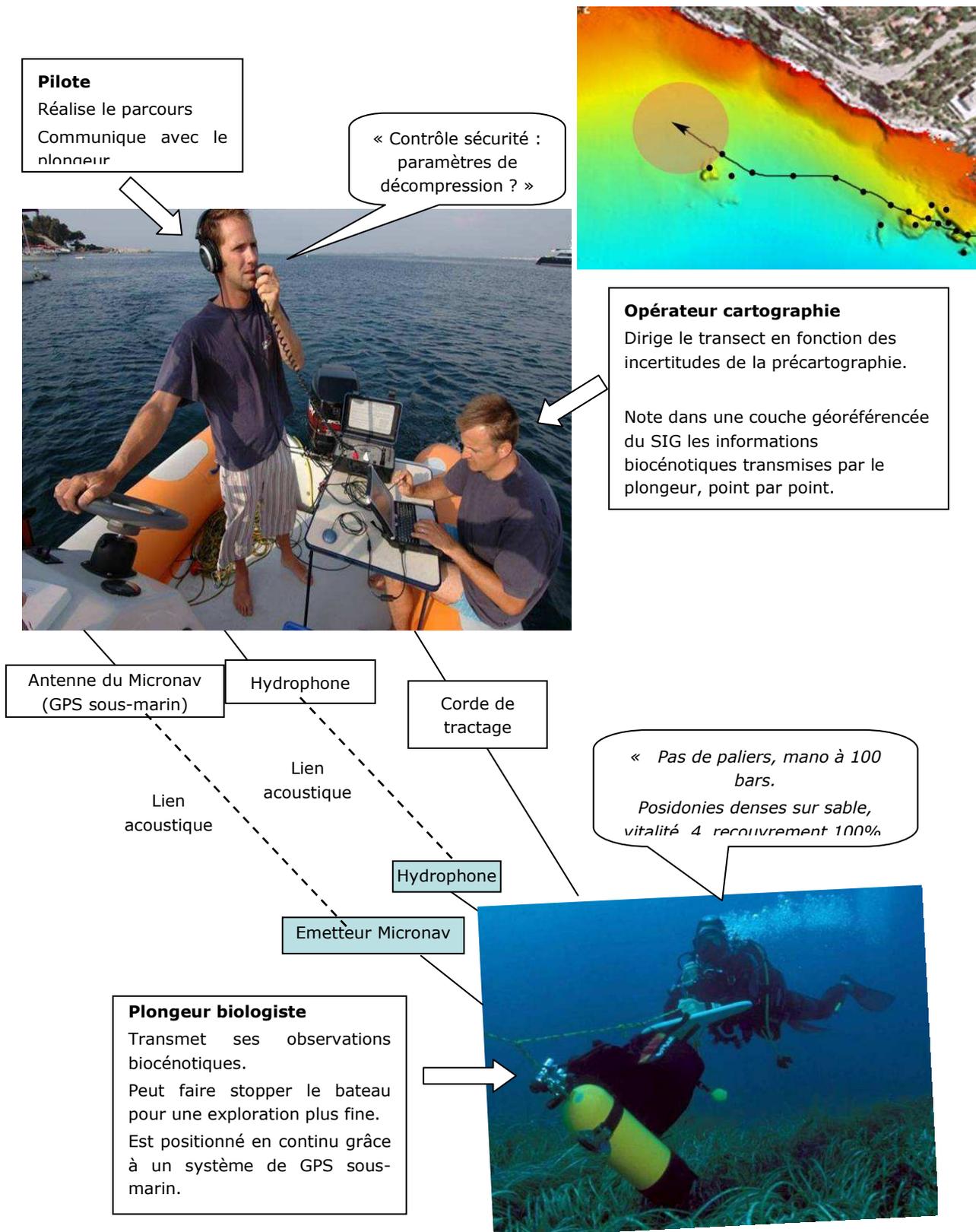


Figure 16 : Transect plongeur audio. Le plongeur transmet ses observations en temps réel (présence d'herbier, indice supposé de vitalité...) à l'opérateur qui peut suivre son parcours sur l'ordinateur relié au GPS.



Figure 17 : Préparation d'un transect plongeur audio.

II.8. ILLUSTRATIONS DE L'ILE DE ZEMBRA

Cinq plongeurs ont, durant 9 jours, réalisé 20 plongées représentant 58 heures/plongeur sous l'eau. Les habitats et les espèces marines ont ainsi été illustrés permettant d'évaluer la richesse écologique marine de la zone d'étude.



Figure 18 : Plongées ponctuelles d'illustration de la biodiversité marine.

Un équilibre a été recherché entre photographies de paysages et macro-photographies dans le cadre de ce catalogue photographique.

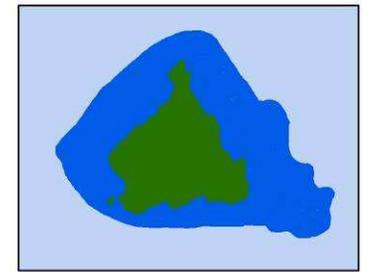


III. BATHYMETRIE DE L'ILE DE ZEMBRA

La carte générale de la bathymétrie de l'île de Zembra est présentée ci-dessous.

Cette carte est issue d'un levé exhaustif entre 0 et 60m par sondeur interférométrique GEOSWATH. La précision de ce levé est submétrique soit environ 100 fois plus que les données antérieurement disponibles.

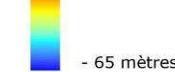
Carte générale de la bathymétrie de Zembra



Légende

Profondeur:

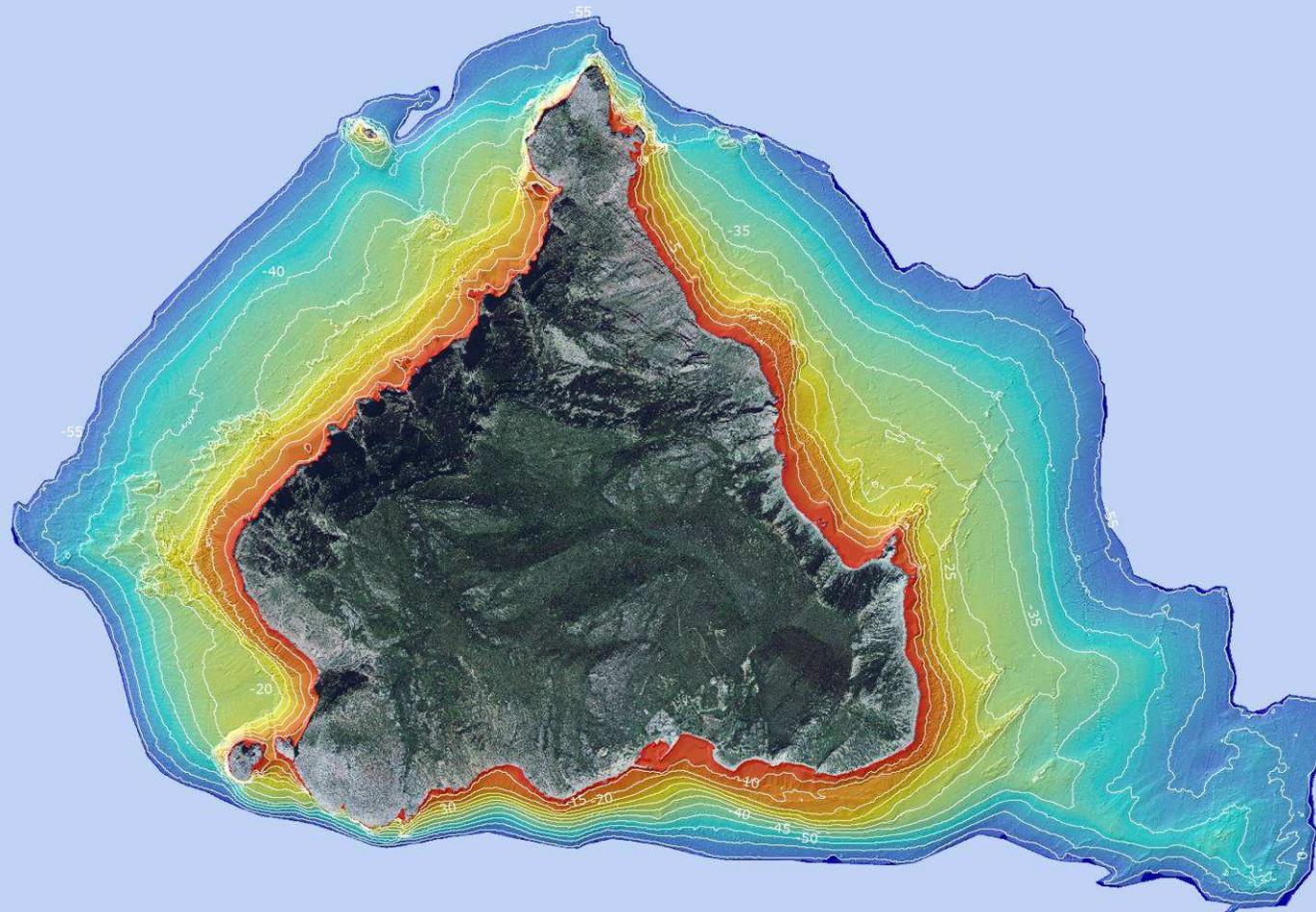
-5 mètres



- 65 mètres

— Isobathes

Echelle : 1/20 000



Système de coordonnées :
WGS_1984_UTM_Zone_32N

Source des données :
- Andromède Océanologie et
l'Oeil d'Andromède
(isobathes et biocénoses)
- SPOT image (photographie satellite)

Réalisation :
Andromède Océanologie
L'Oeil d'Andromède
www.andromede-ocean.com

Février 2011

IV. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES

IV.1. DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE

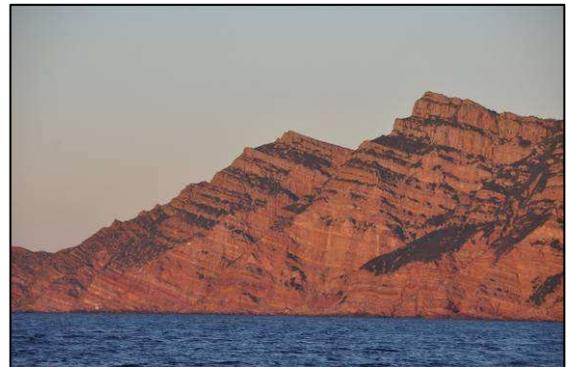
Afin de parvenir à une restitution synthétique des résultats, une sectorisation du site d'étude est proposée, permettant de présenter les habitats et les espèces à grande échelle. Nous présentons ainsi la répartition et les caractéristiques des habitats par zone. Ces zones ont été délimitées en fonction des conditions bathymétriques, de nos observations biocénotiques et des données bibliographiques.

Au final, notre site d'étude est subdivisé en trois zones (Fig. 19) :

- Zone Ouest : du Capo grosso à la Cathédrale



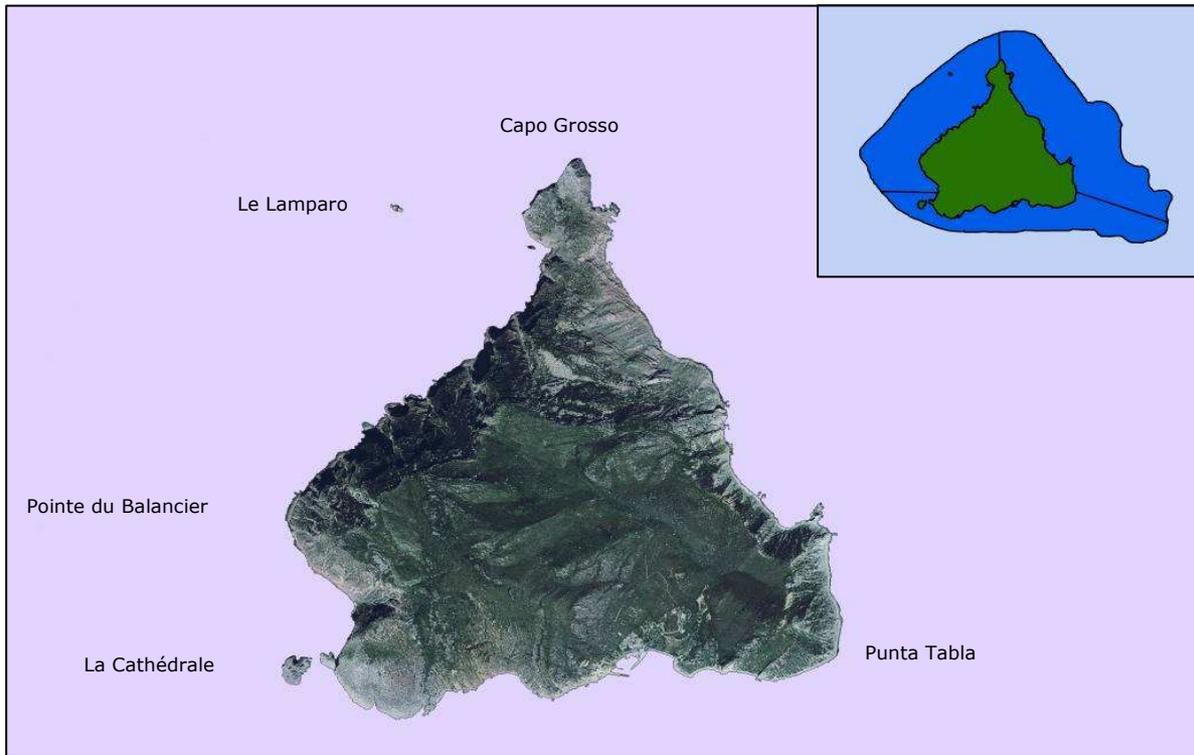
- Zone Sud : de la Cathédrale à la Punta Tabla



- Zone Est : de la Punta Tabla au Capo grosso



Figure 19 : Zonage de l'île de Zembra pour la présente étude.



I V . 2 . C A R T O G R A P H I E G E N E R A L E D E S B I O C E N O S E S M A R I N E S

Les fonds sous-marins de Zembra présentent une structuration relativement homogène autour des îles. Plusieurs habitats se succèdent en fonction de la profondeur mais l'importance de leur surface varie entre les cinq zones.

Quatre habitats génériques sont rencontrés à Zembra : les bancs de sable, les herbiers à posidonies, les substrats durs et le détritique côtier. On peut les décliner en 12 habitats.

La nomenclature biocénotique retenue est la suivante :

Biocénoses marines

Bancs de sable

-  Sables fins bien calibrés
-  Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond
-  Herbier à Cymodocées

Herbier à posidonies

-  Herbier à Posidonies
-  Matte morte de Posidonies

Substrats durs

-  Roche infralittorale à algues photophiles
-  Eboulis rocheux à algues photophiles
-  Coralligène

Détritique côtier

-  Détritique côtier
-  Détritique côtier envasé
-  Détritique côtier à maërl
-  Détritique côtier association à fucales

Figure 20 : Catégories biocénotiques retenues pour la cartographie de l'île de Zembra.

LES SUBSTRATS MEUBLES

Les fonds meubles autour de Zembra sont présents à partir de -5 mètres et s'étendent jusqu'à la limite de la zone d'étude. Les biocénoses les plus caractéristiques sont les herbiers à posidonies sur matre, les fonds sableux constitués des sables fins bien calibrés et leur faciès à *Cymodocea nodosa* et les sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond. L'herbier s'étend jusqu'à une trentaine de mètres de profondeur tandis qu'on trouve les sables fins jusqu'à -40 mètres et exceptionnellement - 50 mètres à l'Est de Zembra. La biocénose des sables grossiers débute autour de -30 mètres et s'étend jusqu'à -50 mètres. Le sable présente généralement des ripple marks larges. Ces biocénoses laissent ensuite place à des fonds dominés par le détritique côtier avec différents faciès : envasé, à maërl et à fucales.



Figure 21 : Les fonds meubles autour de Zembra sont présents à partir de -5 mètres et s'étendent jusqu'à la limite de la zone d'étude. [1] Sables fins bien calibrés ; [2] Faciès à *Cymodocea nodosa* des sables fins ; [3,4] Herbiers à posidonies sur matre; [5] Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond avec de larges ripple-marks ; [6] Détritique côtier présentant un faciès à maërl.

L'herbier à posidonies

L'**herbier à posidonies** occupe 0,407 km² soit 4,14% de la zone d'étude. Cet habitat est observé jusqu'à une trentaine de mètres de profondeur. Sa limite supérieure varie de quelques mètres à -15 mètres.

On trouve cet habitat sur le sable où la posidonie forme alors des herbiers denses (au Sud et à l'Est de Zembra) mais également sur les substrats durs (éboulis et roches) sous la forme de taches, notamment dans la partie Est de l'île.



Les bancs de sable

Les **sables fins bien calibrés** couvrent 1,069 km² soit 10,86% de la zone d'étude. Ils sont dominants entre le Capo grosso et la Punta Tabla. Ils apparaissent principalement sous la forme de grandes étendues après la limite inférieure des éboulis rocheux ou de l'herbier. On les rencontre également dans les plus faibles profondeurs comme dans la partie Sud de l'île à proximité du port.

Leur faciès à **cymodocées** est fortement développé, notamment dans le secteur Sud-Est, et occupe 0,41% de la zone d'étude.



Les **sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond** couvrent 0,814 km² soit 8,27% de la zone d'étude. Cet habitat fait suite à des fonds rocheux comme au Nord de la pointe du Balancier, à du sable fin (Est de Zembra), ou en taches dans le détritique côtier (au large de la Punta Tabla).

Le détritique côtier

Le **détritique côtier** couvre 4,909 km² soit 49,89% de la zone d'étude ; C'est l'habitat le plus représenté à Zembra.

Il présente un léger envasement dans une zone au Nord et une au Sud de la Cathédrale ; son faciès envasé couvre 3,10% de la zone d'étude.

On observe un **faciès à maërl** au Sud-Ouest de Zembra, autour du Lamparo et à l'Est du Capo Grosso qui est formé de sable grossier blanc et de rhodophytes calcaires libres (Corallinacea) ; il occupe 1,13% de la zone d'étude. Le détritique présente également un **faciès à fucales** au Sud-Ouest et au Nord-Est de l'île qui couvre 8,29% du site.



LES SUBSTRATS DURS

Les substrats durs sont présents de quelques mètres jusqu'à une soixantaine de mètres de profondeur (secteur du Lamparo). Ces fonds rocheux se présentent sous la forme de tombants/surplombs, de roches et d'éboulis. Du fait de la topographie de l'île Zembra, les substrats durs sont très fréquents dans l'ensemble de la zone alors que les sables sont principalement localisés dans les secteurs Sud et Est de l'île. Les éboulis rocheux, notamment, sont fortement représentés sur les côtes Ouest et Est de Zembra jusqu'à 20/30 mètres de profondeur.

Les fonds rocheux sont peuplés par différentes communautés floristiques et/ou faunistiques en fonction de l'hydrodynamisme, de la sédimentation et de l'exposition à la lumière.



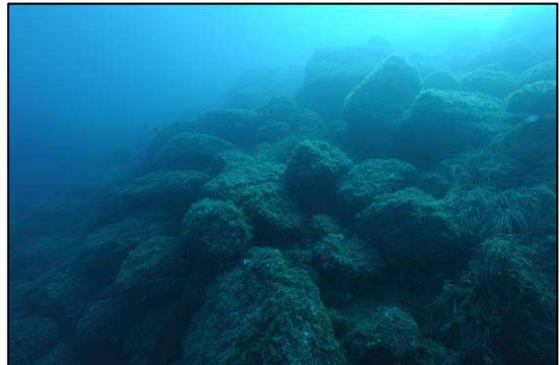
Figure 22 : Les substrats durs sont présents de quelques mètres jusqu'à une soixantaine de mètres de profondeur.

On distingue l'habitat de la roche infralittorale à algues photophiles qui couvre 0,673 km² soit 6,84% de la zone d'étude, celui des éboulis rocheux à algues photophiles qui occupe 0,635 km² soit 6,45% du site et le coralligène qui couvre 0,052 km² soit 0,53% de la zone.



La **roche infralittorale à algues photophiles** est constamment rencontrée autour de l'archipel. Il n'existe en effet aucune plage littorale. Le littoral est formé de falaises rocheuses qui atteignent la mer. Cet habitat s'étend de la surface à de grandes profondeurs (-40 mètres) grâce à la transparence des eaux.

Les **éboulis rocheux** proviennent soit de l'érosion des falaises/éboulis terrestres surplombant la zone soit de roche en place. La taille des blocs et la complexité de leur arrangement sont variables. Ces champs d'éboulis rocheux se poursuivent jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur, leur taille diminuant souvent avec la profondeur. Ces éboulis rocheux laissent ainsi progressivement la place aux substrats meubles et aux grosses roches infralittorales.



On rencontre le **coralligène** vers -45 mètres sur les parois rocheuses ou sur les roches où les algues calcaires constituent des constructions biogènes (tombants, surplombs, enclaves des éboulis rocheux).

La cartographie générale des biocénoses marines de l'île de Zembra est présentée sur la carte ci-dessous.

Nous avons également réalisé une vue en trois dimensions des biocénoses de Zembra en utilisant la technique de drapage sur la bathymétrie (Cf méthodologie). On observe que chacun des habitats étudiés se répartit principalement en fonction de la profondeur.

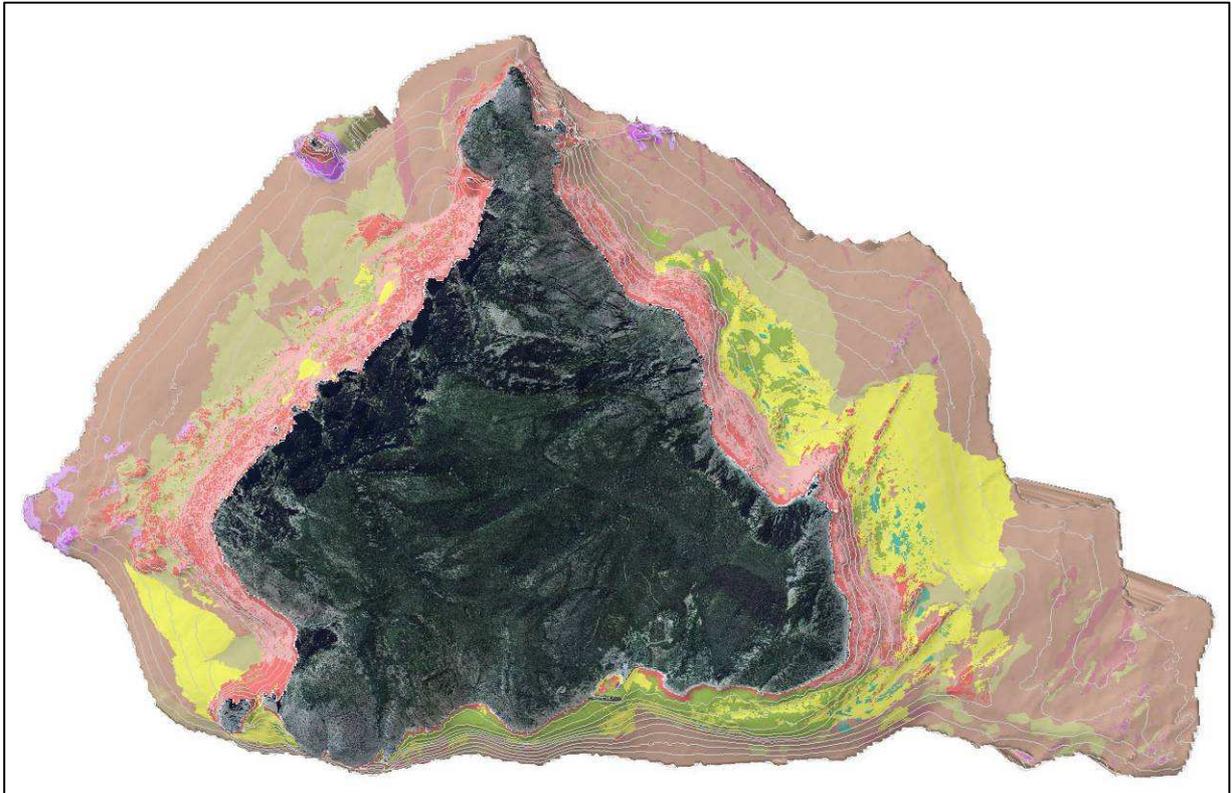
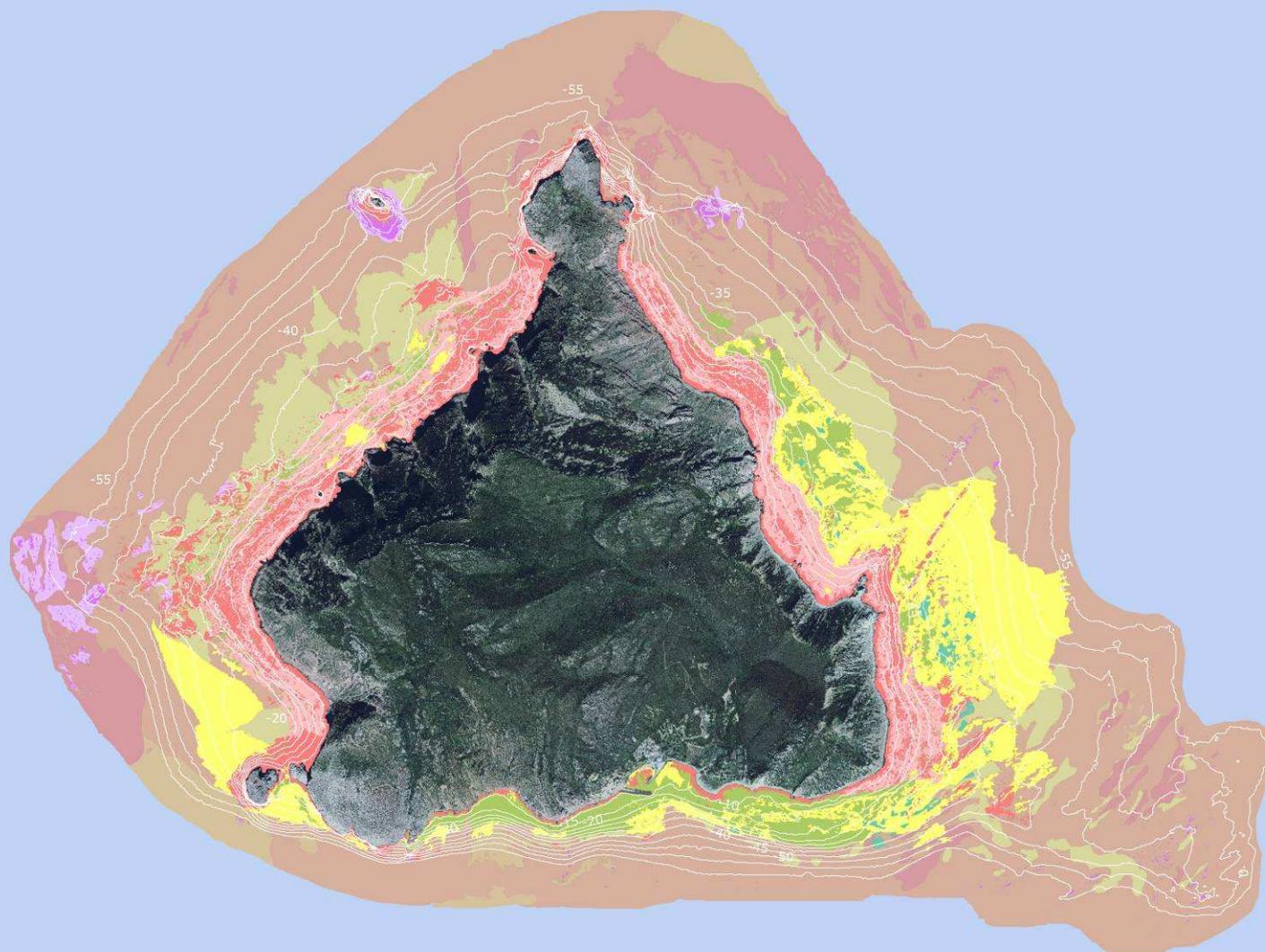
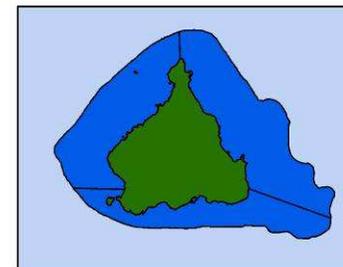


Figure 23 : Vue en plan des biocénoses drappées sur le Modèle numérique de terrain ombré



Biocénoses marines

- Sables fins bien calibrés - 10,86%
- Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond - 8,27%
- Herbier à Posidonies - 4,14%
- Matte morte de Posidonies - 0,01%
- Herbier à Cymodocées - 0,41%
- Roche infralittorale à algues photophiles - 6,84%
- Eboulis rocheux à algues photophiles - 6,45%
- Coralligène - 0,53%
- Détritique côtier - 49,89%
- Détritique côtier envasé - 3,15%
- Détritique côtier à maërl - 1,13%
- Détritique côtier association à fucales - 8,29%
- Habitats artificiels - 0,02%

— Isobathes

Echelle : 1/20 000

0 250 500 1 000 1 500 Mètre



Système de coordonnées :
WGS_1984_UTM_Zone_32N

Source des données :
- Andromède Océanologie et l'Oeil d'Andromède (isobathes et biocénoses)
- SPOT image (photographie satellite)

Réalisation :
Andromède Océanologie
L'Oeil d'Andromède
www.andromede-ocean.com

Février 2011

V. HABITATS SOUS-MARINS DE ZEMBRA

Une caractérisation générale des différentes biocénoses et associations de l'île de Zembra est présentée dans ce chapitre. Pour certains habitats, une description par zone est proposée.

V.1. LES HERBIERS A PHANEROGAMES

V.1.1. LES HERBIERS À *POSIDONIA OCEANICA*

Les herbiers à posidonies sont présents dans la quasi-totalité de la zone d'étude sur sable et sur roche.

Zone Ouest

Sur la côte Ouest l'herbier à posidonies est discontinu et se présente sous la forme de tâches clairsemées dont la limite inférieure atteint une trentaine de mètres de profondeur.

Il est présent principalement sur substrat rocheux ou en enclave entre les blocs dans les zones où l'hydrodynamisme est favorable.

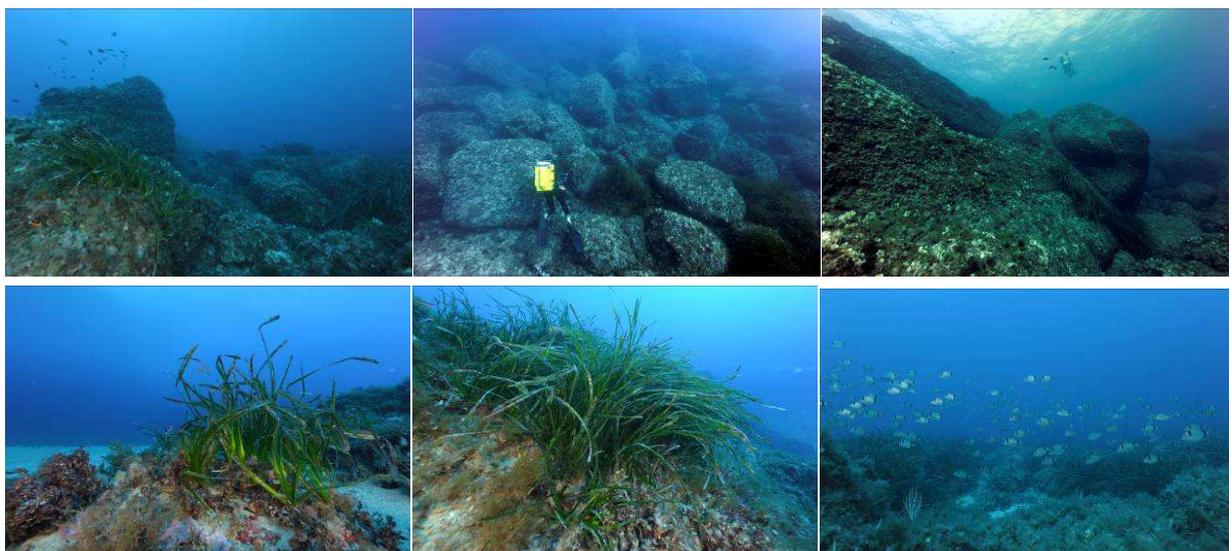
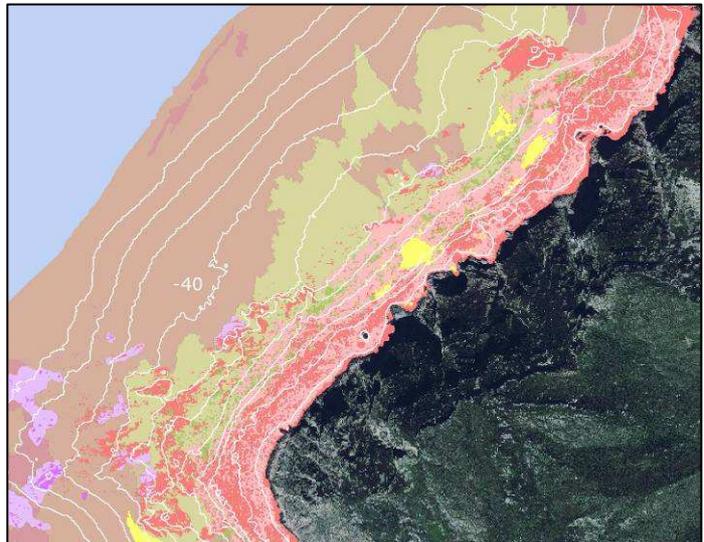
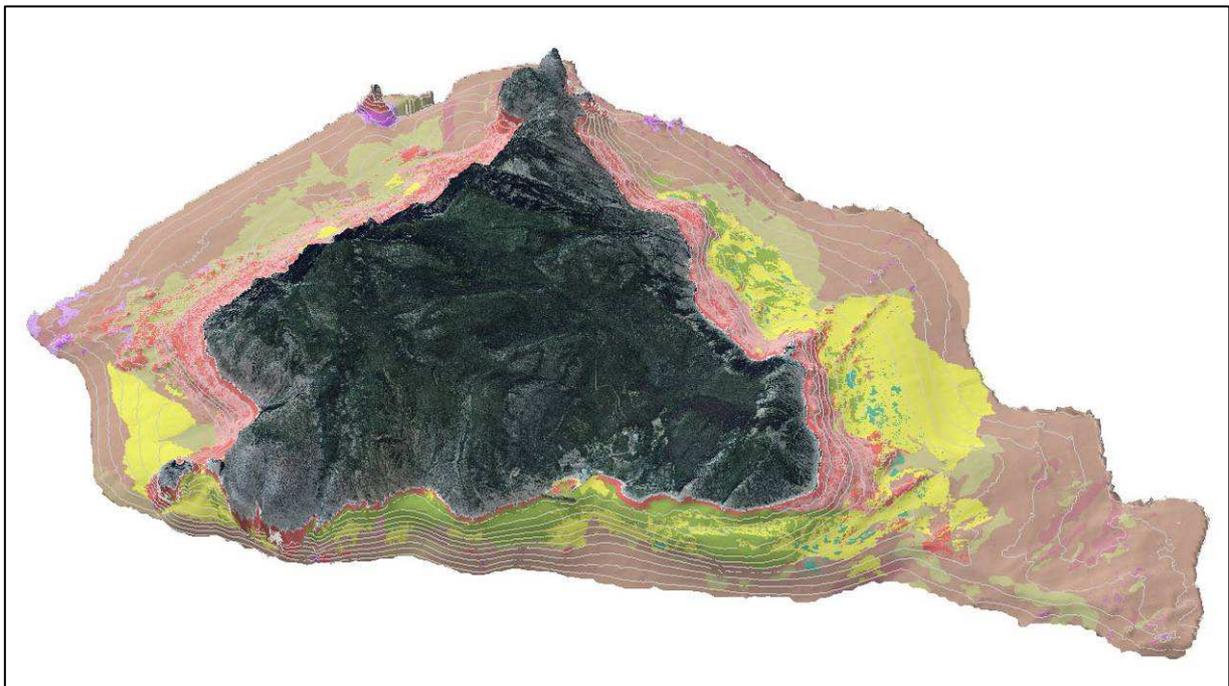


Figure 24 : L'herbier à posidonies s'installe sur la roche jusqu'à -30 mètres à l'Ouest de Zembra.

Ces zones rocheuses massives au milieu de l'herbier sont richement colonisées par les poissons tels que les mérous bruns (*Epinephelus marginatus*), les mérous royaux (*Mycteroperca rubra*), les corbs (*Sciaena umbra*), les sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et les sars communs (*Diplodus vulgaris*), les serrans-écriture (*Serranus scriba*), les mendoles (*Spicara maena*) et les castagnoles (*Chromis chromis*).



Figure 25 : L'herbier à posidonies à l'Ouest de Zembra est colonisé par des poissons. [1,2] Mérou brun (*Epinephelus marginatus*) ; [3] Un serran-écriture (*Serranus scriba*) et des mendoles (*Spicara maena*); [4,5] Sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) ; [6] Castagnoles (*Chromis chromis*) et sars à tête noire nageant à proximité de l'herbier à posidonies.



En limite supérieure de l'herbier sur roche, vers l'isobathe -10 mètres, le sédiment est constitué d'un sable fin bien calibré sur lequel reposent des blocs de taille moyenne et des roches massives extrêmement hautes.

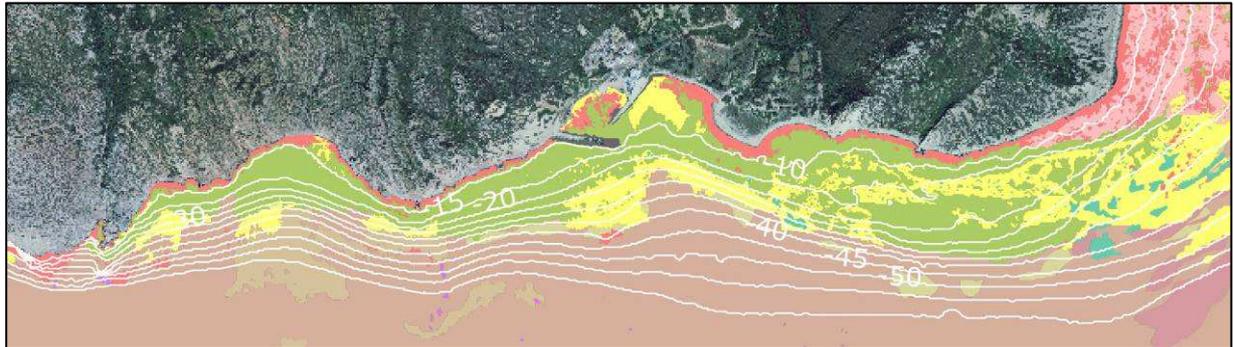


Figure 26 : [1,2,3,4] Lorsque la roche est affleurante et plate l'herbier s'installe dessus ; [5,6] En limite supérieure de l'herbier sur roche, vers l'isobathe -10 mètres, le sédiment est constitué d'un sable fin bien calibré sur lequel reposent des blocs de taille moyenne et des roches massives extrêmement hautes.

Zone au Sud

Dans la partie Sud de l'île, entre la Cathédrale et la Punta tabla, un vaste et dense herbier à posidonies est présent sur le sable fin. Sa limite inférieure à l'Ouest est haute (22 mètres) et semble stable : la forme de la limite montre une forte influence de l'hydrodynamisme.

Au Sud-Est la limite inférieure de l'herbier atteint 30 mètres ; elle est clairsemée et montre des signes de régressions avec présence de matre morte en limite inférieure.



Le port de Zembra a été lui-même construit sur un **récif barrière qui est néanmoins toujours présent**. Ce biotope se forme lorsque les herbiers de posidonie se développent au fond de criques de très faible profondeur. Les plantes affleurent alors à la surface et peuvent créer un récif barrière, par analogie aux récifs coralliens. Ce biotope très particulier et très rare constitue un monument naturel qu'il convient de préserver pour sa rareté.

Contrairement à l'herbier sur roche rencontré sur la côte Ouest, l'herbier à posidonies au Sud est fortement épiphyté notamment dans l'anse du port.



Figure 27 : Un vaste et dense herbier à posidonies est présent sur le sable fin au Sud-Ouest de Zembra. [1,2,3] La limite inférieure de l'herbier est conditionnée par l'hydrodynamisme local; [4,5] L'herbier à posidonies est extrêmement épiphyté.

Sur l'ensemble de la zone Sud l'herbier remonte dans les petits fonds et présente toujours une densité élevée. Sa limite inférieure se situe alors à -2/3 mètres où des roches parsèment également le substrat.



Figure 28 : [1,2] La limite inférieure de l'herbier au Sud-Ouest de Zembra est haute, elle se situe à 2/3 mètres de fond. On observe également des roches qui parsèment le substrat.

Quelques poissons et invertébrés sont présents à proximité de l'herbier au Sud-Est de l'île et notamment : des serrans-écriture (*Serranus scriba*), des grondins volants (*Dactylopterus volitans*), des rougets de roche (*Mullus surmuletus*) et des cnidaires tels qu'*Alicia mirabilis* et *Veretillum cynomorium*.



Figure 29 : [1] Serran-écriture (*Serranus scriba*) ; [2] Grondin volant (*Dactylopterus volitans*) en limite d'herbier ; [3] Juvénile de pétoncle; [4] *Alicia mirabilis* rétractée avec ses tentacules enroulées en spirale; [5] *Veretillum cynomorium* ; [6] Bancs de rougets de roche (*Mullus surmuletus*)

Zone Est

A l'Est de Zembra, l'herbier débute en taches dans les éboulis rocheux entre -10 et -15 mètres de fond. Il se densifie progressivement et, vers -20 mètres, continue sur le sable jusqu'à sa limite inférieure qui se situe entre -30 et -37 mètres.

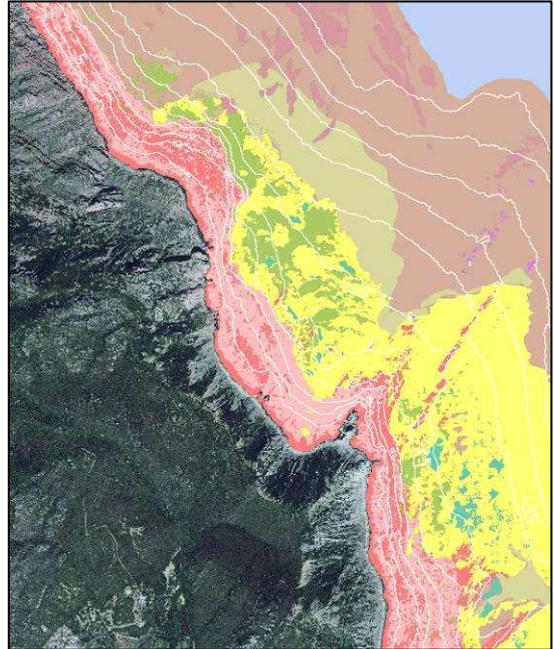


Figure 30 : A l'Est de Zembra, l'herbier débute dans les éboulis rocheux entre -10 et -15 mètres de fond. Il continue sur le sable jusqu'à sa limite inférieure qui se situe à -30/35 mètres.

Dans cette partie Est de l'île, l'herbier abrite une faune diversifiée, notamment ichtyologique.

Un couple de grandes cigales de mer (*Scyllarides latus*) et un triton (*Charonia sp.*) ont été vus dans l'herbier.

De nombreux sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*), sars communs (*D. sargus*), sars à grosses lèvres (*D. cervinus*), pagres rayés (*Pagrus auriga*), bancs de saupes (*Sarpa salpa*), castagnoles (*Chromis chromis*), canthares (*Spondylisoma cantharus*), serran-écriture (*Serranus scriba*), et crénilabres méditerranéens (*Symphodus mediterraneus*) sont présents. On rencontre aussi quelques mérours bruns (*Epinephelus marginatus*), plutôt farouches et de taille petite à moyenne, et des mérours royaux (*Mycteroperca rubra*) plus nombreux et de taille importante. Ces derniers restent aussi difficiles d'approche. Une torpille marbrée (*Torpedo marmorata*), recouverte de nombreux parasites externes rassemblés au début de la queue, est observée dans l'herbier sur sable à proximité des éboulis rocheux.



Figure 31 : L'herbier à posidonies situé à l'Ouest de Zembra abrite notamment une faune ichtyologique très diversifiée. [1] Couple de grandes cigales de mer (*Scyllarides latus*) dans l'herbier; [2] Un triton (*Charonia sp.*); [3] Bancs de saupes (*Sarpa salpa*); [4,5,9] Trois pagres rayés (*Pagrus auriga*); [6] Un canthare (*Spondylisoma cantharus*); [7] Serran-écriture (*Serranus scriba*); [8] Crénilabre méditerranéen (*Symphodus mediterraneus*); [10,11,12] Une torpille marbrée (*Torpedo marmorata*) recouverte de nombreux parasites externes rassemblés au début de la queue est présente dans l'herbier sur sable à proximité des éboulis rocheux.

En limite inférieure de l'herbier à posidonies avec le sable fin, nous avons vu plusieurs groupes de crénilabres tanches (*Symphodus tinca*) au comportement atypique. En effet, une trentaine de femelles et trois mâles (qui se distinguent des femelles par la présence d'une tache sombre plus étendue au-dessus de la nageoire pectorale) se mettent en position verticale la tête vers le haut avec la bouche grande ouverte. Ce comportement peut s'apparenter à une parade nuptiale. Régulièrement les mâles vont se coucher dans les posidonies avant de reprendre les parades. Une autre espèce observée en bordure d'herbier est le denté commun (*Dentex dentex*).



Figure 32 : Plusieurs groupes de crénilabres tanches (*Symphodus tinca*) ont été vus. Ils montrent un comportement atypique : ils se mettent en position verticale la tête vers le haut avec la bouche grande ouverte. Cela s'apparente à une parade nuptiale.

A l'Est du Capo grosso, l'herbier est également en taches sur les grosses roches, à quelques mètres de la surface. L'herbier n'est pas épiphyté et sa densité est importante.



Figure 33 : Au Nord-Est de l'île l'herbier est en taches sur la roche.

V.1.2. LES HERBIERS A CYMODOCEA NODOSA

La Cymodocée, *Cymodocea nodosa*, essentiellement méditerranéenne, est par sa fréquence et l'étendue de ses peuplements la deuxième espèce de phanérogame marine de Méditerranée.

A Zembra, elle peuple les substrats sableux de l'Est et du Sud-Est de l'île. On la rencontre dans des zones bien éclairées et abritées, entre 15 et 35 mètres de profondeur, où elle forme des taches ou de vastes prairies sur le sable fin bien calibré.

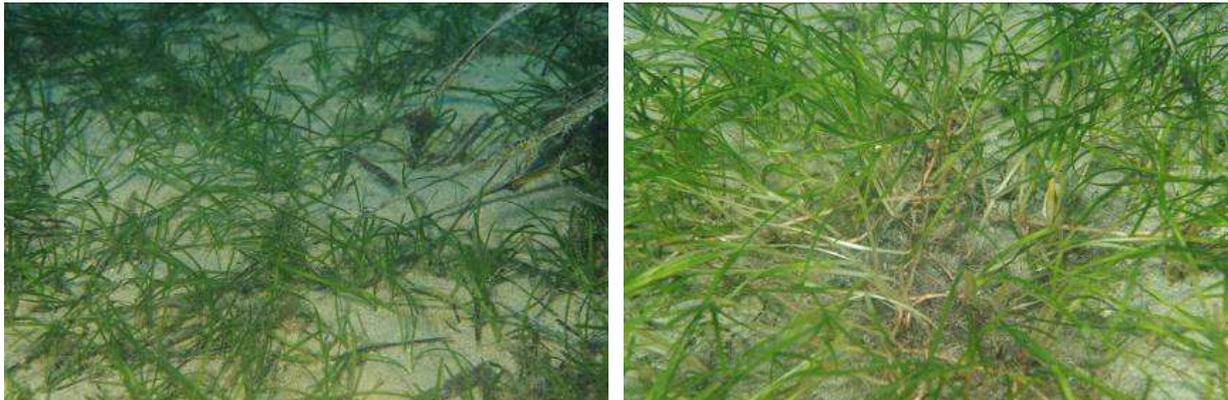
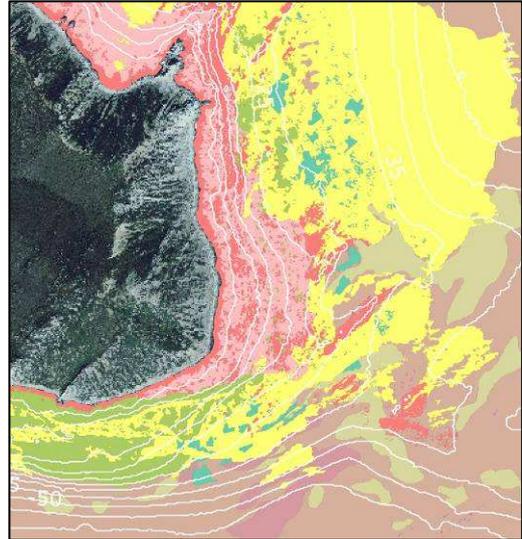


Figure 34 : Herbiers à cymodocée (*Cymodocea nodosa*) sur du sable fin bien calibré au Sud de Zembra. Ces herbiers s'étendent jusqu'à -35 mètres.

Les herbiers à cymodocées abritent quelques invertébrés, principalement des cnidaires comme les vérétilles (*Veretillum cynomorium*) et les anémones *Alicia mirabilis*.



Figure 35 : [1,2] Vérétille (*Veretillum cynomorium*) aux polypes non déployés ; [3] L'anémone *Alicia mirabilis* photographiée de nuit.

Ces herbiers à cymodocées sont surtout peuplés par de nombreux poissons. Les rasons (*Xyrichtys novacula*) y sont nombreux. Nous observons également des grondins volants (*Dactylopterus volitans*), des pagres communs (*Pagrus pagrus*) et des sars (*Diplodus* sp.)



Figure 36 : Les herbiers à cymodocées sont peuplés par de nombreux poissons. [1] Grondin volant (*Dactylopterus volitans*) ; [2,3,4,5] Les rasons (*Xyrichtys novacula*) sont nombreux dans les prairies de cymodocées ; [6,7] Pagre commun (*Pagrus pagrus*); [8] Sar (*Diplodus* sp.).

V. 2. LES SEDIMENTS MEUBLES

V. 2. 1. SABLES FINS BIEN CALIBRES

La biocénose des sables fins bien calibrés est bien représentée à Zembra, notamment autour de la Cathédrale, dans la partie Sud, et à l'Est de l'île. Elle est caractérisée par son faciès à *Cymodocea nodosa* comme nous avons pu le voir précédemment.

Les sables fins bien calibrés débutent dans les faibles profondeurs (à proximité du port) et s'étendent communément jusqu'à -40 mètres, exceptionnellement à -50 mètres.

Zone à l'Ouest

A l'Ouest, entre le Capo grosso et la pointe du balancier, le sable fin se présente sous forme de grandes taches situées en limite supérieure de l'herbier à posidonies entre -10 et -15 mètres de fond.

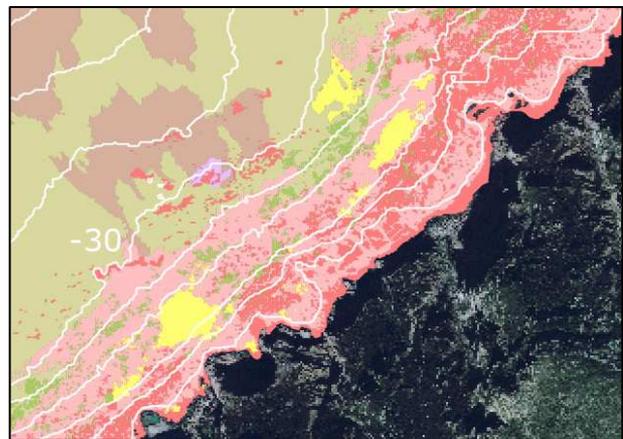


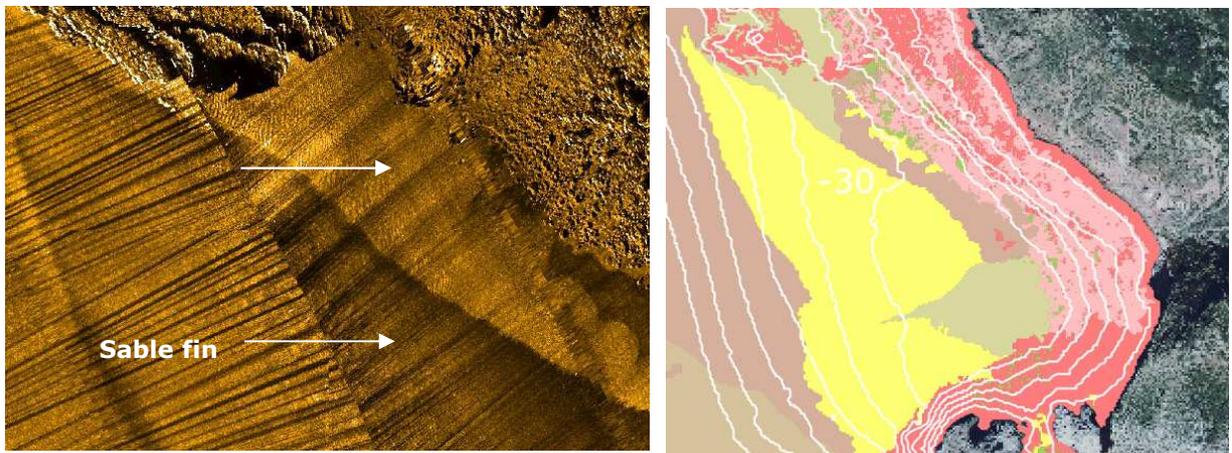
Figure 37 : A l'Ouest, les étendues de sable fin sont situées en limite supérieure de l'herbier à posidonies entre -10 et -15 mètres de fond.

Dans la partie Sud-Ouest, en partant de la pointe des Balanciers et en se dirigeant vers la Cathédrale, une grande étendue de sable fin fait suite à du sable grossier à partir de -25 mètres. La transition entre ces deux types de sable est bien visible sur les photographies ci-dessous ou sur les images sonar. Ce sable fin s'étend jusqu'à 50 mètres de profondeur où le détritique le remplace.



Figure 38 : En partant de la pointe des Balanciers et en se dirigeant vers la Cathédrale, une grande étendue de sable fin fait suite à du sable grossier à partir de -25 mètres.

La transition entre le sable grossier et le sable fin est visible au sonar latéral.



A la Cathédrale, le sable fin débute au pied de la zone de roches infralittorales à algues photophiles, vers 25 mètres de fond.

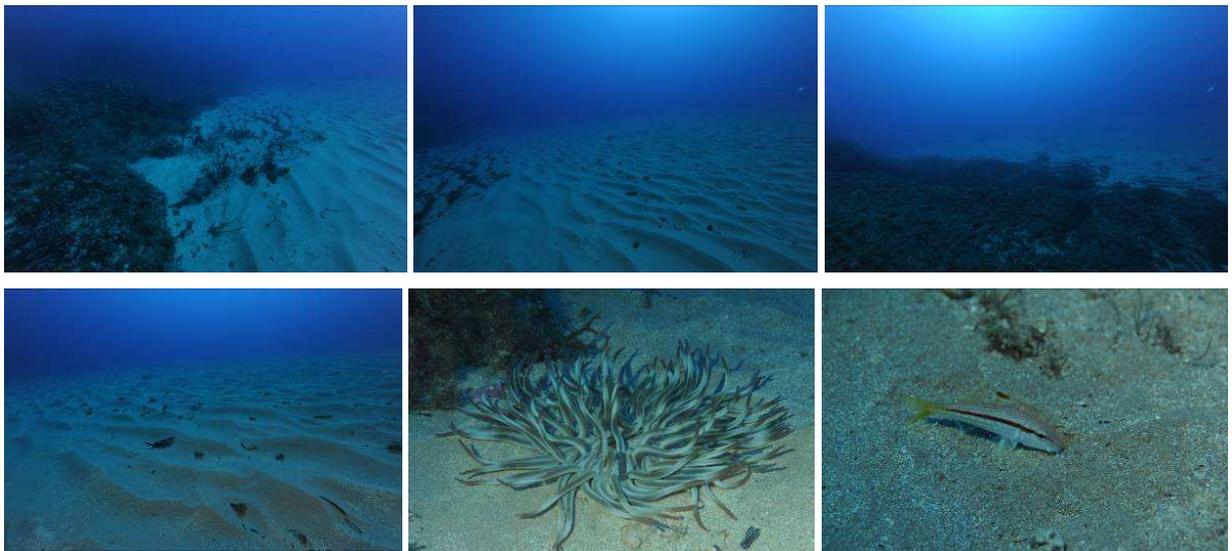


Figure 39 : [1-4] A la Cathédrale, le sable fin débute après les roches à -25 mètres ; [5] L'anémone *Condylactis aurantiaca* [6] Rouget de roche (*Mullus surmuletus*)

Zone Sud

La biocénose du sable fin bien calibré est présente dans la partie Sud-Ouest de l'île particulièrement en limite inférieure de l'herbier, entre 20 et 30 mètres de profondeur. On la rencontre également au sein de l'herbier, à l'Est du port, vers -10 mètres sous la forme de grandes étendues.

Nous notons un léger envasement général de cet habitat au Sud de Zembra.

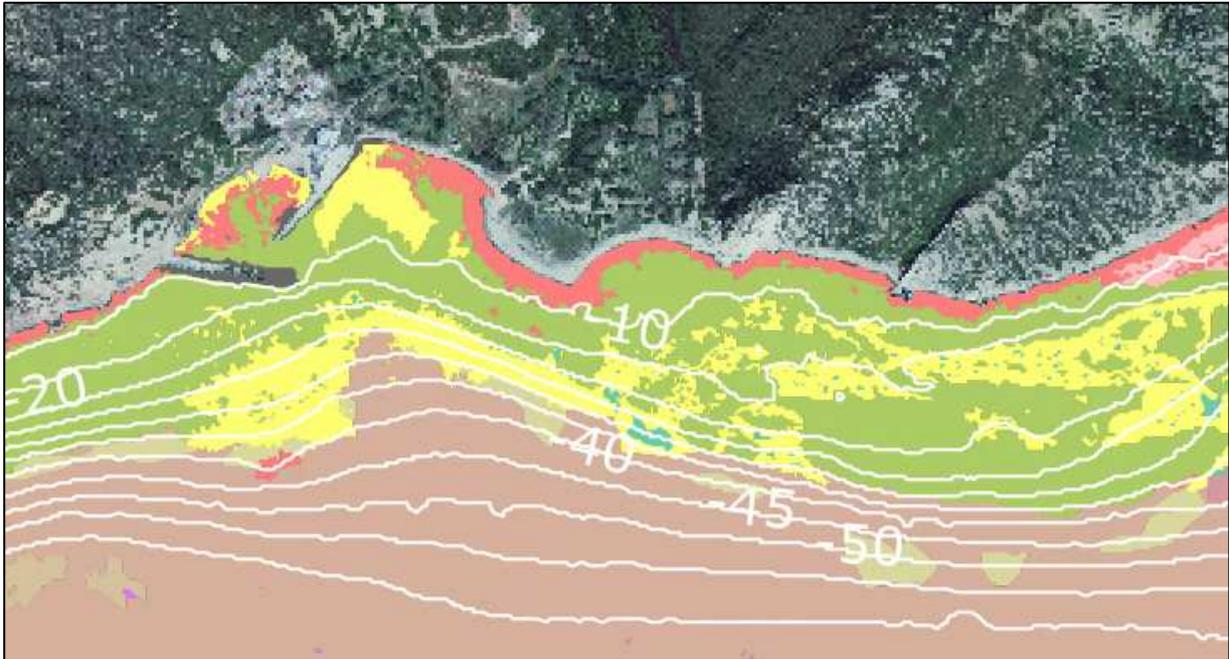


Figure 40 : Le sable fin bien calibré est rencontré en limite inférieure de l'herbier à posidonies, notamment dans la partie Sud-Ouest de l'île. A l'Est du port cette biocénose est présente au sein de l'herbier sous la forme de grandes étendues.

Le sable fin abrite diverses espèces comme les cnidaires tels que de gros cérianthes (*Cerianthus membranaceus*; photo ci-contre), de nombreuses gorgones sciaphiles *Lophogorgia ceratophyta* (= *Leptogorgia sarmentosa*) couleur jaune citron de petite taille sur lesquelles a été vue la petite porcelaine *Neosimnia spelta*. Des alcyonaires (*Alcyonium acaule*) sont aussi présents.



L'espèce invasive *Caulerpa racemosa* est bien présente sur le sédiment meuble au Sud de Zembra.



Figure 41 : [1] Dans la partie Sud de l'île le sable fin bien calibré se trouve en limite inférieure de l'herbier à partir de -30 mètres ; [2] Un cérianthe (*Cerianthus membranaceus*) ; [3] Les gorgones *Lophogorgia ceratophyta* couleur jaune citron de petite taille ; [3,4] Porcelaine *Neosimnia spelta* ; [6] Un alcyonaire (*Alcyonium acaule*) ; [7,8] *Caulerpa racemosa* sur le sable ; [9] Ponte de mollusques accrochée sur la caulerpe envahissante.

Nous avons observé des grandes nacrés (*Pinna nobilis*), espèces protégées par les conventions de Berne et de Barcelone, des nacrés épineuses *Pinna rudis* et des mollusques *Antalis vulgaris* sur le sable.



La faune ichthyologique des sables fins bien calibrés est diversifiée.

Nous y avons rencontré une grande vive (*Trachinus draco*), une murène sorcière (*Facciolella oxyrhyncha*) enfouie dans le sable, des rougets de roche (*Mullus surmuletus*), des sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*), un serran-tambour (*Serranus hepatus*), un marbré (*Lithognathus mormyrus*), un pageot acarné (*Pagellus acarne*), des petites rascasses rouges (*Scorpaena notata*), une rascasse brune (*Scorpaena porcus*) et des pagres rayés (*Pagrus auriga*). Les Serranidés sont abondants : badèches (*Epinephelus costae*), mérour royaux (*Mycteroperca rubra*), et mérour bruns (*Epinephelus marginatus*).

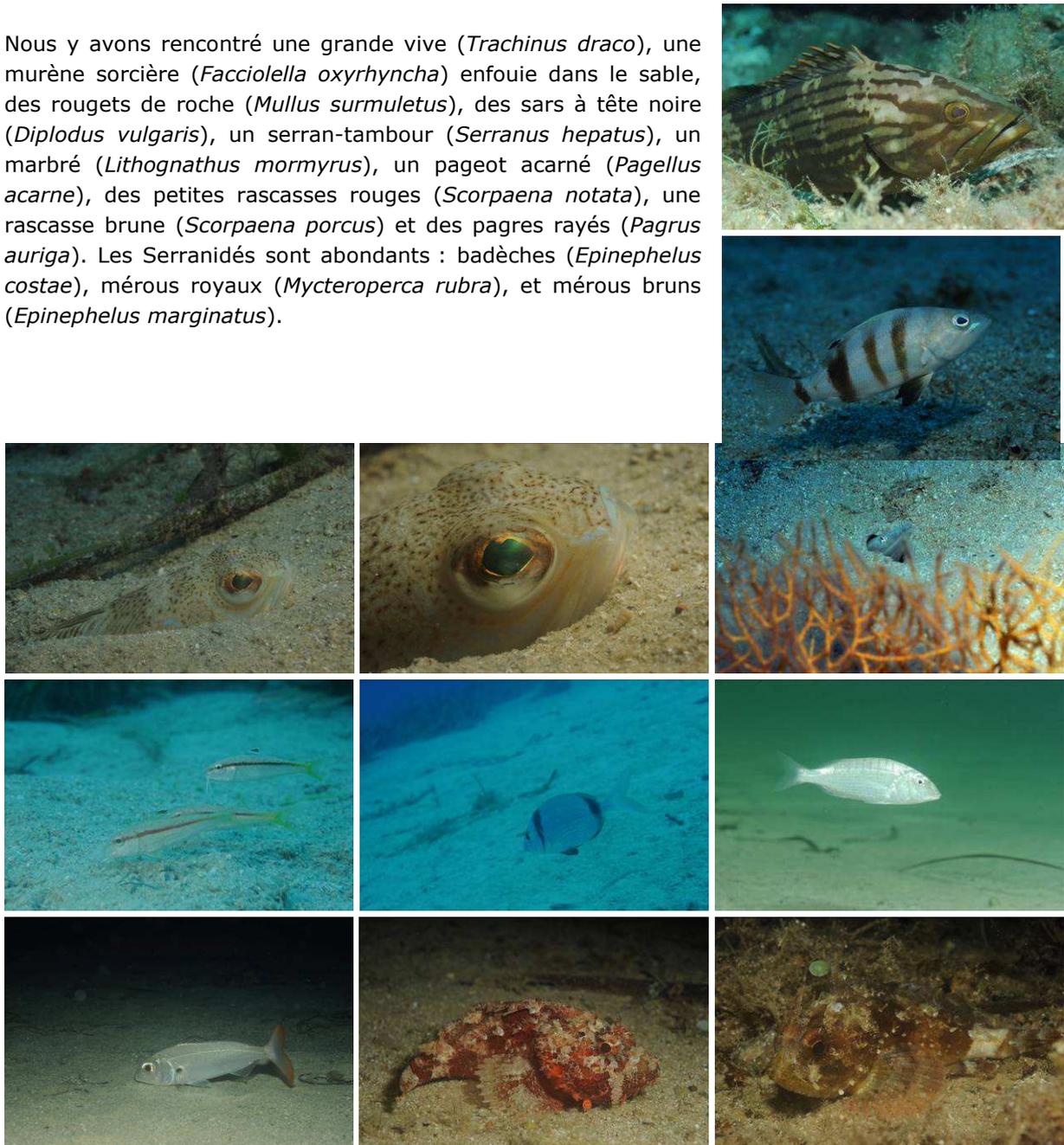
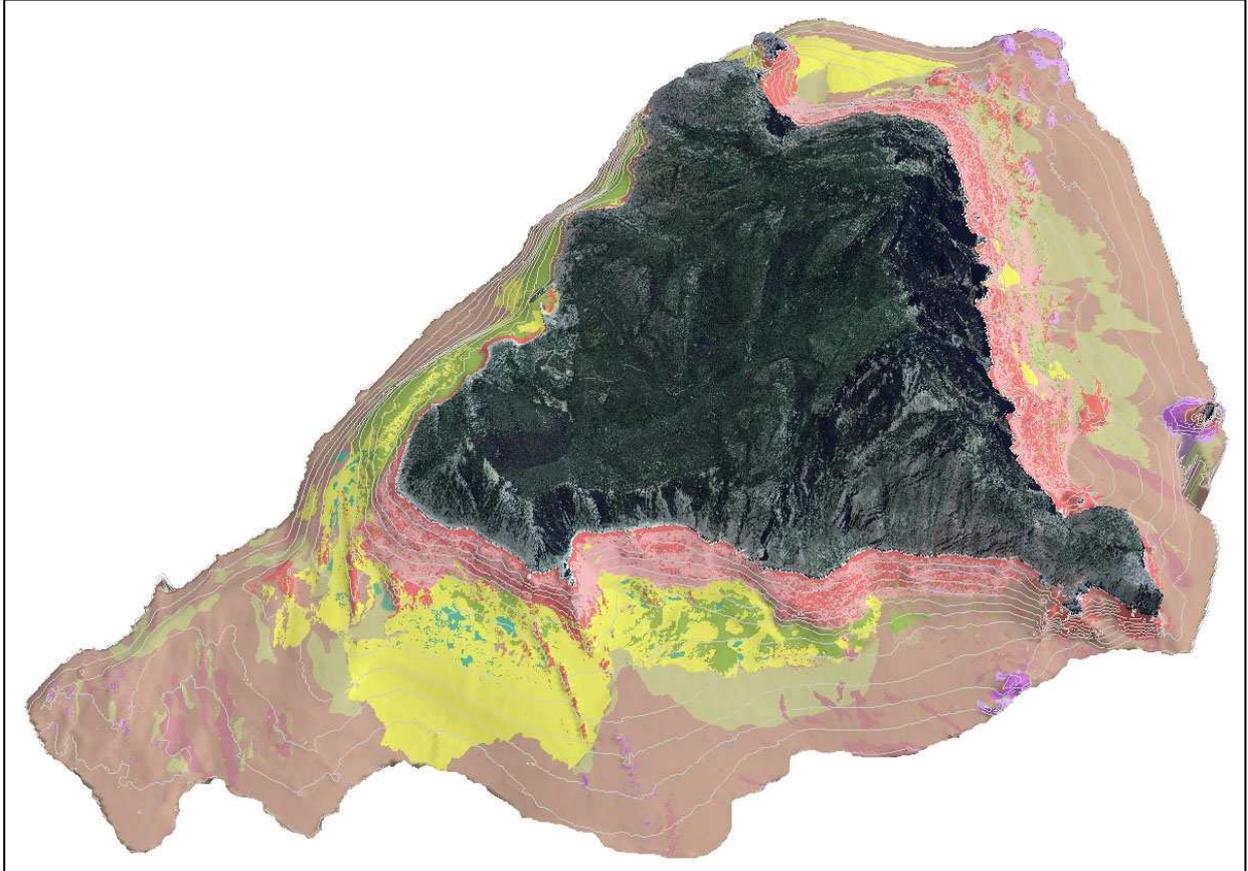


Figure 42 : [1,2] Grande vive (*Trachinus draco*) ; [3] Murène sorcière (*Facciolella oxyrhyncha*) enfouie dans le sable dont seule la tête dépasse ; [4] Banc de rougets de roche (*Mullus surmuletus*) ; [5] Sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*) ; [6] Marbré (*Lithognathus mormyrus*) ; [7] Le pageot acarné (*Pagellus acarne*) ; [8] Grande rascasse rouge (*Scorpaena scrofa*) ; [9] Rascasse brune (*Scorpaena porcus*).

Zone Est

De la Punta Tabla au Capo Grosso, le sable fin fait suite aux éboulis rocheux ou à l'herbier à posidonies ; il est présent de -20 à -50 mètres.



La caulerpe invasive *Caulerpa racemosa* est présente sur le substrat.
Les algues *Codium vermilara* ont été vues à plusieurs reprises.



Figure 43 : [1-5] De la Punta Tabla au Capo Grosso, le sable fin fait suite aux éboulis rocheux ou à l'herbier à posidonies ; [6] La caulerpe envashissante *Caulerpa racemosa* ; [7,8,9] Les algues *Dasycladus vermicularis* observées particulièrement profond (vers 30-35m).



Au Sud-Est, il y a de très nombreux vestiges posés sur le sable fin, au moins six ancres anciennes (romaines, du moyen age etc.), et beaucoup de morceaux de poteries. Il semble que cette zone ait été un lieu de mouillage très fréquenté, bien à l'abri des vents dominants.

Une torpille marbrée (*Torpedo marmorata*), des rougets de roche (*Mullus surmuletus*), une grande nacre (*Pinna nobilis*), une pastenague commune (*Dasyatis pastinaca*), un plathelminthe (*Pseudoceros maximus*), des sabelles (*Sabella pavonica*), et des anémones (*Condylactis aurantiaca*) peuplent cet habitat à l'Est de Zembra.



Figure 44 : [1,2,3] Torpille marbrée (*Torpedo marmorata*) ; [4] Rougets de roche (*Mullus surmuletus*) ; [5] Grande nacre (*Pinna nobilis*) ; [6] *Pseudoceros maximus* ; [7,8] Sabelles (*Sabella pavonica*) ; [9] Anémone (*Condylactis aurantiaca*).

Dans le secteur Sud/Sud-Est de l'île, nous avons observé de nombreuses amphores sur le sable fin. Les amphores étaient les récipients les plus utilisés dans l'Antiquité pour le transport de produits de base.

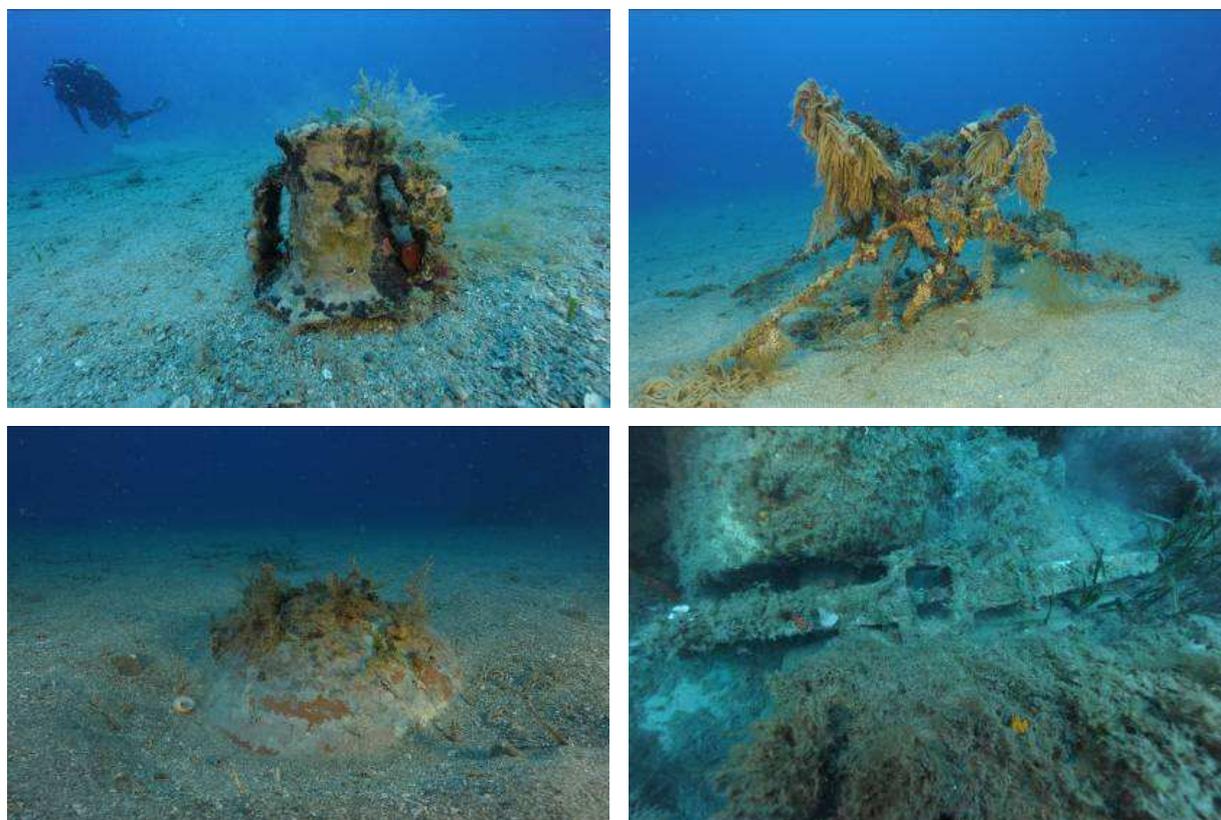


Figure 45 : Dans le secteur Sud/Sud-Est, nous avons observé de nombreux vestiges, des amphores sur le sable fin ainsi que des ancrs antiques.

V.2.2. SABLES GROSSIERS ET FINS GRAVIERS SOUS INFLUENCE DES COURANTS DE FOND



La biocénose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond est pratiquement dépourvue de fraction fine. Elle s'étend de -30 mètres à -50 mètres, en limite inférieure des éboulis rocheux et grosses roches ainsi que du sable fin. Cet habitat est strictement soumis aux courants de fonds qui lui permettent de persister.

A Zembra, il présente des ripple marks larges. Nous n'avons noté aucune trace d'envasement. Du fait de la profondeur importante de sa limite inférieure, il est en contact (voire

parfois mélangé) à la biocénose circalittorale du détritique côtier, et en particulier avec son faciès à maërl.

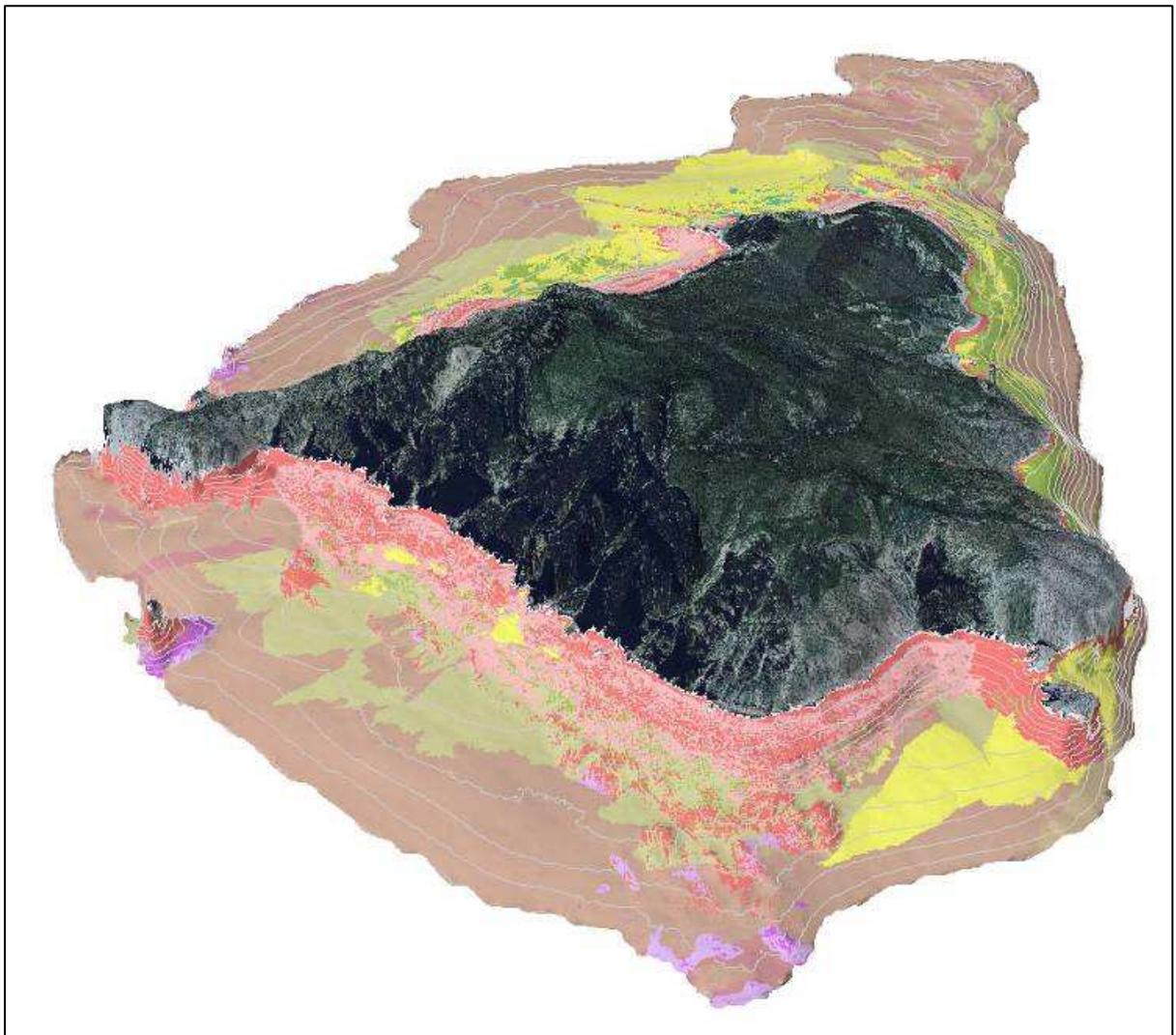




Figure 46 : La biocénose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond s'étend de -30 mètres à -50 mètres, en limite inférieure des éboulis rocheux et grosses roches ainsi que du sable fin. Une ancre antique (rectangle de pierre avec trois trous) a été vue sur le sable.

Au Sud de la pointe du Balancier, la limite entre les secs rocheux et le fond meuble constitué de sable fin présente une zone transitoire de sable grossier très nette dont les ripple marks sont très grandes.



Figure 47 : Au Sud de la pointe des Balanciers la limite entre les roches et le sable fin est constituée de sable grossier présentant de larges ripple-marks.

Nous avons observé une magnifique anémone buissonnante *Gerardia savaglia*, espèce peu fréquente qui figure en annexe II de la convention de Barcelone, à -35 mètres de profondeur.



Les petites pierres et débris de coquillages de ce substrat meuble grossier sont colonisés par de nombreux cnidaires, et notamment des gorgones. Les gorgones *Lophogorgia ceratophyta* et *Eunicella singularis* sont très abondantes ; la gorgone jaune *Eunicella cavolinii* a été très peu observée.



Figure 48 : Les petites pierres et débris de coquillages du sable grossier sont colonisés par des gorgones. [1,4,5,6] *Lophogorgia ceratophyta* ; [2,3] Gorgone blanche *Eunicella singularis*.



Outre ces gorgones, la faune est riche sur le sable grossier, en particulier les poissons dont certains utilisent ce substrat pour s'enfouir. On rencontre des pagres communs (*Pagrus pagrus*), des pagres rayés (*Pagrus auriga*), des rougets de roche (*Mullus surmuletus*), des grandes rascasses (*Scorpaena scrofa*), des raies pastenagues (*Dasyatis pastinaca*) en train de fouiller le sable, plusieurs raies aigles (*Myliobatis aquila*) qui passent sous les plongeurs, des soles de Méditerranée (*Pegusa theophilus*) et des soles-perdrix ocellées (*Microchirus ocellatus*), des Saint-Pierre (*Zeus faber*), des grondins volants (*Dactylopterus volitans*), des poissons-lézard (*Synodus saurus*). Un uranoscope (*Uranoscopus scaber*) qui s'enfouit dans le sédiment et tend son leurre afin d'attraper ses proies a été observé.

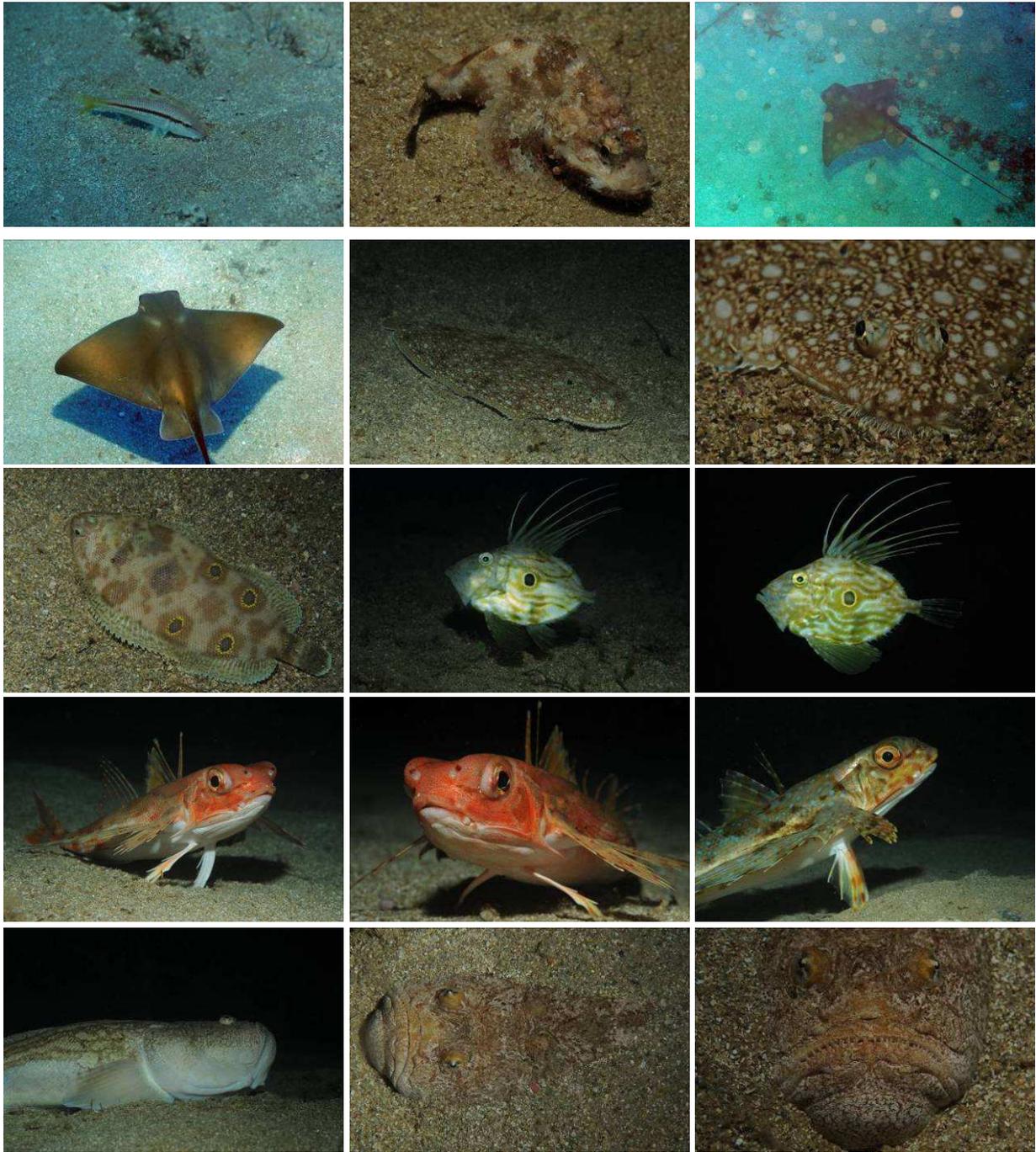


Figure 49 : [1] Rouget de roche (*Mullus surmuletus*) ; [2] Grande rascasse rouge (*Scorpaena scrofa*) ; [3,4] Raie aigle (*Myliobatis aquila*) ; [5,6] Sole de Méditerranée (*Pegusa theophilus*) ; [7] Sole-perdrix ocellée (*Microchirus ocellatus*) ; [8,9] Saint-Pierre (*Zeus faber*) ; [10-12] Grondin volant (*Dactylopterus volitans*) ; [13-15] Uranoscope (*Uranoscopus scaber*) qui s'enfouit dans le sédiment pour chasser la nuit.

Sur ces fonds meubles au Sud de l'île nous avons observé une espèce de poisson peu commune : le Serpention miro (*Echelus myrus*) présentant des lignes et points clairs sur sa tête. Un autre poisson serpentiforme est présent, le congre des baléares (*Ariosoma balearicum*). Notons également la présence d'une petite liche (*Lichia amia*) à 6 mètres. A préciser que les sérioles (*Seriola dumerili*) de petite taille ne sont pas rares sur tous les sites visités mais ce n'est que lors d'une seule plongée que nous avons vu une liche. Des dentis (*Dentex dentex*), des poissons-lézard (*Synodus saurus*) et des juvéniles de pageot commun (*Pagellus erythrinus*) sont rencontrés. A noter la présence de nombreuses petites seiches (*Sepia officinalis*) en train de chasser.



Figure 50 : [1,2] Serpention miro (*Echelus myrus*) présentant des lignes et points clairs sur sa tête ; [3,4] Juvénile de pageot commun (*Pagellus erythrinus*); [5,6] Poisson-lézard (*Synodus saurus*) ; [7] Denti (*Dentex dentex*) ; [8,9] Petite seiche (*Sepia officinalis*) en train de chasser la nuit.

Des mollusques tels que les dolium géants (*Tonna galea*), les murex épineux (*Bolinus brandaris*), ainsi que des crustacés comme les bernard-l'hermite (*Dardanus calidus*), *Homola* sp. ou encore des échinodermes telle que l'étoile de mer à sept bras (*Luidia ciliaris*) sont présents sur le sable grossier. Les vérétilles (*Veretillum cynomorium*) et les pennatulaires sont abondantes. Les doliums géants ont été observés de jour le lendemain de cette plongée de nuit en train de pondre.



Figure 51 : [1-3] Dolium géant (*Tonna galea*) très nombreux à -32 mètres; [4] Murex épineux (*Bolinus brandaris*) ; [5] Vérétille (*Veretillum cynomorium*) ; [6] Anémone nocturne *Halcampoides mediterranea* ; [7,8] Vérétille (*Veretillum cynomorium*) : on observe bien les 8 tentacules disposées de part et d'autre de chaque polype; [9] Le maërl *Phymatolithon calcareum* ; [10] Bernard l'hermite (*Dardanus calidus*) ; [11] Etoile de mer à sept bras *Luidia ciliaris*; [12].Juvénile d'*Homola* sp.

V.2.3. LE DÉTRITIQUE CÔTIER



La biocénose des sables grossiers et fins graviers brassés par les courants de fond est en contact avec la biocénose du détritique côtier en limite inférieure.

Le sédiment du détritique côtier est de granulométrie hétérogène et d'origine mixte : terrigène et organogène. Les graviers et sables peuvent être issus des roches voisines (infralittorales et circalittorales) ou constitués de débris de coquilles de mollusques, de grands bryozoaires calcifiés, de tests d'échinodermes, ou de Mélobésiées mortes (algues rouges).

Ces sables grossiers et graviers ont leurs interstices comblés par des éléments plus fins sablo-vaseux. La fraction vaseuse est généralement inférieure à 20%, mais divers types plus ou moins envasés existent. La fragmentation des débris n'est pas le fait de facteurs hydrodynamiques toujours faibles, mais résulte de l'action d'organismes attaquant le calcaire (*Cliona spp.*, *Polydora spp.*, Pélécy-podes lithophages, etc.).

A Zembra, ces fonds de détritique sont localement colonisés par l'espèce envahissante *Caulerpa racemosa* comme c'est le cas par exemple au Nord-Est de l'île.

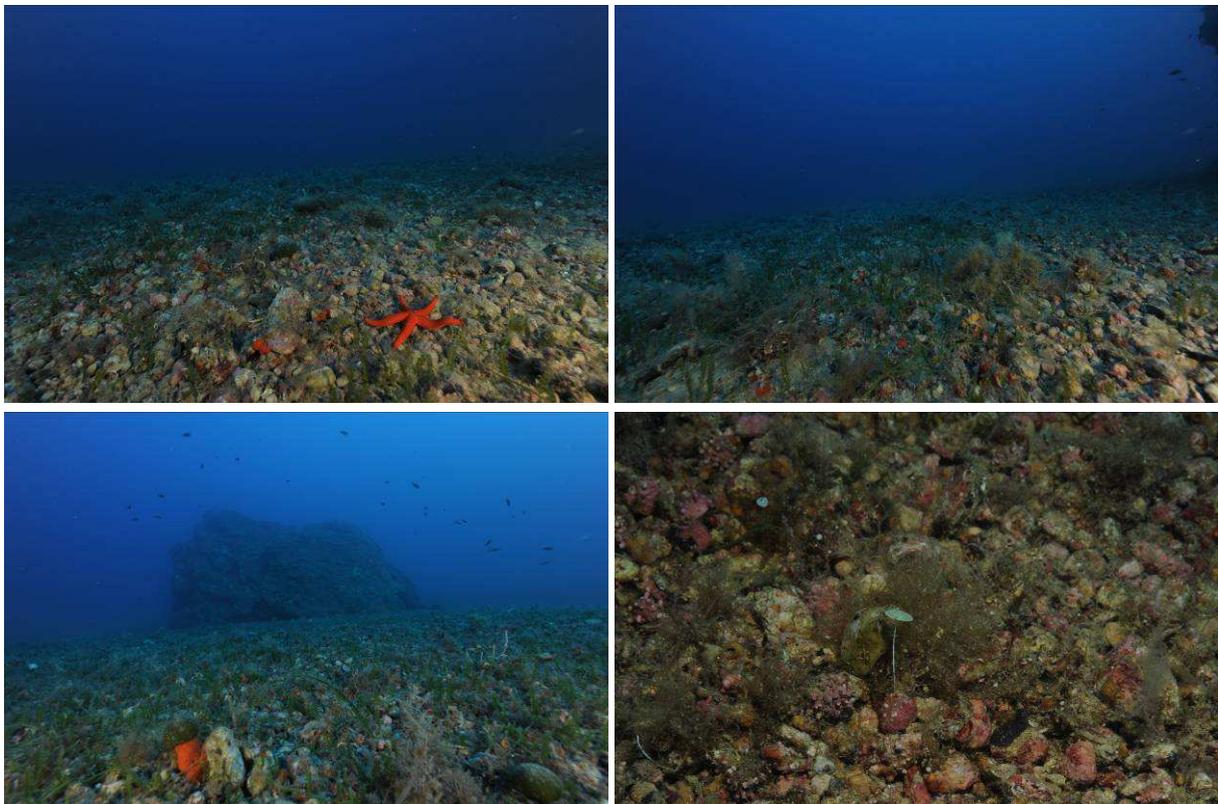


Figure 52 : La biocénose des sables grossiers et fins graviers brassés par les courants de fond est en contact avec la biocénose du détritique côtier en limite inférieure. [2,3] Localement, les fonds détritiques sont très fortement colonisés par l'espèce envahissante *Caulerpa racemosa*.

Le détritique peut présenter une association à fuciales. Ces algues recouvrent parfois entièrement le sédiment pour former un véritable tapis.

On y observe des gorgones telles qu'*Eunicella cavolinii*, *Lophogorgia ceratophyta*, des mollusques comme les grandes nacres (*Pinna nobilis*), des aplysies *Aplysia depilans*, ou des limaces tortues (*Pleurobranchus testudinarius*). La zone détritique abrite également des alcyonaires *Alcyonium coralloides*, des pennatules *Pennatula rubra*, et des anémones de mer *Cribrinopsis crassa* qui abritent les petites crevettes *Periclimenes amethysteus*.

Nous avons également croisé des pagres rayés (*Pagrus auriga*), une pastenague commune (*Dasyatis pastinaca*) ainsi qu'un grand salpe *Thalia democratica*.

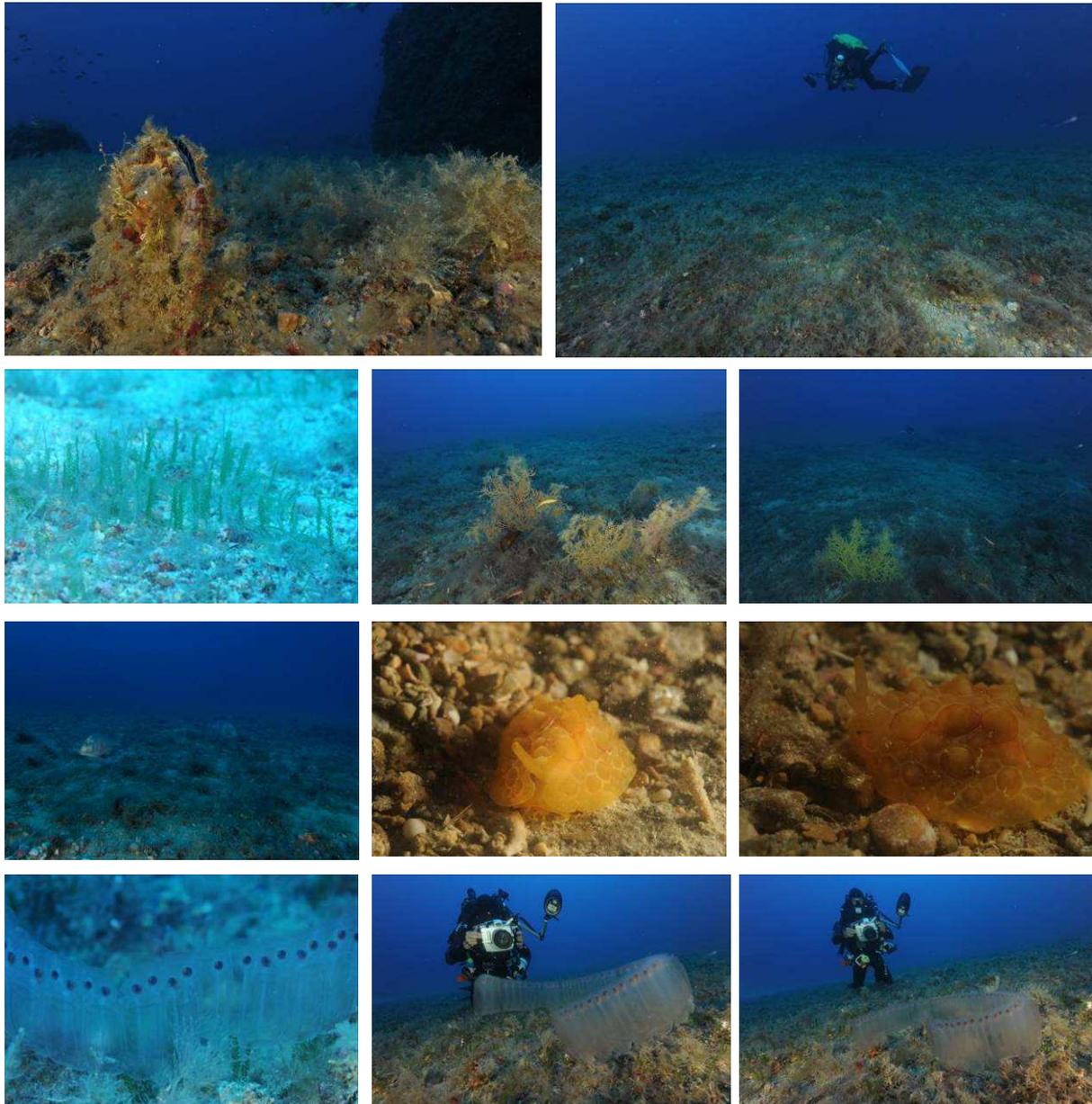


Figure 53 : [1] *Pinna nobilis* ; [2] Le détritique présente dans certaines zones une association à fuciales ; [3] *Caulerpa racemosa* abondante au Nord Est de l'île sur le détritique ; [4,5] *Lophogorgia ceratophyta* avec des girelles (*Coris julis*) ; [6] Pagres rayés (*Pagrus auriga*) ; [7,8] Limace *Pleurobranchus testudinarius* [9,10,11] Une salpe *Thalia democratica*.

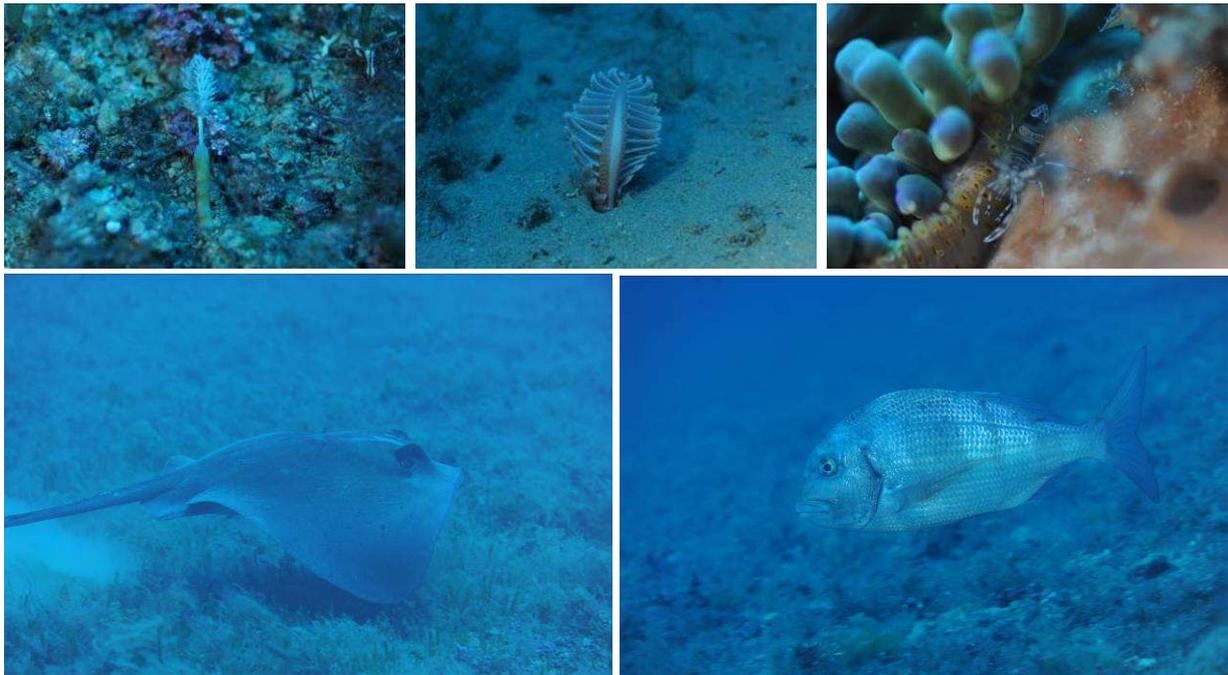


Figure 54 : [1] Un pennatulaire mort; [2] La pennatule *Pennatula rubra* ; [3] La petite crevette *Periclimenes amethysteus* vit entre les tentacules de l'anémone de mer *Cribrinopsis crassa* sur le fond détritique ; [4] Une pastenague commune (*Dasyatis pastinaca*) [5] Pagre rayé (*Pagrus auriga*)

A partir de 35-40 mètres de profondeur apparaissent les communautés du détritique côtier avec du sable grossier et des rhodophytes calcaires libres (corallinaceae) : c'est le faciès à maërl.

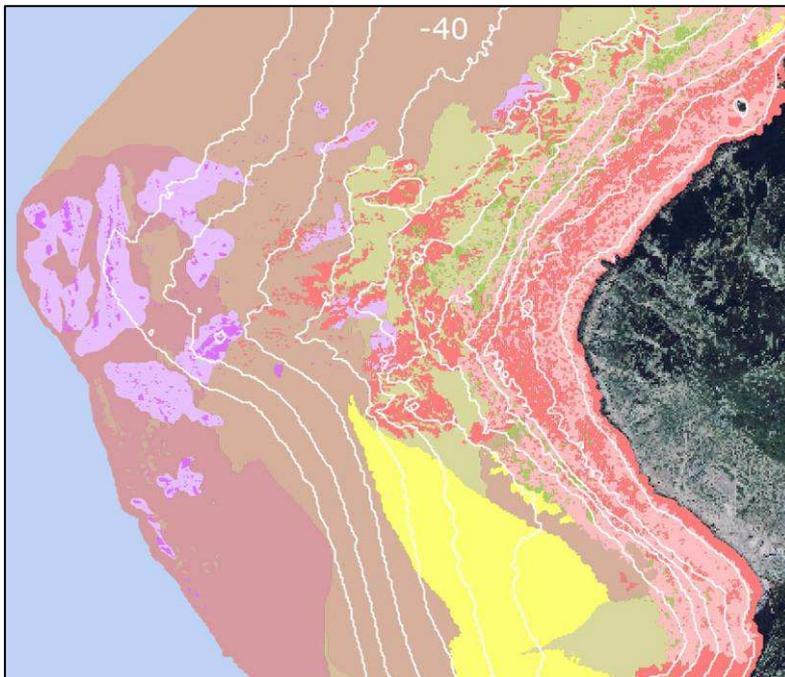


Figure 55 : A partir de 35-40 mètres de profondeur apparaissent les communautés du détritique côtier maërl ici au large de la pointe des Balanciers (Ouest de Zembra).

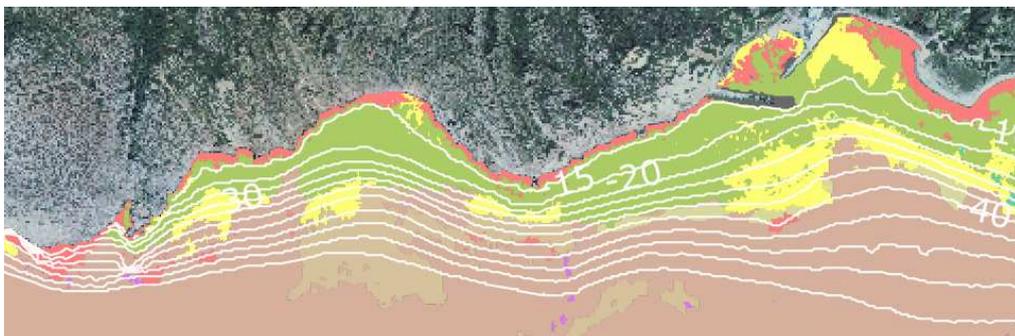
V. 3. LES SUBSTRATS DURS

V. 3. 1. LA ROCHE INFRALITTORALE A ALGUES PHOTOPHILES

Cet habitat est situé dans l'étage infralittoral qui s'étend depuis la zone où les émergences ne sont plus qu'accidentelles jusqu'à la limite au-delà de laquelle les phanérogames marines et les algues photophiles ne peuvent plus survivre. La limite inférieure est conditionnée par la pénétration de la lumière. A Zembra, l'eau est claire permettant ainsi à cet habitat de descendre jusqu'à plus de quarante mètres de profondeur.

Zone au Sud

Au Sud de Zembra, la roche infralittorale à algues photophiles est présente tout le long du littoral dans les cinq premiers mètres. Nous la rencontrons également sous la forme de grosses roches massives et fissurées vers -35 mètres. Ces roches sont recouvertes de sédiments fins.



L'ensemble de la zone que nous avons parcourue en plongée, au Sud-Ouest, est encombré de vieux filets, certains couvrant des zones très grandes, mesurant parfois plus de 25 mètres de long et une dizaine de mètres de hauteur. Ils sont observés entre 35 et 40 mètres de profondeur (voir photo ci-contre).



Un nombre très important d'oursins diadèmes (*Centrostephanus longispinus*), jusqu'à une dizaine par blocs de 2 m² et des poulpes (*Octopus vulgaris*) de très grande taille sont présents.



Figure 56 : Des poulpes (*Octopus vulgaris*) vivent sur les fonds rocheux à -45 mètres.



Des alcyons bruns (*Maasella edwardski*), espèce endémique de Méditerranée, vivent sur les roches au Sud de Zembra.

Figure 57 : [1,2] Alcyons bruns (*Maasella edwardski*), espèce endémique de Méditerranée.



Figure 58 : l'ascidie coloniale *Aplydium* sp.

L'espèce envahissante *Caulerpa racemosa* est présente partout sur le sédiment meuble mais également sur la roche.

En profondeur, vers une quarantaine de mètres de fond, la diversité algale est assez faible : les roches sont dominées par les *Halopteris* sp. A noter également la présence d'algues filamenteuses jaunes qui les recouvrent parfois.

Quelques massifs de *Cladocora cespitosa* sont rencontrés jusqu'à une trentaine de mètres ainsi que des éponges noires *Cacospongia scalaris*.



Figure 59 : [1] Roche infralittorale à algues photophiles ; [2,3,4] Filet de pêche au Sud-Ouest ; [5] Algues filamenteuses jaunes recouvrant la roche ; [6] Grosse éponge noire (*Sarcotragus spinulosus*) entourée des algues *Padina pavonica* ; [7] Massif de *Cladocora cespitosa* et l'anémone *Aiptasia mutabilis* ; [8] Pagre rayé (*Pagrus auriga*) ; [9] Oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*).

Les gorgones blanches *Eunicella singularis* sont abondantes. Elles présentent la particularité de posséder des renflements aux extrémités des branches et aux ramifications créés par un crustacé cirripède parasite.

Nous avons observé la même chose sur les gorgones situées au Sud de la Cathédrale (photo ci-contre).





Figure 60 : Les gorgones blanches *Eunicella singularis* présentent toutes la particularité de posséder des renflements aux extrémités des branches et aux ramifications créés par un crustacé cirripède parasite (Photographies prises au Sud de Zembra).

A certains endroits, nous observons un pré-coraligène de paroi qui présente une grande diversité de madréporaires (*Astroides calycularis*). Les principales éponges sont *Dysidea avara*, *Agelas oroides* et la clathrine jaune (*Clathrina clathrus*) pour laquelle les deux types sont rencontrés : des tubes jaunes transparents très gros ou des tubes fins. Le nudibranche *Peltodoris atromaculata* est présent sur l'éponge *Petrosia ficiformis* qui lui sert de nourriture.

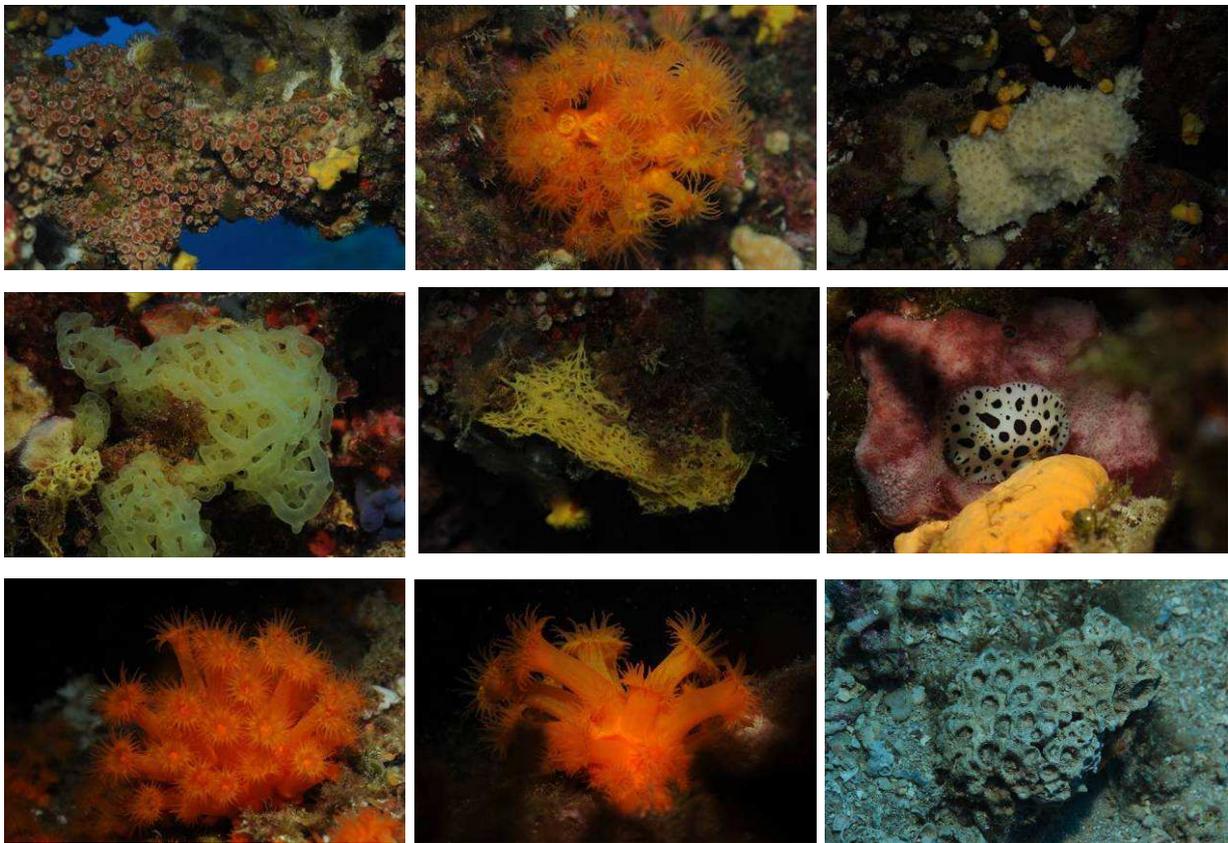


Figure 61 : [1,2] Nous observons un pré-coraligène de paroi qui présente une grande diversité de madréporaires (*Hoplangia durotrix*, *Astroides calycularis*) ; [3] L'éponge *Dysidea avara* ; [4,5] Les deux types de clathrine jaune (*Clathrina clathrus*) sont rencontrés : des tubes jaunes transparents très gros ou des tubes fins ; [6] Le nudibranche *Peltodoris atromaculata* est présent sur l'éponge *Petrosia ficiformis* ; [7,8,9] Les madréporaire *Astroides calycularis* sont nombreux, vivants ou morts.

A -25 mètres la roche est criblée de trous de bivalves foreurs (lithophages) avec des juvéniles de castagnoles (*Chromis chromis*) à proximité. On peut penser que ces bivalves sont les dattes de mer (*Lithophaga Lithophaga*). Cependant, il aurait fallu détruire le substrat pour en être certain, action que nous n'avons pas souhaité entreprendre.

La roche abrite aussi des vers polychètes sédentaires (*Protula tubularia*).

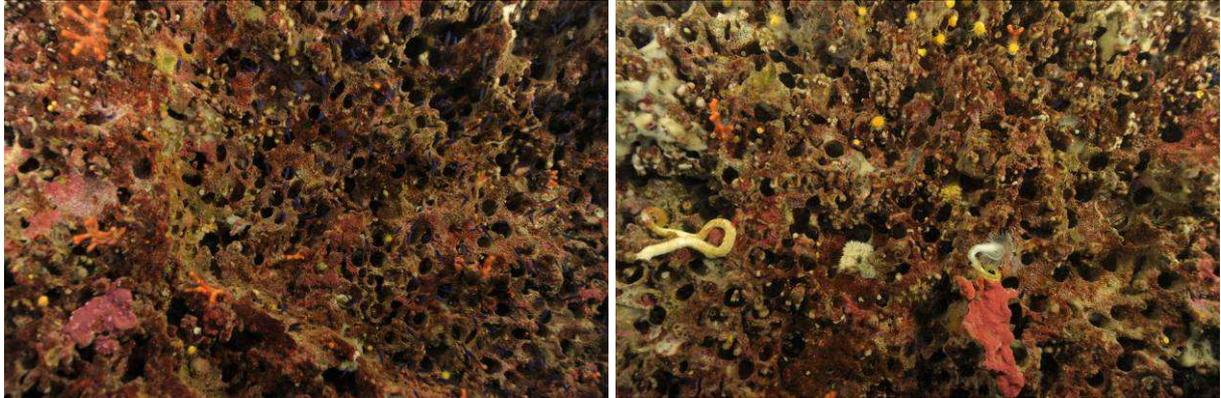


Figure 62 : La roche est ici criblée de trous de lithophages.



Figure 63 : [1-4] Vers polychètes sédentaires (*Protula tubularia*) ; [5,6] A -25 mètres la roche est entièrement criblée de trous de bivalves foreurs.

Une espèce remarquable est rencontrée sur une huître plate : un grand vermet (*Serpulorbis arenaria*). Un autre *Vermetus* sp. de couleur orange a été vu mais il n'est pas identifié.

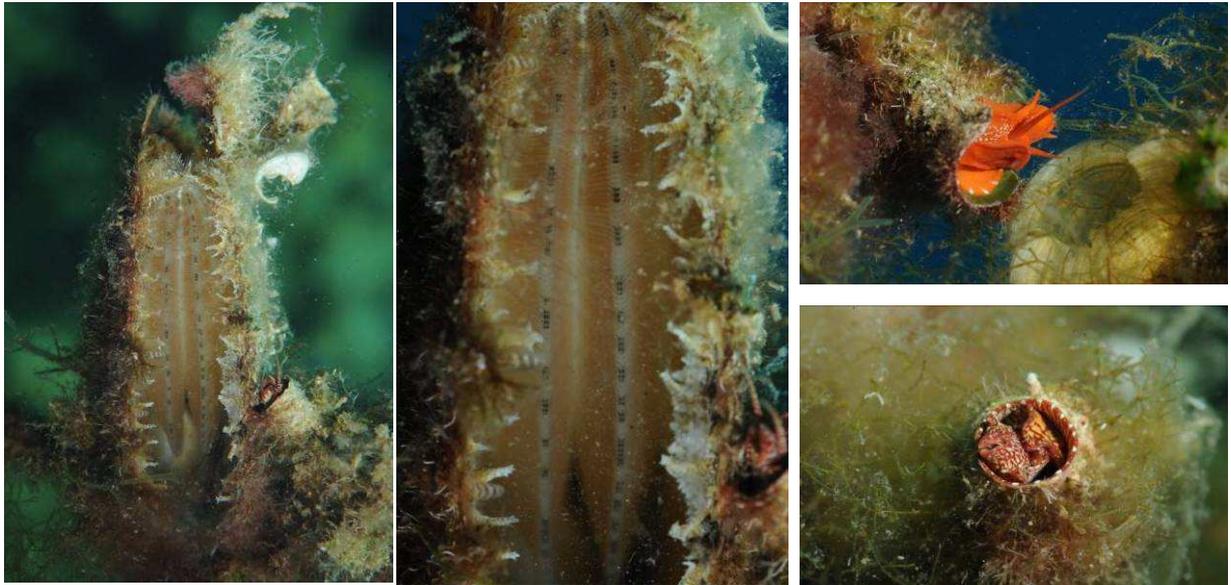


Figure 64 : [1,2] Macro d'une nacre huître plate; [3] *Vermetus* sp non identifié. [4] Un grand vermet (*Serpulorbis arenaria*).

La murène (*Muraena helena*) est relativement commune tout comme les mérours bruns (*Epinephelus marginatus*).



Figure 65 : [1,2] *Muraena helena* ; [3] Mérour brun (*Epinephelus marginatus*).

Zone à l'Ouest

L'habitat de la roche infralittorale à algues photophiles est fortement représenté dans cette zone, notamment entre -25 et -40 mètres, sous forme de grosses roches.

Ainsi, la roche mère est constituée de plateaux parfaitement horizontaux présentant une nette rupture verticale et une faille parfaitement verticale. Ces formations de roche font penser à des épaves ou autres structures artificielles lorsqu'on les voit au sonar.

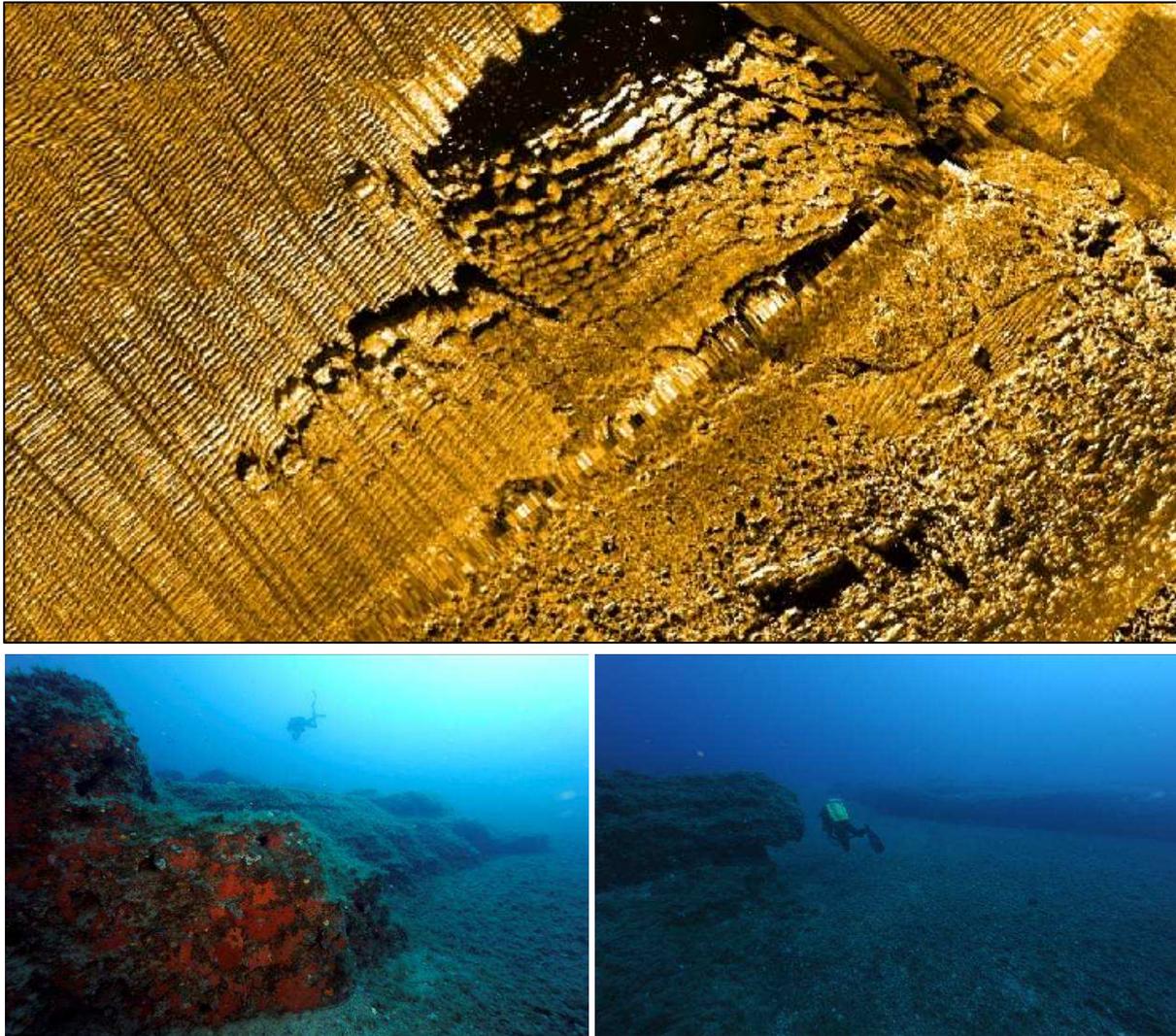


Figure 66 : [1] La formation des roches sous forme de plateaux présentant une nette rupture font parfois penser à des épaves ou autres structures artificielles lorsqu'on les voit au sonar ; [2,3] La roche mère au Nord-Ouest est constituée de plateaux parfaitement horizontaux présentant une nette rupture verticale nette et une faille parfaitement verticale.



De nombreux oursins diadèmes (*Centrostephanus longispinus*) semblent creuser des niches individuelles dans les parois verticales des roches. Celles-ci sont fortement colonisées par l'éponge encroûtante *Crambe crambe*. A noter que les algues photophiles *Padina pavonica* et *Dictyota dichotoma* ont été observées à plus de trente mètres de profondeur. *Caulerpa racemosa* est commune sur la roche au Nord-Ouest.

La roche à algues photophiles se présente donc sous la forme de gros massifs dans les profondeurs importantes ou de roches isolés sur le substrat de la surface à -25 mètres environ.

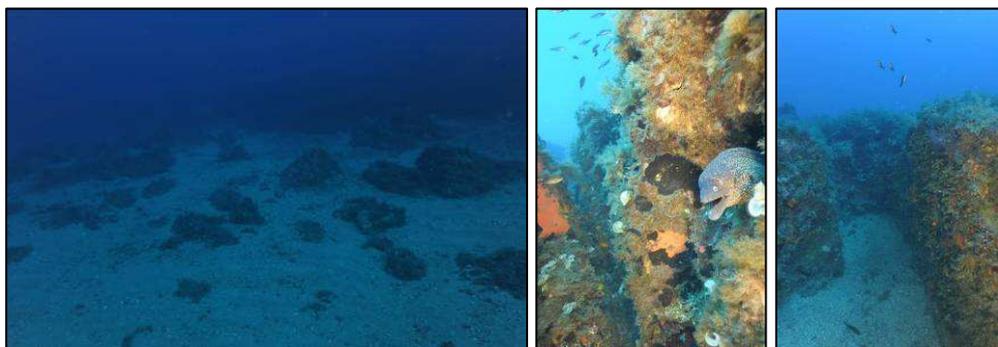
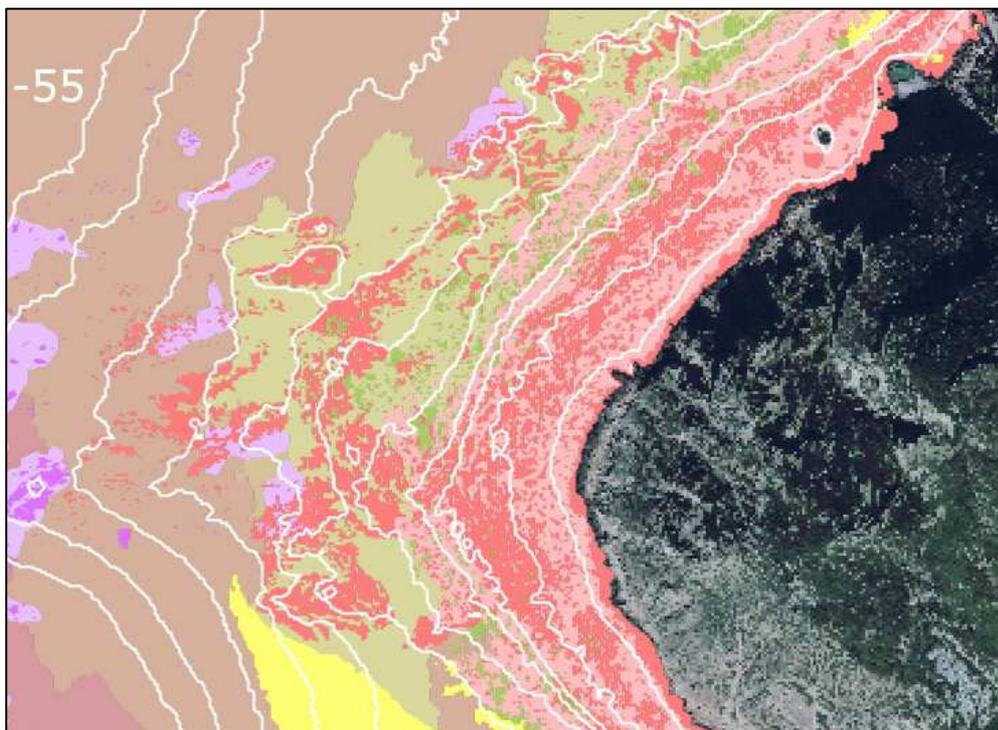




Figure 67 : [1-6] Blocs rocheux à algues photophiles ; [7] Une pastenague commune (*Dasyatis pastinaca*) ; [8,9] Les castagnoles (*Chromis chromis*).

Vers -20 mètres, les algues *Palmophyllum crassum*, *Dictyopteris membranacea*, *Phyllophora nervosa*, *Peyssonnelia squamaria* sont abondantes sur la roche tout comme les gorgones *Eunicella singularis*. Les sars (*Diplodus* spp), notamment les sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et les castagnoles (*Chromis chromis*) sont aussi très communs.



Figure 68 : [1,2] Les gorgones *Eunicella singularis* ; [3,4] Les algues *Palmophyllum crassum*, *Dictyopteris membranacea*, *Phyllophora nervosa*, *Peyssonnelia squamaria* sont abondantes sur la roche ; [5,6] Sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*).

Nous avons plongé au Sud de la pointe du Balancier, à l'endroit où la limite entre les sables grossiers et les sables fins est très nette. La roche mère est haute et massive. Les formes des blocs et de la roche mère ressemblent aux formations que l'on peut voir sur les falaises terrestres.

De nouveau on remarque la présence de la padine (*Padina pavonica*) à plus de trente mètres de profondeur. Le cnidaire *Astroïdes calycularis* se développe sur les parois peu éclairées de la roche.

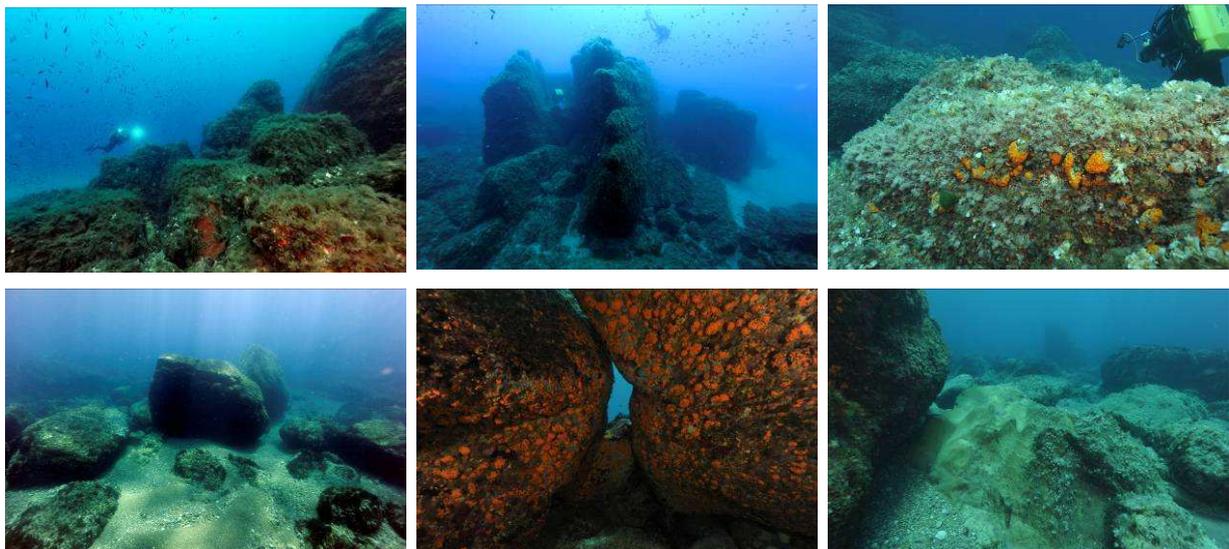


Figure 69 : La roche mère est haute et massive, un peu en forme de château. On remarque la présence de la padine (*Padina pavonica*) à plus de trente mètres de profondeur. Le cnidaire *Astroïdes calycularis* se développe sur les parois peu éclairées de la roche.



La faune ichthyologique est riche sur ce site. On y observe de nombreux mérous royaux (*Mycteroperca rubra*) et mérous bruns (*Epinephelus marginatus*) dont plusieurs de très grande taille. Ces mérous étaient en parade nuptiale (leurs tempes sont blanches) et allaient d'une femelle à une autre en mettant des petits coups de tête dans le vide.

Une autre espèce était également en reproduction : les girelles paons (*Thalassoma pavo*). Les individus se tiennent à quelques mètres au-dessus du sommet du sec rocheux puis, d'un seul coup, ils montent d'un ou deux mètres et expulsent leurs gamètes. Ils redescendent ensuite en un éclair.

Les castagnoles (*Chromis chromis*) et les picarels (*Spicara smaris*) prennent alors le relais et forment des boules compactes en venant dévorer les œufs à peine fécondés.

Outre ces espèces sont rencontrés régulièrement des sars communs (*Diplodus sargus*), des sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et des sars à grosses lèvres (*Diplodus cervinus*), des dentis (*Dentex dentex*), des corbs (*Sciaena umbra*)...

Dans les gros blocs près de la surface, nous avons rencontré une raie à aiguillon qui semble être *Taenuira grabata*, la pastenague africaine



Figure 70 : [1] Un mérou royal (*Mycteroperca rubra*) ; [2,3] Reproduction des girelles-paons (*Thalassoma pavo*). ; [4] Un corb (*Sciaena umbra*) ; [5] Un denti (*Dentex dentex*) ; [6] La pastenague africaine (*Taenura grabata*).

Nous avons également plongé autour de la Cathédrale où diverses espèces de poissons habitent les fonds rocheux à algues photophiles : des sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*), de nombreux mérous bruns (*Epinephelus marginatus*), des murènes (*Muraena helena*), des torpilles marbrées (*Torpedo marmorata*), des barbiers (*Anthias anthias*), des castagnoles (*Chromis chromis*), des girelles (*Coris julis*), des mendoles (*Spicara maena*), des serrans-écriture (*Serranus scriba*).

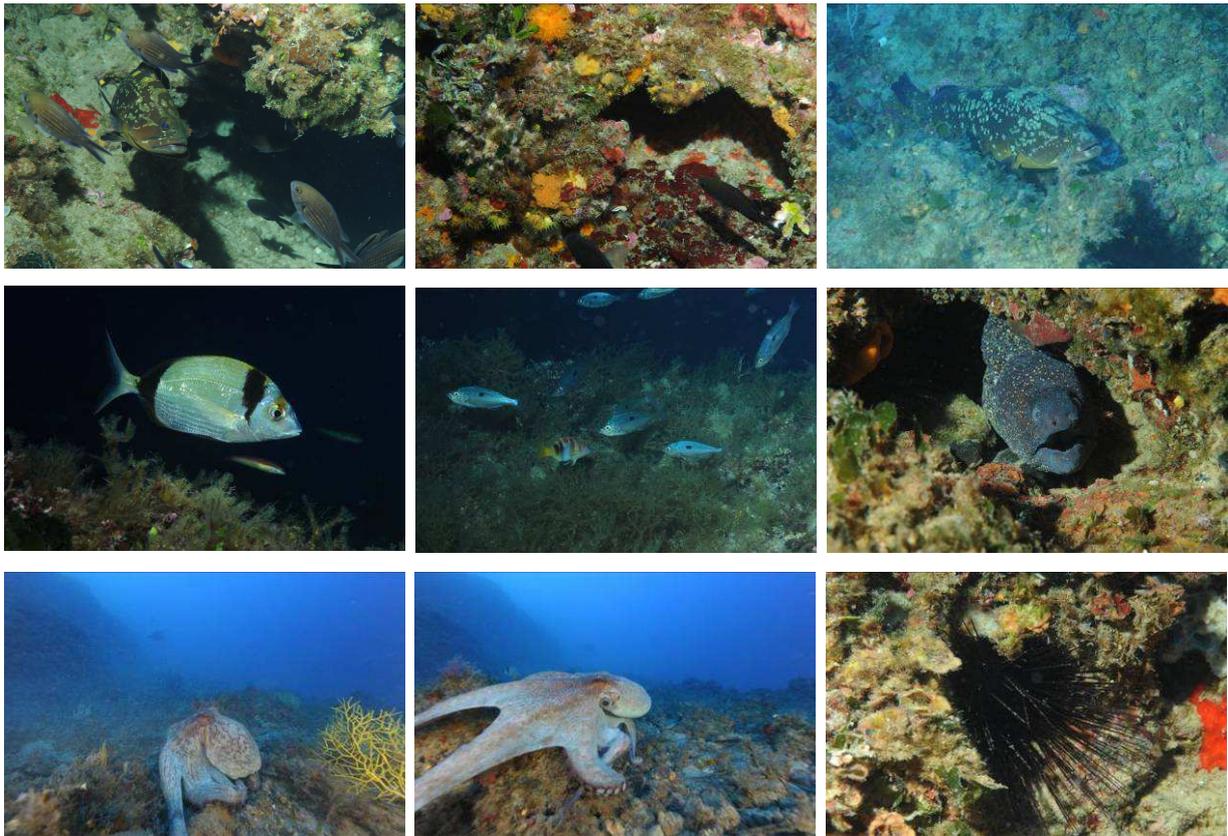
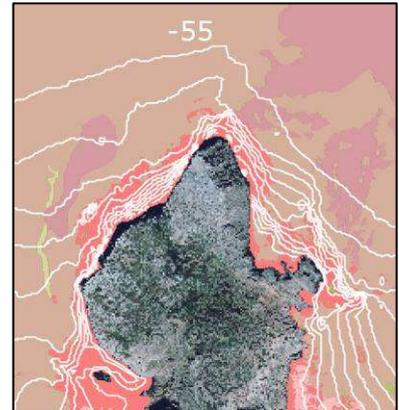


Figure 71 : La Cathédrale [1] De nombreux mérous bruns (*Epinephelus marginatus*) habitent la roche infralittorale à algues photophiles ainsi que les castagnoles (*Chromis chromis*); [2] Castagnole; [3] Mérou brun; [4] Sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*); [5] Des mendoles (*Spicara maena*) et un serran-écriture (*Serranus scriba*); [6] Une murène (*Muraena helena*); [7,8] Un poulpe (*Octopus vulgaris*) de taille très importante; [9] Un oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*).

Zone à l'Est

Au Nord-Est, la bathymétrie chute assez brutalement, l'extension en largeur des roches infralittorales à algues photophiles est plutôt faible ; elles laissent rapidement place aux milieux sédimentaires



Elles sont recouvertes d'une dense couverture d'algues avec les *Cystoseira* spp., *Asparagopsis taxiformis*, *Padina pavonica*, *Dictyopteris polypoides*, et *Dictyota dichotoma*. On remarque aussi la présence de *Flavellia petiolata* et surtout d'*Halimeda tuna*.



Figure 72 : Roches infralittorales à algues photophiles au Nord-Est de Zembra avec une dense couverture d'algues.

A certains endroits ombragés apparaissent de grandes colonies du madréporaire *Astroides calycularis* ainsi qu'un pré-coralligène composé des algues *Lithophyllum frondosum*, *Peyssonnelia squamaria*, *Palmophyllum crassum* et du madréporaire *Leptosammia pruvoti*



Figure 73 : [1,2,3,5,6] Le madréporaire *Astroides calycularis* est très présent, à de faibles profondeurs ; [4] Un pré-coralligène composé des algues *Lithophyllum frondosum*, *Peyssonnelia squamaria*, *Palmophyllum crassum* et du madréporaire *Leptosammia pruvoti* apparaît.

Les poissons associés à cet habitat sont principalement les castagnoles (*Chromis chromis*), les girelles (*Coris julis*), les girelles-paon (*Thalassoma pavo*), les serrans écriture (*Serranus scriba*), les sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*), la blennie pilicorne (*Parablennius pilicornis*). Cette dernière s'installe progressivement en Méditerranée depuis les années 1960 et aucune observation n'avait été relevée en Tunisie d'après la récente étude de Pastor et Francour (2010).



Figure 74 : [1] Un serran écriture (*Serranus scriba*) ; [2] Blennie pilicorne (*Parablennius pilicornis*) ; [3] Girelle-paon (*Thalassoma pavo*).



L'espèce patrimoniale *Pinna rudis* a été vue à plusieurs reprises lors des plongées.

Le long de la côte Est, les éboulis rocheux s'étendent de la surface à une vingtaine de mètres de profondeur. En limite inférieure, ils sont en mosaïque avec l'herbier à posidonies. Jusqu'à environ -37 mètres on trouve encore des roches infralittorales isolées sur lesquelles *Spirastrella cunctatrix*, *Cystoseira* spp., *Centrostephanus longispinus*, sont présents.

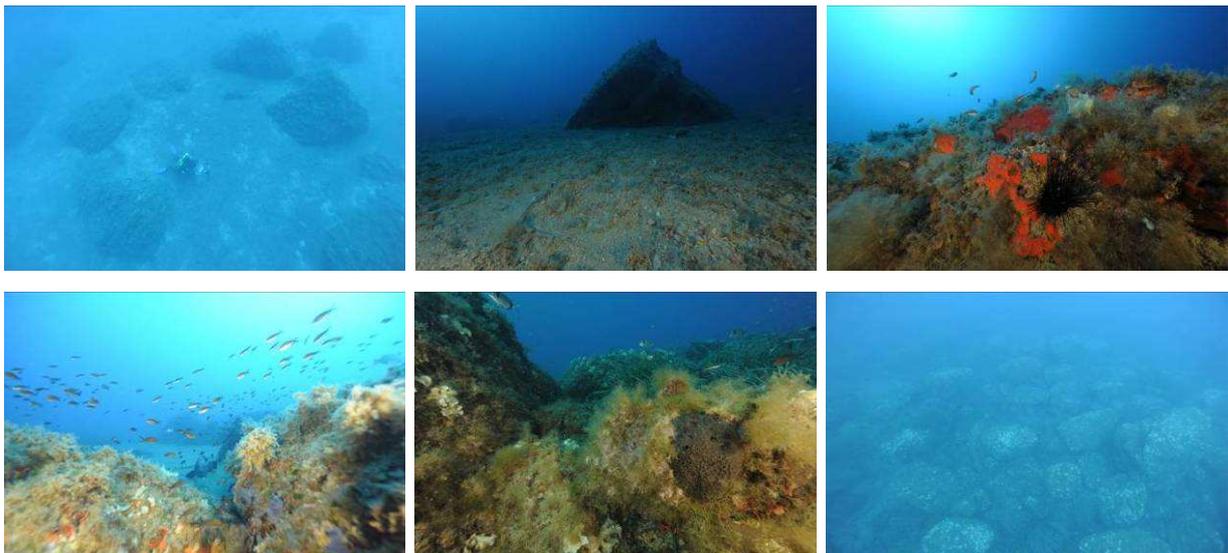


Figure 75 : [1-4] Jusqu'à environ -37 mètres on trouve encore des roches infralittorales isolées sur lesquelles *Padina pavonica*, *Spirastrella cunctatrix*, *Cystoseira* spp., *Centrostephanus longispinus*, sont présents ; [5] *Ircinia* spp. ; [6] En limite inférieure, les éboulis sont en mosaïque avec l'herbier à posidonies.

Une observation importante est celle de l'espèce envahissante *Caulerpa taxifolia*, dont la présence n'avait pas été constatée lors de la mission de Limam *et al.* en 2004. Elle n'a été rencontrée qu'à une reprise, à une trentaine de mètres de fond. A noter qu'elle colonise aussi les fonds du petit port situé à la côte en face de l'île de Zembra



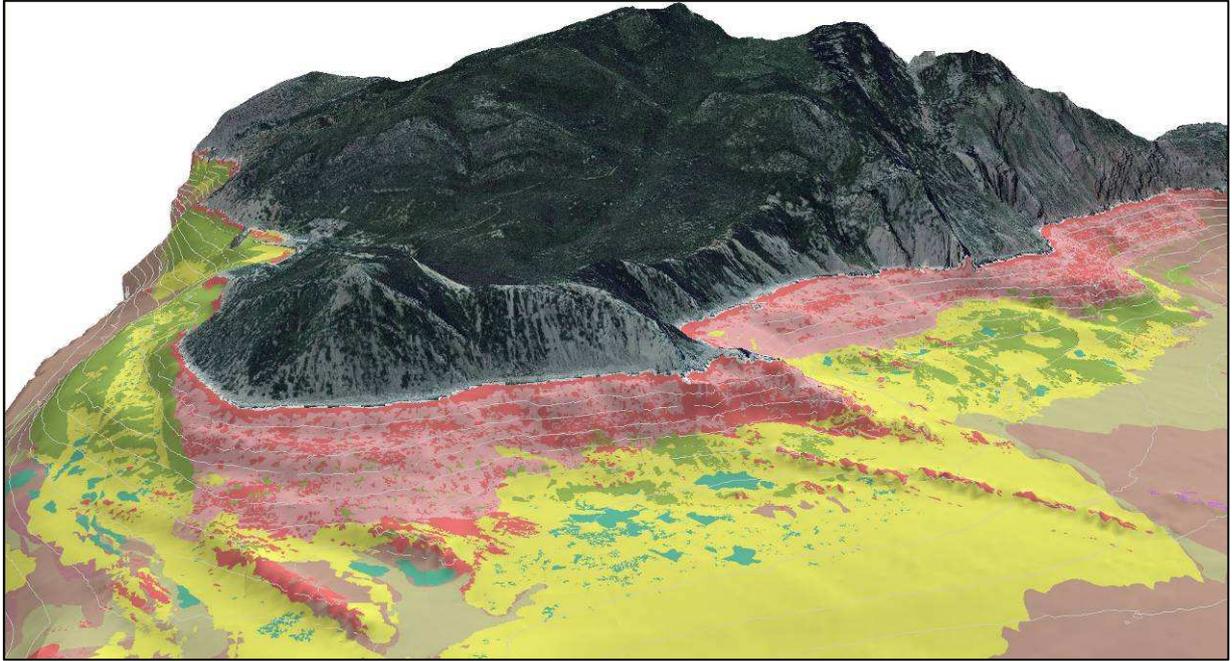
Figure 76 : L'espèce envahissante *Caulerpa taxifolia* a été observée une seule fois à l'Est de l'île à une trentaine de mètres de fond.

Entre 5 et 20 mètres de fond, les surfaces horizontales et sub-horizontales roches sont colonisées par *Padina pavonica*, *Halopteris scoparia*, *Dictyopteris polypoides*, *Dictyota dichotoma*, *Cystoseira compressa*, *Sargassum vulgare* (photo ci-contre), *Cladostephanus spongiosus*. Nous avons relevé la présence de l'*Acetabularia acetabulum* à quelques reprises.



Figure 77 : [1,2] Mérou brun (*Epinephelus marginatus*) ; [2] Juvénile de canthare (*Spondyllosoma cantharus*).

L'Est de Zembra présente la particularité d'avoir de nombreuses arrêtes rocheuses, parallèles entre elles, de -20 à -40 mètres. Ces arrêtes ont fait l'objet de plusieurs plongées.



Nous avons ainsi plongé à -37 mètres sur un affleurement de roche mère large de 10 mètres environ, perpendiculaire à la côte, qui s'arrête nettement à plusieurs reprises en se décalant vers le Sud et en se poursuivant vers la côte.

De part et d'autre de ces grandes arrêtes on trouve du sable fin bien calibré. En se rapprochant de la côte l'herbier à posidonies apparaît sur le sable progressivement.



Figure 78 : Nous avons ainsi plongé à -37 mètres sur un affleurement de roche mère large de 10 mètres environ, perpendiculaire à la côte, qui s'arrête nettement à plusieurs reprises. De part et d'autre de ces grandes arrêtes on trouve du sable fin bien calibré.

La roche est stratifiée dans le sens de l'arrête mais de profondes entailles perpendiculaires brisent régulièrement la continuité de l'arrête. C'est essentiellement dans ces failles que se concentrent les poissons. Nous avons notamment observé de nombreux groupes de corbs (*Sciaena umbra*), des mérous bruns de grande taille (*Epinephelus marginatus* ; c'est d'ailleurs lors de cette plongée qu'ont été rencontrés les plus gros individus, île de la Galite inclus), des mérous royaux adultes en pleine eau (*Mycteroperca rubra*) difficiles d'approche et qui se réfugient dans les étroites fissures rendant leur observation délicate, des sars (*Diplodus* spp.), trois pagres rayés (*Pagrus auriga*), des petites rascasses (*Scorpaena notata*), des grandes rascasses rouges (*Scorpaena scrofa*) ainsi que des dentis (*Dentex dentex*).

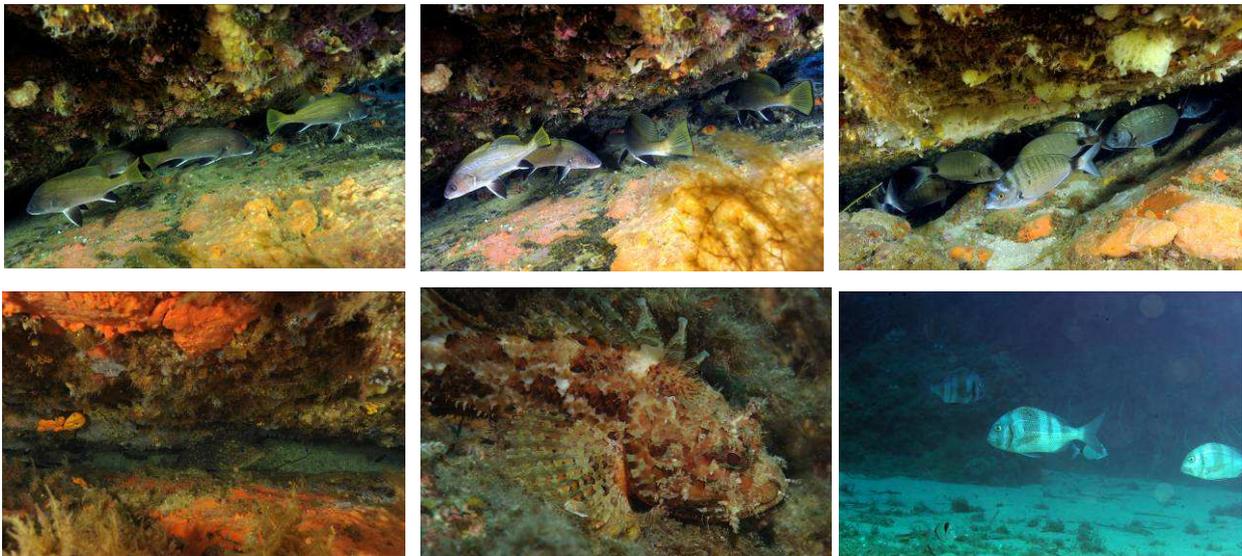


Figure 79 : [1,2] Groupes de corbs (*Sciaena umbra*) dans une profonde entaille qui brise l'arrête rocheuse perpendiculairement ; [3] Sars communs (*Diplodus sargus*) ; [4] Mérou brun (*Epinephelus marginatus*) ; [5] Une grande rascasse rouge (*Scorpaena scrofa*) ; [6] Pagre rayé (*Pagrus auriga*).

Vers -35 mètres, lorsque les algues brunes sont absentes, on observe de grandes surfaces des roches recouvertes par l'éponge encroûtante *Spirastrella cuntatrix*. Nous remarquons la colonisation importante de la roche par *Caulerpa racemosa*.



Figure 80 : Vers -35 mètres, lorsque les algues brunes sont absentes, on observe de grandes surfaces des roches recouvertes par l'éponge encroûtante *Spirastrella cuntatrix*.

Les invertébrés présents sur ces roches sont principalement des anémones (*Anemonia sulcata* et *Condylactis aurantiaca*), la crevette *Periclimenes scriptus* parmi les tentacules des anémones, le gastéropode *Peltodoris atromaculata*, les cnidaires *Corynactis viridis*, le spondyle (*Spondylus*

gaederopus) ; Ce coquillage est fortement recouvert par des éponges encroûtantes (*Crambe crambe*) jusqu'à le rendre presque méconnaissable.



Figure 81 : [1] *Anemonia sulcata* ; [2,3] La crevette *Periclimenes scriptus* est un des hôtes que nous avons rencontré parmi les tentacules de *Condylactis aurantiaca* ; [4,5,6] Le gastéropode *Peltodoris atromaculata* ; [7] Un spondyle (*Spondylus gaederopus*) ; [8] Le zoanthère *Corynactis viridis* ; [9] Eponges encroûtantes.

Plus près du bord, l'arrête rocheuse rejoint une des pointes de l'Est de Zembra constituée d'énormes blocs tombés formant d'immenses caves et voûtes de plusieurs mètres de haut, très propices au développement d'*Astroides calycularis*.



Figure 82 : Plus près du bord, l'arrête rocheuse rejoint une des pointes de l'Est de Zembra constituée d'énormes blocs tombés formant d'immenses caves et voûtes.



A -35 mètres, un couple de poissons perroquets (*Sparisoma cretense*) a été rencontré sur une arrête rocheuse longue, haute et étroite au large de la pointe Sud-Est. La femelle perroquet est plus colorée que le mâle, ce dernier étant plutôt d'une teinte grisâtre uniforme.



Figure 83 : [1,2,3] Sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) ; [3] Un sar à grosses lèvres (*D. cervinus*) et un sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*). [4,6,7,8,9] Femelle poisson perroquet (*Sparisoma cretense*) très colorée ; [5] Mâle poisson perroquet (*Sparisoma cretense*) de couleur grisâtre uniforme.

Les Invertébrés sont bien représentés par les échinodermes (*Echinaster sepositus*), les éponges et les cnidaires. Nous avons ainsi observé une association entre l'*Astroides calycularis* et l'éponge encroûtante bleue *Phorbastenacior* ; *Chondrosia reniformis* et l'axinelle *Axinella damicornis* sont présentes. Le pagure sédentaire *Calcinus tubularis* est observé dans une des oscules de ces éponges bleues.

Quelques *Ircinidae* spp. colonisent la roche. Des colonies du madréporaire *Phyllangia mouchezii* sont rencontrées sur les parois verticales des roches. *Phyllangia mouchezii* se caractérise par la présence d'une columelle claire et conique au centre, des points blancs au bout de ces tentacules translucides, un polypierite couleur brun/rouge et des septes du premier cycle bien développées.



Figure 84 : [1] Un morceau de poterie avec l'étoile de mer *Echinaster sepositus* à côté ; [2] *Ircinidae* spp. ; [3,4] Association entre l'*Astroides calycularis* et l'éponge encroûtante bleue *Phorbastenacior* ; *Chondrosia reniformis* est présente ; [5] Le pagure *Calcinus tubularis* ; [6,7] Des colonies du madréporaire *Phyllangia mouchezii* sont rencontrées sur les parois verticales des roches ; [8,9] *Phyllangia mouchezii* se caractérise par la présence d'une columelle claire et conique au centre, des points blancs au bout de ces tentacules translucides, un polypiérite couleur brun/rouge et des septes du premier cycle bien développées ; [10] *Aplidium* sp. ; [11] L'axinelle *Axinella damicornis* ; [12] Une sargasse et *Padina pavonica*.

Une arrête rocheuse de cinq mètres de haut, perpendiculaire à la côte, a fait l'objet d'une autre plongée. Elle présente, contrairement aux arrêtes des deux plongées précédentes, un nombre réduit de failles et de caves. L'arrête est entourée de sable fin, et on observe la limite inférieure de l'herbier à posidonies.



Figure 85 : Une arrête rocheuse de cinq mètres de haut, perpendiculaire à la côte, a fait l'objet d'une autre plongée.

La diversité en poissons est relativement faible sur ce site, liée au nombre réduit de failles.



Par contre, les zones surplombantes offrent une belle diversité de représentants du coralligène.

Les espèces dominantes sont les éponges, notamment de magnifiques *Agelas oroides*, les cnidaires comme *Astroides calycularis*, *Leptopsammia pruvoti*, *Madracis pharensis* et *Lithophyllum frondosum*.

Figure 86 : [1,3,4] *Agelas oroides* ; [2] *Astroides calycularis*, *Leptopsammia pruvoti* et *Lithophyllum frondosum*.

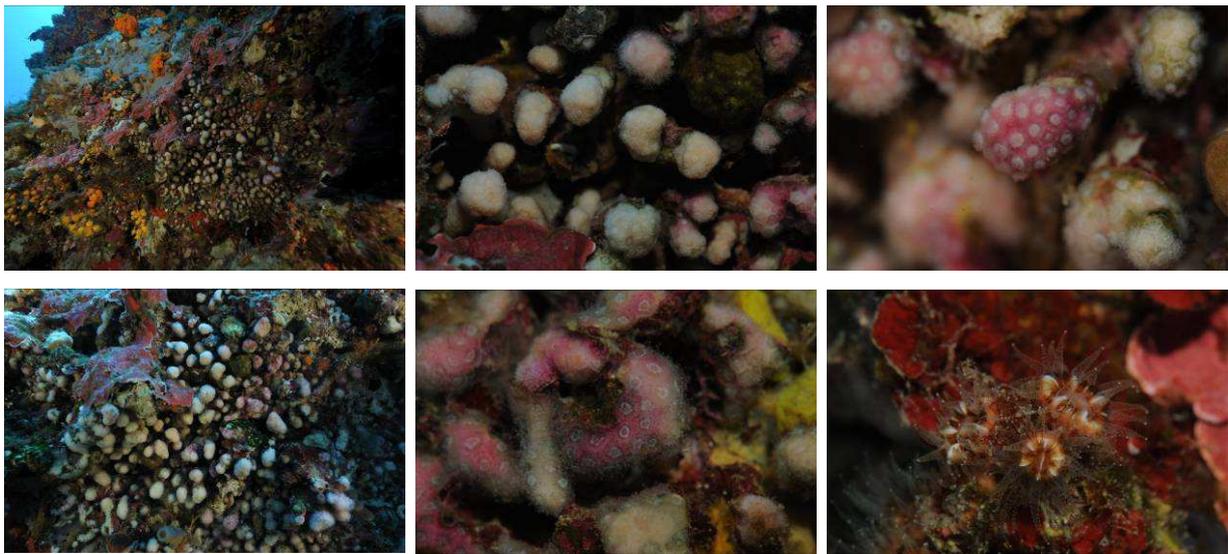


Figure 87 : La madrépore *Madracis pharensis* vit sur les surplombs des roches.

Au Sud-Est, entre -20 et -30 mètres, on observe une mosaïque d'éboulis rocheux et d'herbier.

La remarquable cigale de mer (*Scyllarides latus*) a été vue. L'oursin *Paracentrotus lividus*, des massifs du madrépore *Cladocora cespitosa*, des gorgones *Lophogorgia ceratophyta*, l'éponge *Crambe crambe* ainsi que des corbs (*Sciaena umbra*) sont présents.

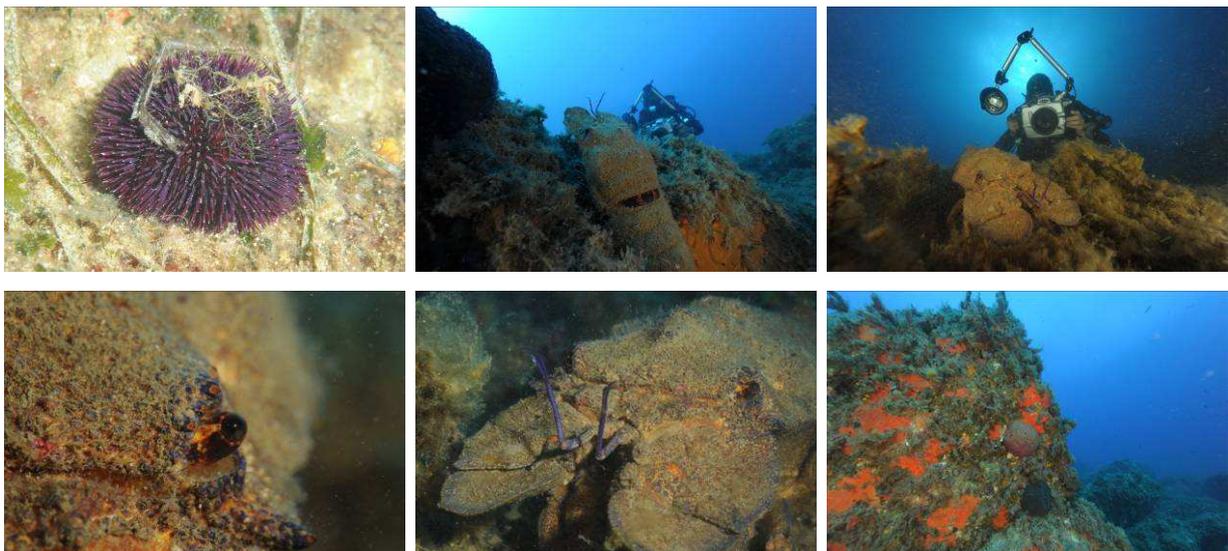
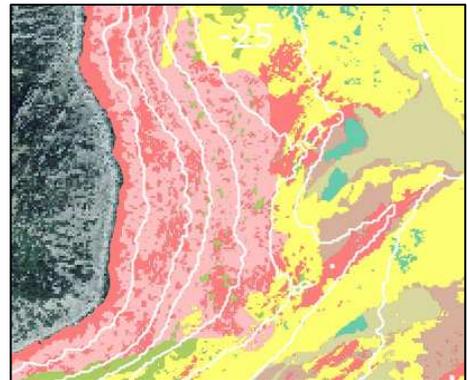


Figure 88 : [1] L'oursin *Paracentrotus lividus* ; [2-6] Une grande cigale de mer (*Scyllarides latus*).



Figure 89 : [1,3] Massif de *Cladocora cespitosa* ; [2] *Crambe crambe* et *Lophogorgia ceratophyta* à - 25 mètres; [4,5] Corb (*Sciaena umbra*); [6] Algues filamenteuses vertes recouvrant le roche infralittorale ; présence d'herbier sur roche.

V.3.2. BIOCENOSE DU CORALLIGENE

La distribution du coralligène est soumise à une combinaison de facteurs biotiques et abiotiques dont les principaux sont la lumière, l'hydrodynamisme, la température, la salinité, le dépôt de sédiments et les interactions biologiques. Le coralligène se rencontre sur les parois rocheuses ou sur les roches où les algues calcaires peuvent constituer des constructions biogènes.

A Zembra, on le rencontre à partir de -45 mètres de profondeur de part et d'autre du Capo grosso au niveau des îlots, au large de la pointe des Balanciers et au Sud-Est de l'île jusqu'à -55 mètres.



Figure 90 : On rencontre la biocénose du coralligène à partir de -45 mètres de profondeur de part et d'autre du Capo grosso.



Figure 91 : Vue du Capo grosso durant la mission de terrain.



Figure 92 : Coralligène profond à l'Est de Zembra.

A l'Ouest du Capo grosso, à plus de 50 mètres de fond, est présent l'îlot appelé le Lamparo. Cet îlot, formé de falaises verticales, présente une architecture exceptionnelle. En effet le rocher est posé sur 3 piliers formant une voute majestueuse couverte de asteroïdes. Il s'agit là sans doute de l'une des plus belles plongées de Méditerranée.

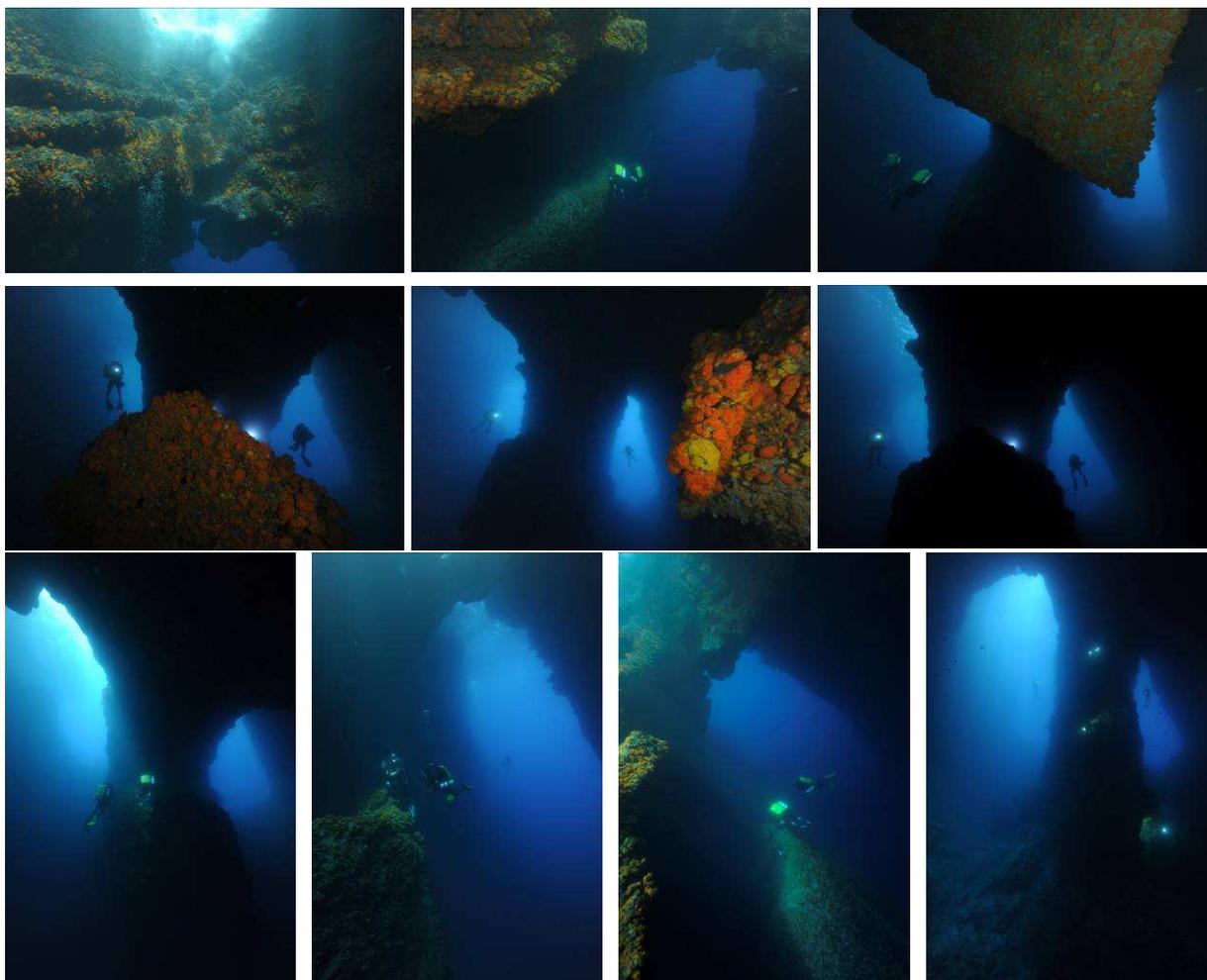


Figure 93 : Vues sous marines du Lamparo, à l'Ouest de Zembra.

La roche s'arrête brusquement à -52 mètres du côté Ouest de l'îlot. Il y a des petits blocs et pierres recouverts d'algues à la base des falaises qui forment parfois des enclaves et surplombs. Ils laissent ensuite place au détritique côtier.

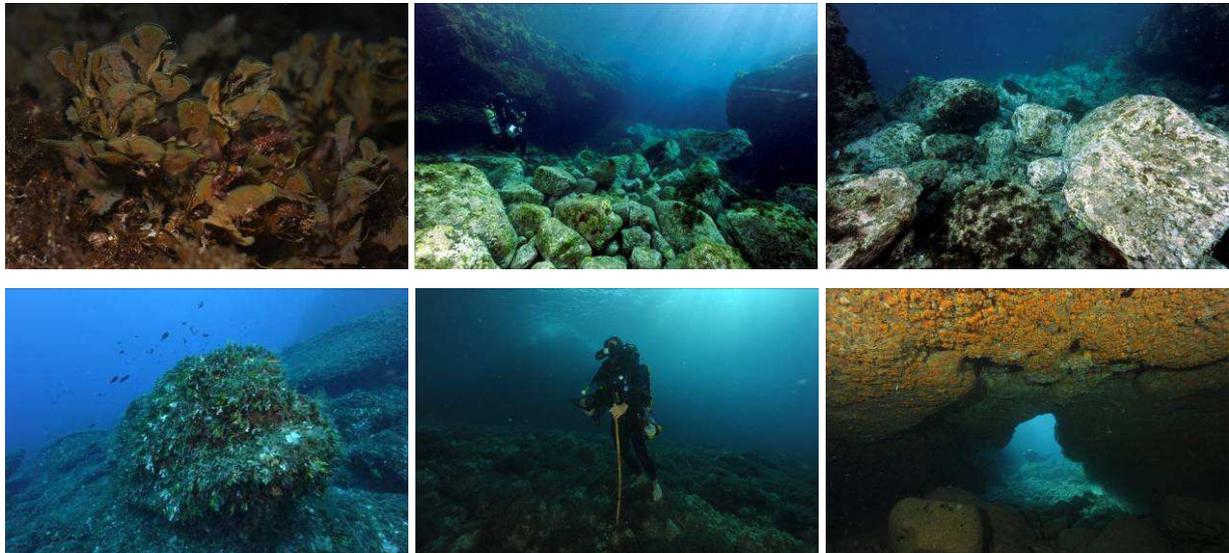


Figure 94 : [1] *Padina pavonica* ; [2-6] A l'Ouest du Lamparo, on observe des petits blocs et pierres qui forment parfois des enclaves et surplombs.

A la base du Lamparo, sur sa partie Est, la roche s'arrête brusquement pour laisser place à du sable.



Figure 95 : Sur la partie Est du Lamparo la roche s'arrête brusquement pour laisser place à du sable.

Les gorgones *Lophogorgia ceratophyta* et les algues rouges *Phyllophora nervosa* sont présentes sur les substrats durs recouverts de sédiments dans le coralligène.

Les zones surplombantes à l'Est de l'îlot présentent une grande variété de madréporaires tels que *Leptopsammia pruvoti* et *Astroides calycularis*.



Figure 96 : [1] Algue rouge *Phyllophora nervosa* ; [2,3] Les gorgones *Lophogorgia ceratophyta* sont présentes sur les substrats durs recouverts de sédiments dans le coralligène du Lamparo ; {4,5,6} Les zones surplombantes à l'Est du Lamparo présentent une grande variété de madréporaires tels que *Leptopsammia pruvoti* et *Astroides calycularis*.

L'îlot et les trois immenses piliers naturels sous-marins qui le portent sont un site unique par leur architecture sous-marine mais qui est dégradé par des épaves de munitions militaires. En effet, de nombreux obus et roquettes jonchent le pied du Lamparo. Il semble probable que l'îlot, étant de petite taille, constitue une cible naturelle intéressante pour des exercices de tirs. Une préconisation que nous formulons est de proscrire absolument ces activités sur un site naturel aussi remarquable.

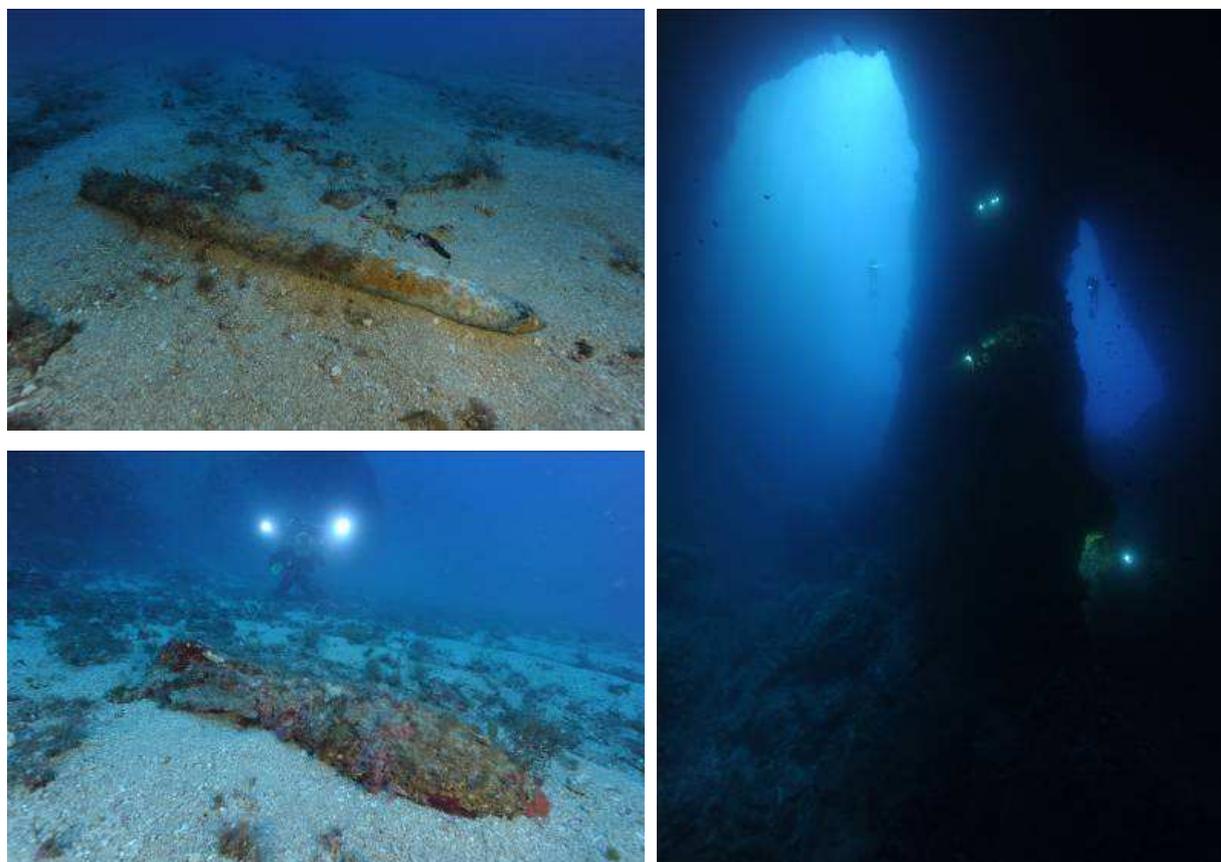
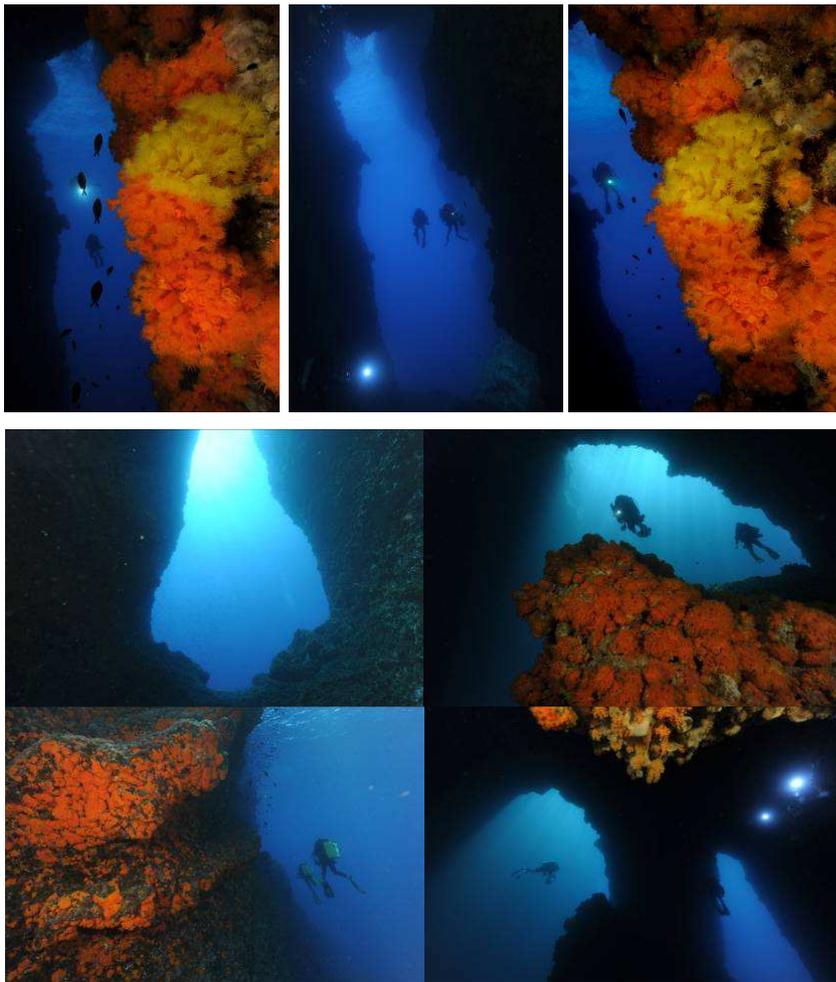


Figure 97 : De nombreux obus et roquettes jonchent le pied du Lamparo.



Le Lamparo forme de vastes grottes. Le fond se situe vers -32 mètres et le plafond est quasiment au niveau de la surface. Trois entrées sont possibles d'où la sensation que l'îlot est porté par trois piliers.

Les parois sont pratiquement entièrement recouvertes par les coraux *Astroides calycularis*. Ils présentent des colonies couleur jaune vif qui tranchent avec la majorité qui est orange.

Figure 98 : Le Lamparo forme de vastes grottes extrêmement colonisées par les coraux *Astroides calycularis*. Ils présentent des colonies couleur jaune vifs qui tranchent avec la majorité qui est orange.

Le paysage du coralligène profond est marqué par la présence en grand nombre de petites colonies de 2 cm à plus de 20 cm d'ascidies, du genre *Aplidium*. Les différentes espèces d'ascidies sont difficilement déterminées avec certitude sur des photographies car les éléments d'anatomie interne sont nécessaires pour distinguer les espèces de ce genre.

Il semblerait que l'espèce dominante rencontrée dans le coralligène de Zembra soit *Aplidium proliferum* (= *A. nodiferum* = *A. albicans*). Cette colonie lisse, présentant un large et court pédoncule, est en forme ovoïde ou en forme de champignon. Les individus sont entourés d'une tunique commune sans inclusions calcaires et chaque zoïde possède trois points rouges.

Cette espèce peut être confondue avec *A. elegans*, dont les orifices inhalants sont surmontés d'une couronne blanche bordée de huit languettes de couleur blanche, et *A. conicum* qui se distingue d'*Aplidium proliferum* par ses rangées de perforations branchiales moins nombreuses et dont les orifices inhalants forment des dessins nettement méandriques.



Figure 99 : Le paysage du coralligène profond est marqué par la présence en grand nombre d'ascidies coloniales du genre *Aplidium*. L'espèce *Aplidium proliferum* se caractérise par sa forme ovoïde ou sa forme de champignon dont chaque zoïde possède trois points rouges.

Le Lamparo est un site très poissonneux. Des vieux filets de pêche perdus ont d'ailleurs été observés à plusieurs reprises. Nous y avons rencontré de nombreux serranidés, et notamment des mérous bruns (*Epinephelus marginatus*) et des mérous royaux (*Mycteroperca rubra*) ; les badèches (*Epinephelus coastae*) sont peu nombreuses. Les sparidés sont présents en grand nombre : dentés communs (*Dentex dentex*), jeune denté bossu (*Dentex gibbosus*), sars communs (*Diplodus sargus*), sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*), sars à grosses lèvres (*Diplodus cervinus*).



Plusieurs pagres rayés (*Pagrus auriga*) et des bancs de saupes (*Sarpa salpa*) et de mulets (*Liza aurata*) ont été croisés. Des blennies pilicornes (*Parablennius pilicornis*), des mostelles de roche (*Phycis phycis*), une petite rascasse rouge (*Scorpaena notata*) sont rencontrées sur les roches recouvertes d'algues. Des pastenagues communes (*Dasyatis pastinaca*) fréquentent aussi ces substrats durs.

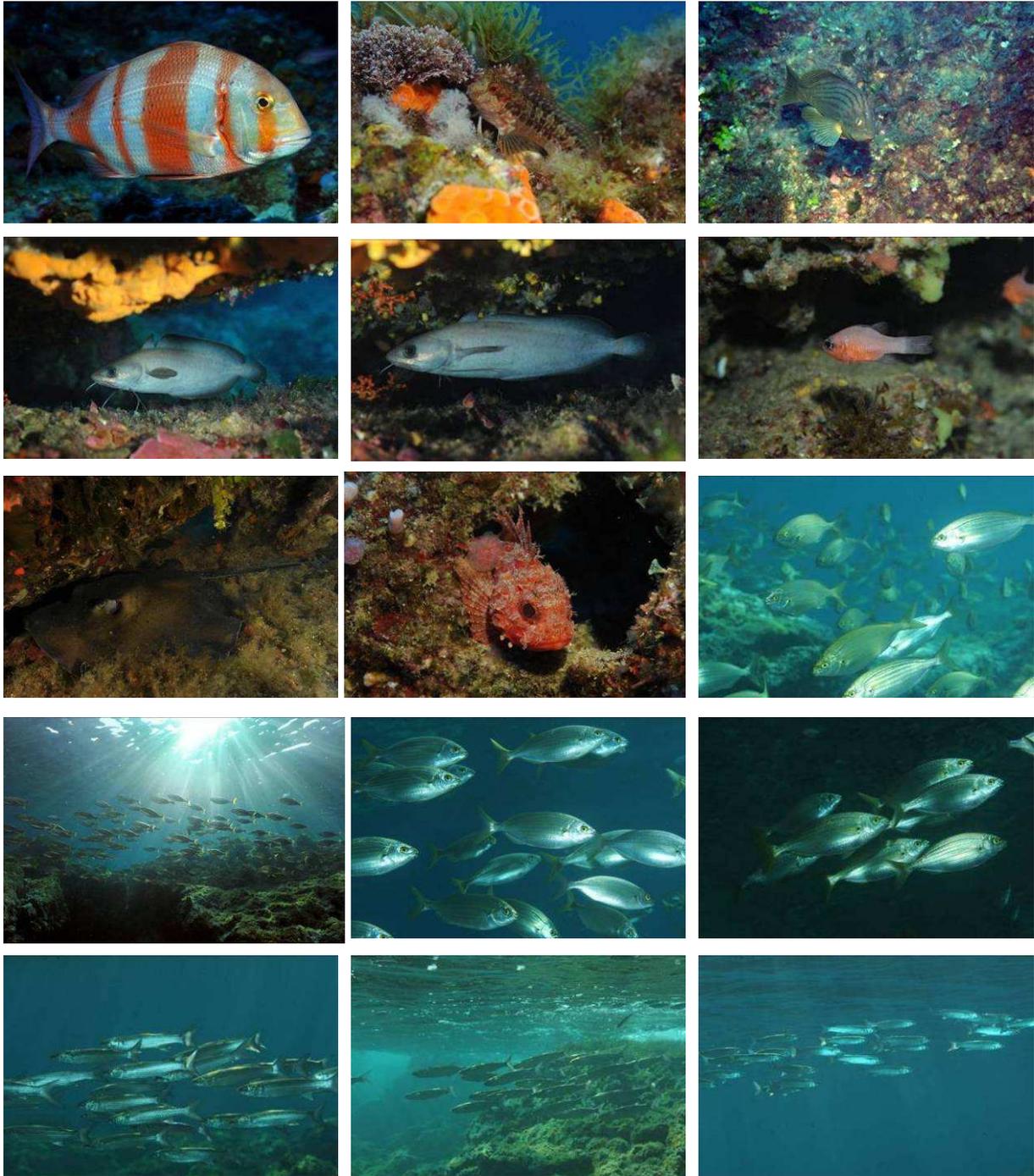


Figure 100 : Le Lamparo est un site poissonneux. [1] Pagre rayé (*Pagrus auriga*) ; [2] Blennie pilicorne (*Parablennius pilicornis*) ; [3] Mérou brun (*Epinephelus marginatus*) ; [4,5] Mostelle de roche (*Phycis phycis*) ; [6] *Apogon imberbis*; [7] Pastenague commune (*Dasyatis pastinaca*) ; [8] Petite rascasse rouge (*Scorpaena notata*) ; [8-12] Banc de saupes (*Sarpa salpa*); [13,14,15] Mulets (*Liza aurata*).

Les algues *Pseudolithophyllum expansum*, *Palmophyllum crassum*, *Corallina elongata*, *Halimeda tuna*, *Zonaria* sp sont abondantes avec *Astroides calycularis*. On observe étonnement des *Peyssonelia squamaria* très fluorescentes dans une zone ombragée de la roche vers la surface de l'îlot, à -6 mètres de profondeur.

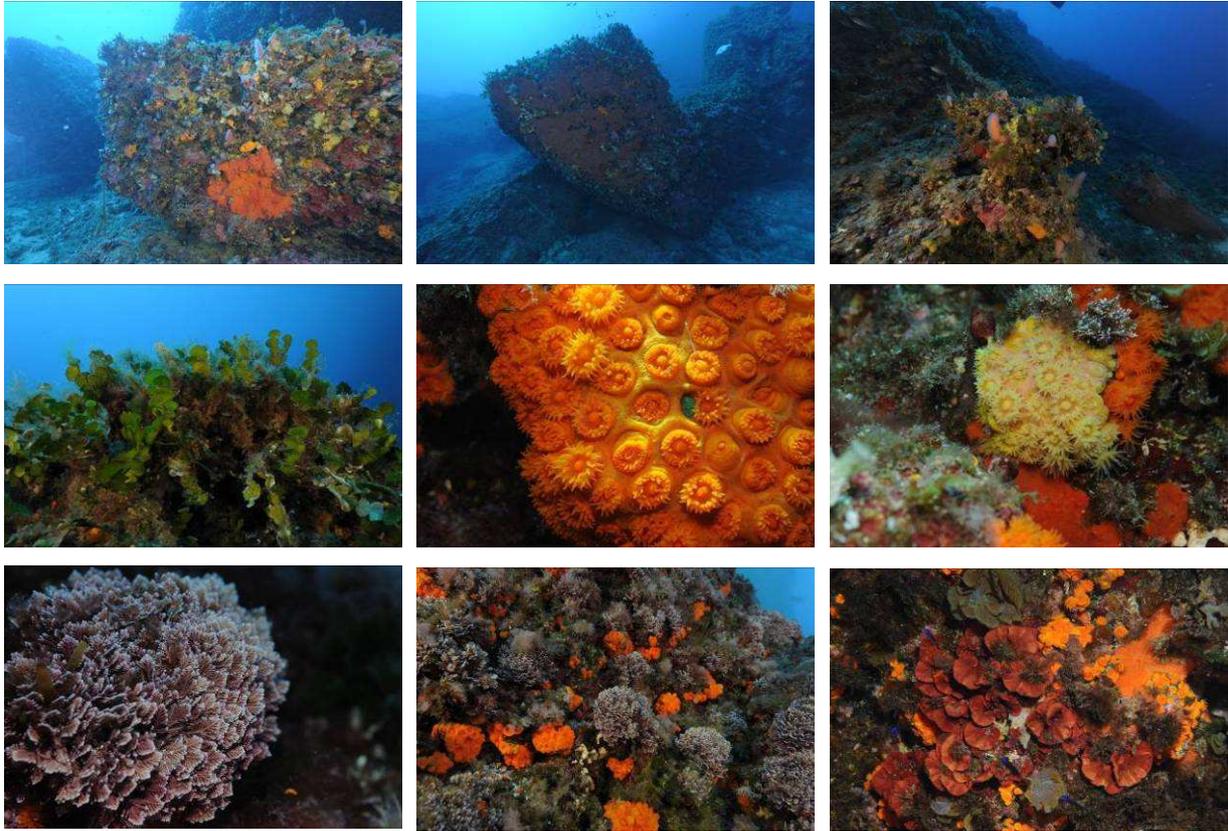


Figure 101 : [1,2] Les algues *Pseudolithophyllum expansum*, *Palmophyllum crassum*, *Halimeda tuna* sont abondantes; [3] Les *Aplidium proliferum* sont nombreux sur la roche; [4] L'algue verte *Halimeda tuna* ; [5,6] *Astroides calycularis* ; [7,8] Nombreuses algues *Corallina elongata*; [9] Des *Peyssonelia squamaria* observées dans une zone ombragée proche de la surface et des *Zonaria* sp.

Les espèces qui dominent le coralligène du Lamparo sont les éponges telles que *Crambe crambe* et *Agelas oroides*, les cnidaires tels que les cérianthes (*Cerianthus membranaceus*) et les grosses anémones vertes (*Anemonia viridis*), les bryozoaires comme la dentelle de Neptune (*Sertella septentrionalis*) et *Myriapora truncata*, et les ascidies coloniales *Aplidium proliferum*.

De nombreuses étoiles de mer *Ophidiaster ophidianus* et des holothuries (*Holothuria sanctori*) se rencontrent parmi les madréporaires près de la surface. Les oursins diadèmes (*Centrostephanus longispinus*) et le crabe plat d'Atlantique *Percnon gibbesi* colonisent également la roche. Ce crabe est une espèce envahissante qui a été observée pour la première fois en Méditerranée en 1999 en Sicile (Mori and Vacchi, 2002) et aux Baléares (Garcia and Reviriego, 2000), puis en Libye en 2004 (Elkrwe *et al.*, 2008), en Turquie (Yokes and Galil, 2006) en 2005, en Grèce (Katsanevakis and Tsiamis, 2009) en 2004. A notre connaissance, la population de *Percnon gibbesi* de Tunisie n'a pas fait l'objet d'une étude scientifique, mais cette espèce a été observée à Zembra en 2004 par Limam *et al.*



Figure 102 : [1] Dentelle de Neptune (*Sertella septentrionalis*) ; [2,3] Eponges encroûtantes; [4] *Holothuria sanctori* ; [5] Cérianthe (*Cerianthus membranaceus*) ; [6] Grosse anémone verte (*Anemonia viridis*) ; [7] L'étoile de mer *Ophidiaster ophidianus* se rencontre parmi les madréporaires ; [8] Un oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*) ; [9] Crabe plat d'Atlantique *Percnon gibbesi*.

La baie autour du Lamparo est une zone de calme hydrodynamique et une zone de dépôt. Elle abrite ainsi de très nombreux macrodéchets. Par endroit, coincées entre les blocs rocheux, des centaines de bouteilles en plastique sont visibles et dégradent la qualité esthétique du site.



Figure 103 : Autour du Lamparo, par endroit, des centaines de bouteilles coincées entre les blocs rocheux sont observées.

Outre le Lamparo, qui a fait l'objet de plusieurs plongées, nous avons exploré un gros massif de coralligène présent à l'Est du Capo grosso à -55 mètres.

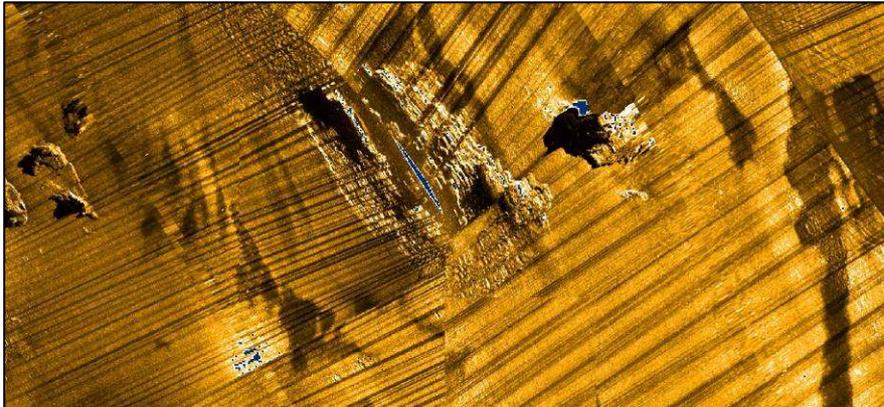


Figure 104 : Massif de coralligène situé à l'Est du Capo grosso visible au sonar latéral.



Figure 105 : Nous avons exploré un massif de coralligène situé à l'Est du Capo grosso à -55 mètres de profondeur.

A noter que nous avons observé sur ce massif de coralligène à l'Est de Zembra un grand filet de pêche perdu comme en témoignent les photographies ci-dessous (flèches rouges).

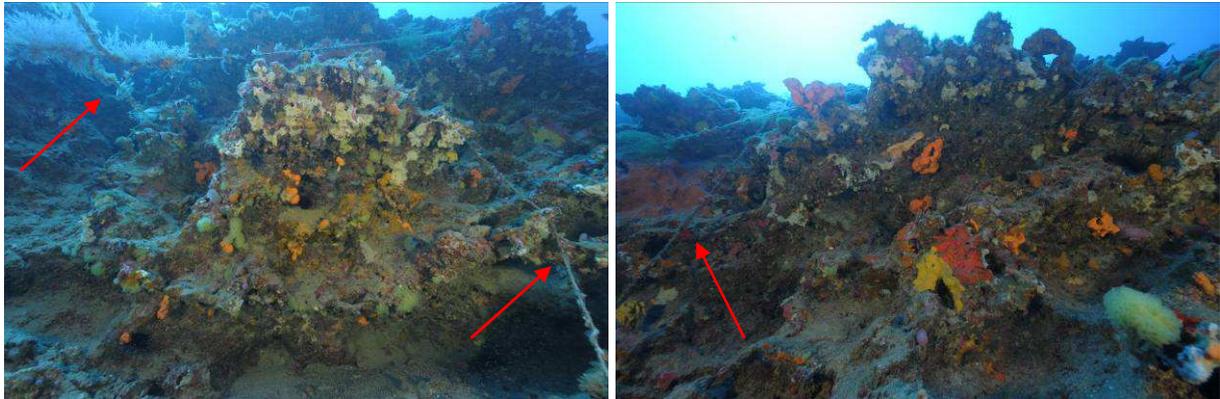


Figure 106 : Filet de pêche sur le coralligène (flèches rouges).



La biocénose du coralligène profond héberge de nombreuses algues ; on note la dominance des rhodophytes *Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum frondosum* et *Peyssonnelia squamaria*. Quelques algues sciaphiles ont été vues à plus de 50 mètres de profondeur : les chlorophytes *Udotea petiolata* et *Codium bursa*, et les phaeophytes *Cystoseira zosteroides* et *phyllariopsisbrevipes*.

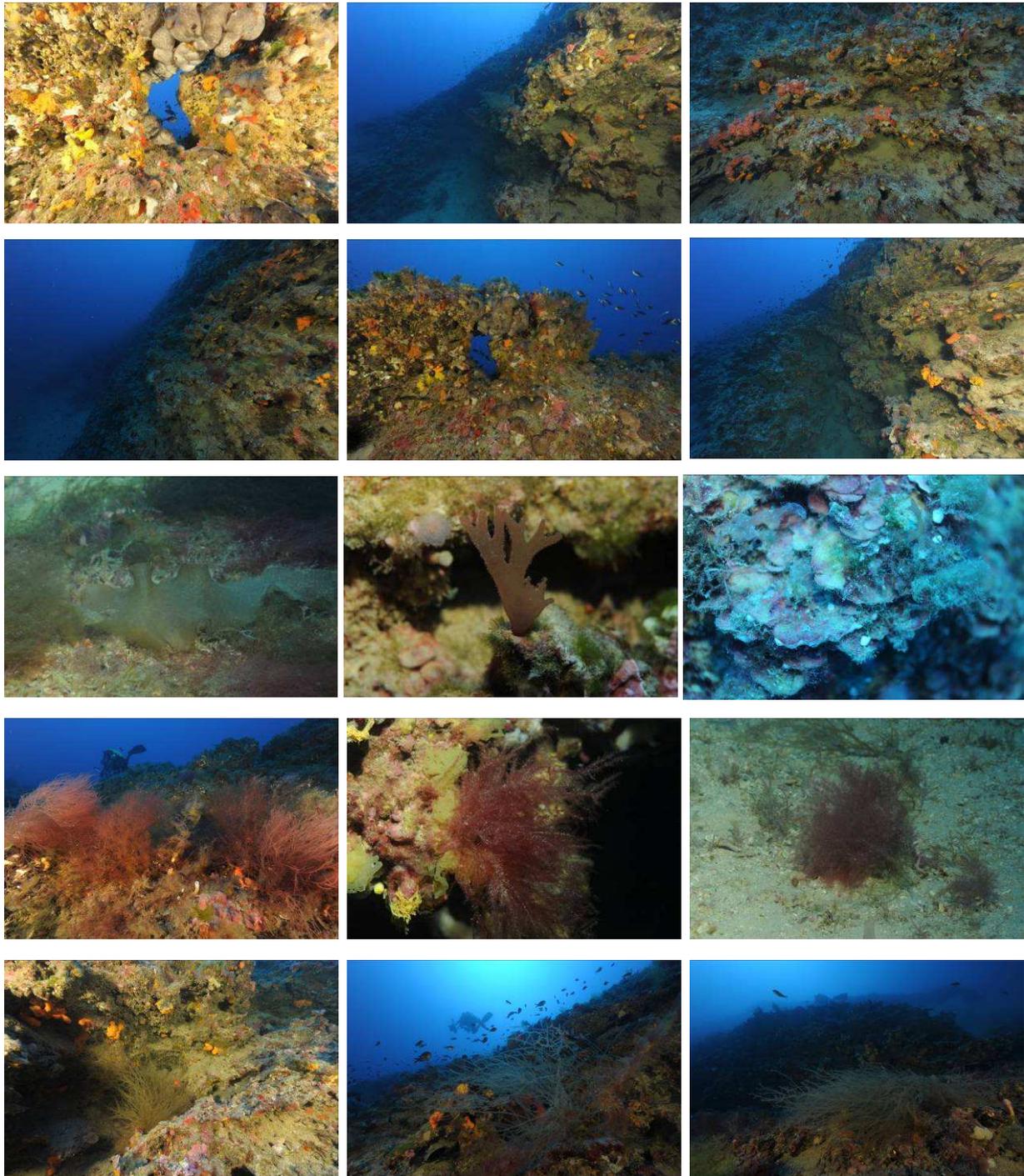


Figure 107 : A l'Ouest du Capo grosso, on observe un coralligène de paroi ou de massif. De nombreuses algues sont présentes.

Les animaux filtreurs sessiles sont les espèces dominantes du coralligène profond, et notamment les éponges comme *Phorbas tenacior*, *Chondrosia reniformis*, la clathrine jaune *Clathrina clathus*, *Agelas oroides*, *Spirastrella cunctratrix*, *Dysidea avara*, *Hemimycale columella* et *Pleraplysilla spinifera*.

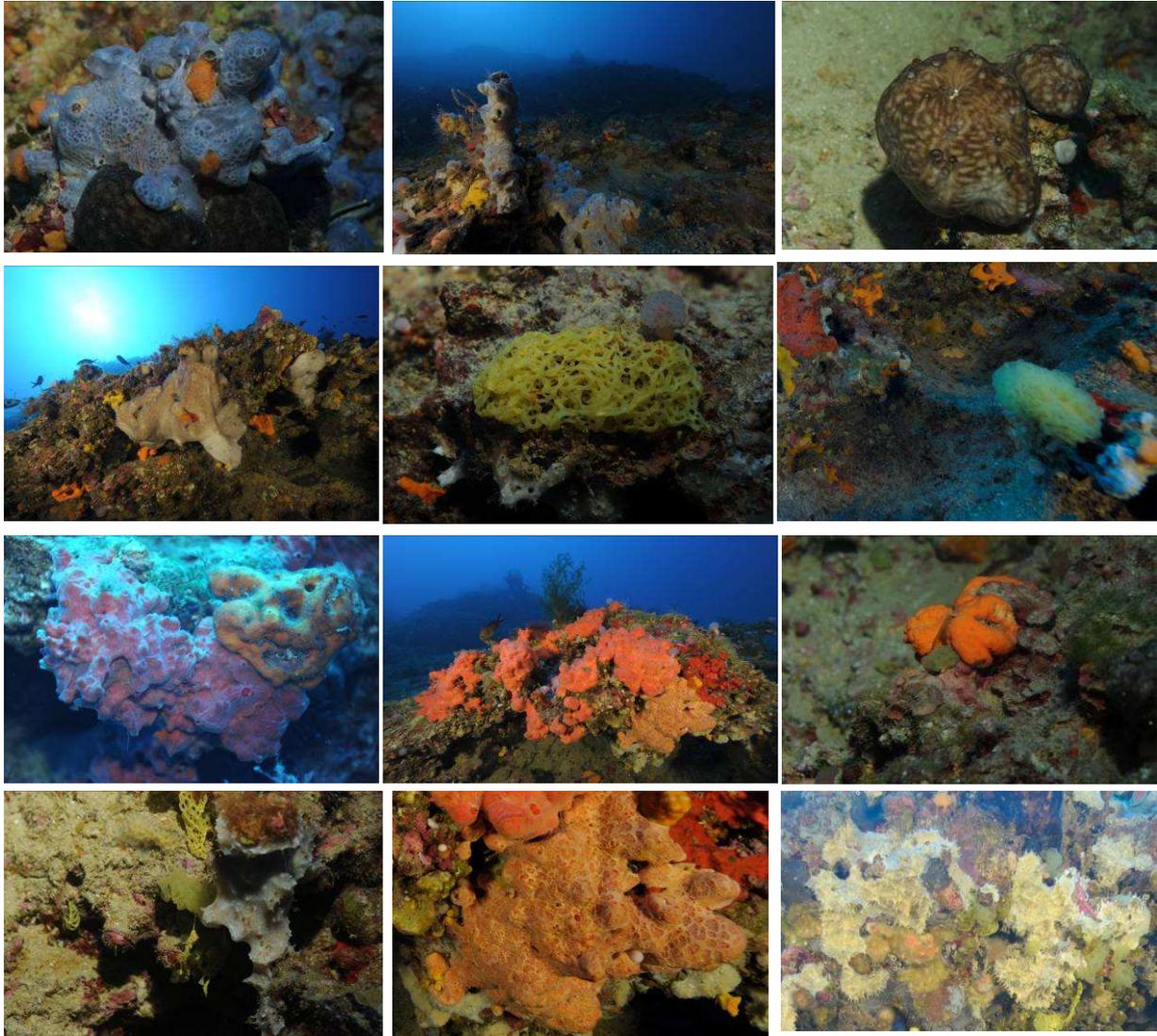


Figure 108 : [1,2] L'éponge encroûtante bleue *Phorbas tenacior* ; [3,4] *Chondrosia reniformis*, [5,6] La clathrine jaune *Clathrina clathus* ; [7] *Agelas oroides* et *Spirastrella cunctratrix*; [8] *Spirastrella cunctratrix* et à priori *Hemimycale columella*; [9] *Agelas oroides* ; [10] *Dysidea avara* [11] A priori *Hemimycale columella* ; [12] *Pleraplysilla spinifera*.

Outre les nombreuses éponges, nous avons observé le nudibranche *Peltodoris atromaculata*, communément présent sur l'éponge *Petrosia ficiformis*, les échinodermes *Centrostephanus longispinus*, *Ophiaster ophidianus*, les bryozoaires *Porella cervicornis* et *Sertella septentrionalis*, les polychètes *Filograna implexa* et *Sabella spallanzanii*, les poissons *Apogon imberbis*, *Coris julis*, *Epinephelus marginatus*, et *Chromis chromis* et des ascidies solitaires (*Halocynthia papillosa*) et coloniales (*Aplidium* sp.)

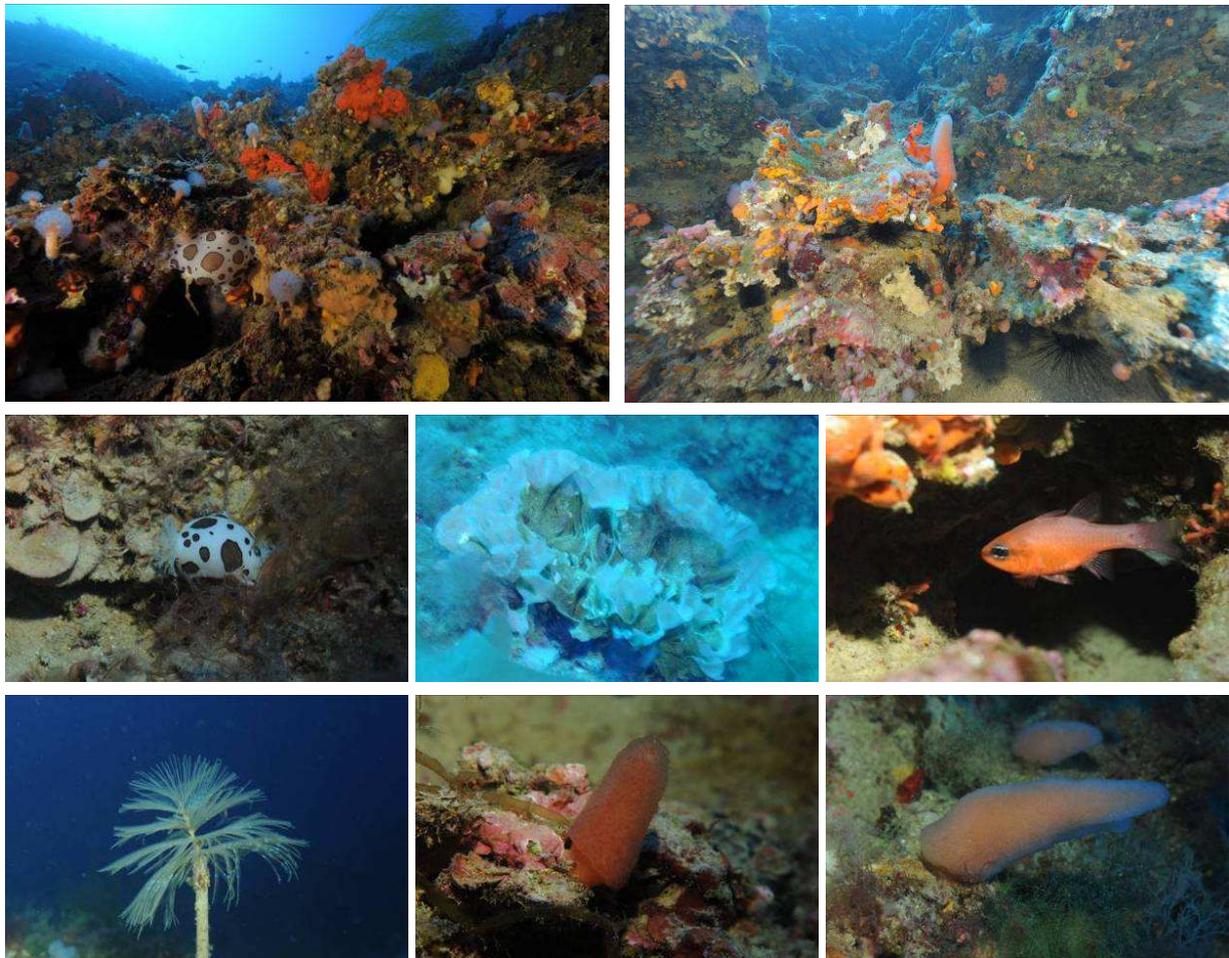


Figure 109 : [1,3] Le nudibranche *Peltodoris atromaculata* ; [2] Nombreux oursins diadèmes *Centrostephanus longispinus* ; [4] Le bryzoaire *Sertella septentrionalis* ; [5] *Apogon imberbis* ; [6] Le polychète *Sabella spallanzanii* [7,8] *Aplidium proliferum*.

Les ascidies coloniales du genre *Aplidium* sont, comme au Lamparo, fortement présentes sur ce coralligène. Il semblerait que ce soit l'espèce *A. proliferum*.



Figure 110 : Les ascidies coloniales du genre *Aplidium* sont, comme au Lamparo, fortement présentes sur ce coralligène.

Au pied du massif de coralligène le substrat est du détritique côtier sur lequel la fucale *Cystoseira zosteroides*, la chlorophycée *Codium bursa* et la rhodophycée *Osmundaria volubilis* sont présentes. Les gorgones *Lophogorgia ceratophyta*, de couleur variable (jaune, orange...) et *Eunicella singularis* sont très fréquemment rencontrées.

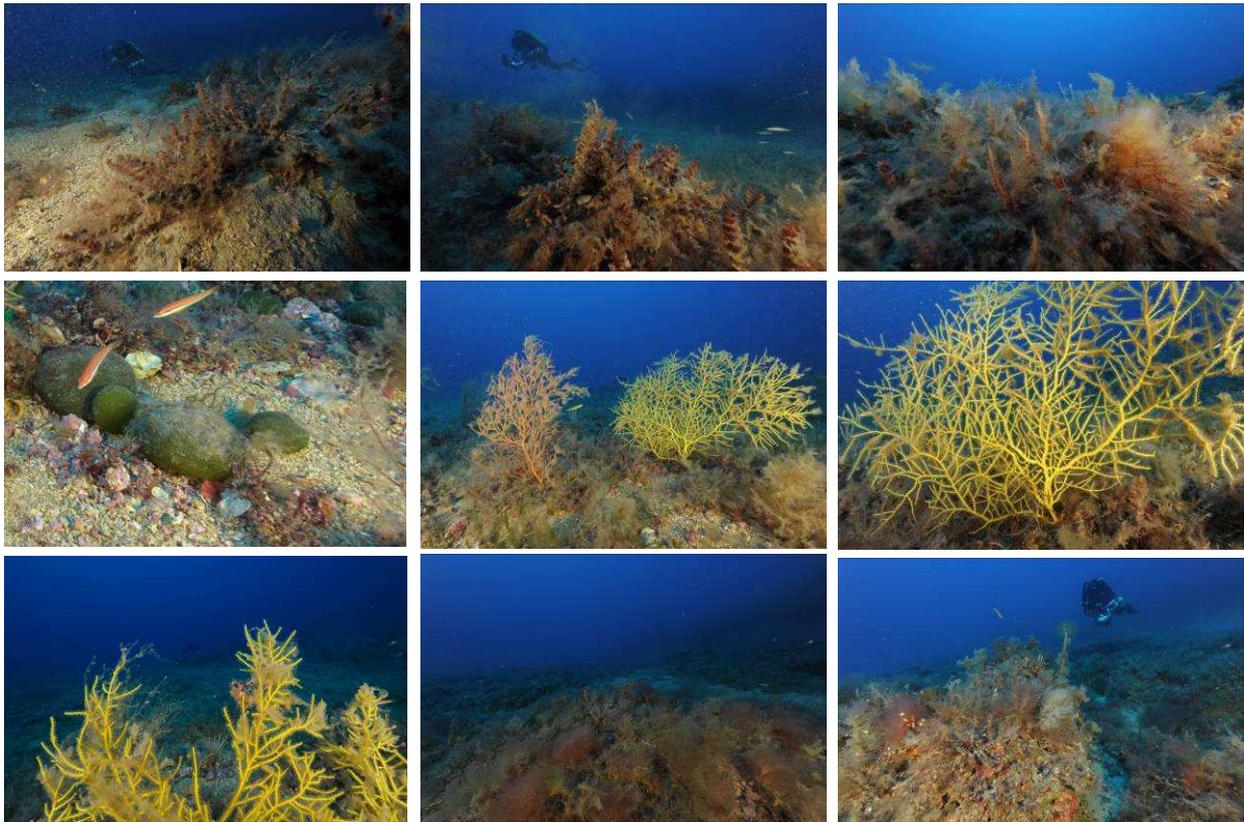


Figure 111 : [1,2] La rhodophycée *Osmundaria volubilis* ; [3] Algues *Asperococcus bullosus*, *Osmundaria volubilis*, *Osmundea pelagosae* et *Phyllophora crispa* [4] *Codium bursa* ; [5,6] *Lophogorgia ceratophyta* ; [7] *Antedon mediterranea* sur *Lophogorgia ceratophyta* ; [8,9] Détritique côtier au pied du coralligène.



Le comatule *Antedon mediterranea* est rencontré sur la gorgone *Lophogorgia ceratophyta* ainsi que le gastéropode opisthobranche *Tritonia* sp. (à priori *Tritonia nilsodhneri*, le tritonie des gorgones).

La biocénose coralligène se retrouve également dans le secteur de la Cathédrale.



Figure 112 : La Cathédrale (photographie prise durant la mission).

Dans les zones profondes nous observons des grosses pierres recouvertes par des espèces à affinité coralligène. Les chlorophytes *Halimeda tuna*, *Palmophyllum crassum*, *Dictyopteris polypodioides* (= *D. membranacea*), *Dictyota dichotoma*, *Caulerpa racemosa*, et les rhodophytes *Peyssonnelia squamaria*, *Phyllophora nervosa*, *Lithohyllum frondosum* et *Osmundaria volubilis* sont présentes. On observe également le bryzoaire *Myriapora truncata*, les éponges *Agelas oroides* et *Crambe crambe*, les oursins *Centrostephanus longispinus* et *Paracentrotus lividus*, les ascidides *Halocynthia papillosa*, et les serpulidés *Protula* sp.



Figure 113 : [1] Limite entre le sable fin et la roche au Nord de la Cathédrale ; [2-6] On trouve la biocénose coralligène dans les surplombs ou à la surface de grosses pierres à la Cathédrale.



Nous avons contourné la Cathédrale et observé, dans les plus petits fonds (10-20 mètres de profondeur), des zones à enclaves coralligène au niveau des roches infralittorales à algues photophiles. Ces formations se développent dans des conditions particulières de faible luminosité sur les parois verticales, dans les surplombs des roches, dans les cavités. Les ascidies coloniales *Aplidium* sp. sont toujours très présentes.

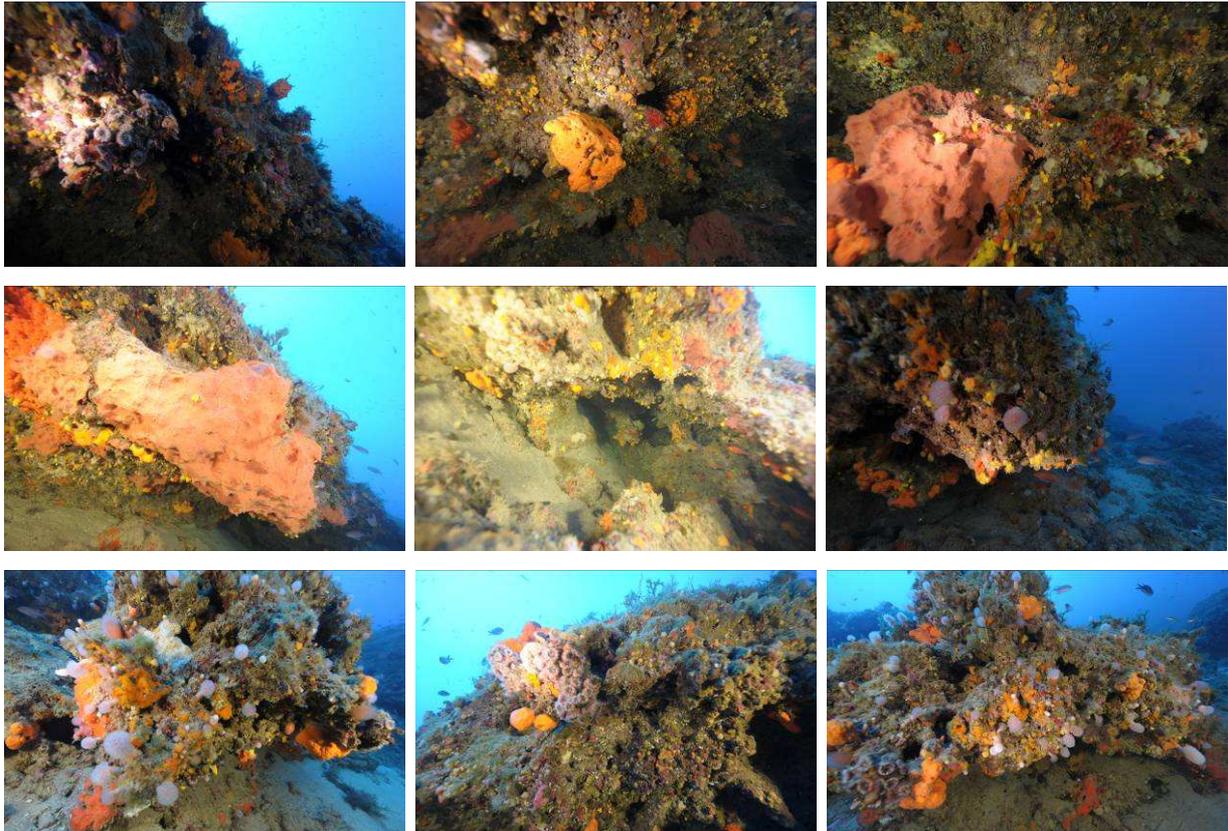


Figure 114 : Nous avons observé, dans les plus petits fonds de la Cathédrale (10-20 mètres de profondeur), des zones à enclaves coralligène au niveau des roches infralittorales à algues photophiles.

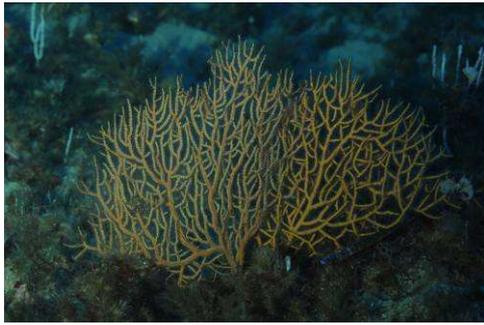


Sont également présentes des axinelles *Axinella damicornis* envahies par *Parazoanthus axinellae*.

A la Cathédrale, à moins de dix mètres de la surface, on observe des invertébrés comme les limes (*Lima lima*), les ormeaux (*Haliotis tuberculata lamellosa*) mais surtout des madréporaires variés : *Madracis pharensis*, *Phallangia mouchezii*, *Astroides calycularis* etc.



Figure 115 : La Cathédrale : [1] Un annélide non identifié; [2,3] Lime (*Lima lima*) ; [4-6] Un ormeau (*Haliotis tuberculata lamellosa*) ; [7,8] Les algues *Padina pavonica* et *Asparopsis taxiformis* avec l'*Astroides calycularis* à une dizaine de mètres de fond ; [9,11] Le madréporaire *Phyllangia mouchezii* ; [10] *Madracis pharensis* ; [12] *Astroides calycularis*.



Un faciès à gorgones est observé au niveau du coralligène de la Cathédrale: les espèces *Eunicella singularis* (la plus abondante) et *Lophogorgia ceratophyta* y sont présentes ensemble. En revanche nous n'avons pas observé *Paramuricea clavata* et la gorgone *Eunicella cavolinii* est peu commune (photo ci-contre).

De la même manière que les gorgones blanches (*E. singularis*) observées au Sud-Est de Zembra, celles-ci présentent la particularité de posséder des renflements formés par un crustacé cirripède parasite.

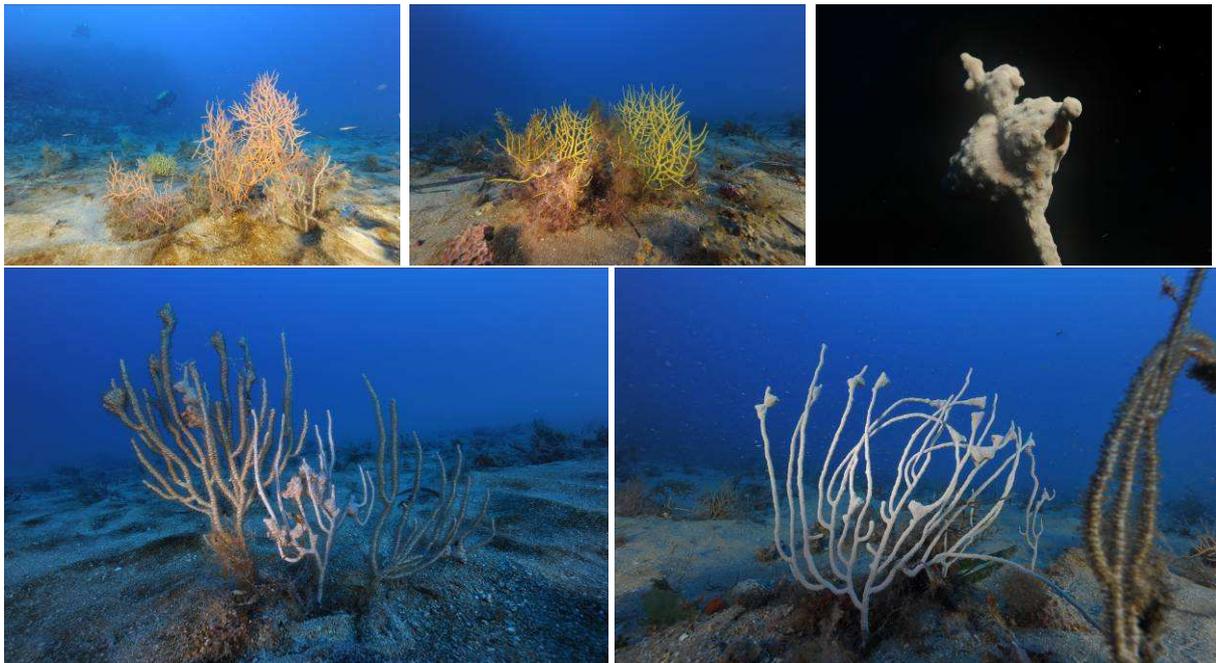


Figure 116 : Un faciès à gorgones est observé au niveau du coralligène de la Cathédrale. [1,2] *Lophogorgia ceratophyta* orange ou jaune ; [3,4,5] Les gorgones blanches (*E. singularis*) présentent la particularité de posséder des renflements formés par un crustacé cirripède parasite.

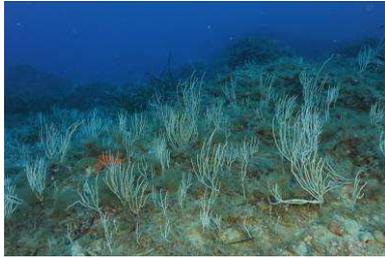
**VI. ESPECES MARINES D'INTERET ECOLOGIQUE,
BIOLOGIQUE ET/OU PATRIMONIAL**

Dans ce chapitre, nous présentons les espèces rencontrées lors de notre mission à Zembra en 2010 qui sont listées dans l'annexe II (liste des espèces en danger ou menacées) ou dans l'annexe III (liste des espèces dont l'exploitation est réglementée) du Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (Protocole ASP/DB) de la convention de Barcelone (1995).

Nous ajoutons à cette liste les espèces invasives présentes à Zembra.

Macrophytes

- Macroalgues



Cystoseires, *Cystoseira* spp.

C. amentacea est présente dans la roche supralittoral de mode battu entre 0 et 1 mètre de profondeur (Limam *et al.*, 2004).

C. spinosa est présente dans l'infralittoral entre -15 et -30 mètres

C. zosteroides est abondante dans la roche infralittorale et sur le détritique côtier.

- Phanérogames marines



Cymodocée, *Cymodocea nodosa*

Les prairies sont très localisées au niveau des secteurs Sud et Sud-Est de Zembra, entre -20 et -40 mètres.



Posidonie, *Posidonia oceanica*

Cet habitat est observé jusqu'à une trentaine de mètres de profondeur. Sa limite supérieure varie de quelques mètres à -20 mètres au Nord-Est de l'île.

On trouve sur cet habitat sur le sable où la posidonie forme des herbiers denses (au Sud et à l'Est de Zembra) mais également sur les substrats durs (éboulis et roches) sous la forme de taches notamment dans la partie Est.

Invertébrés

- Porifères

***Axinella* sp.**

A. cannabina et *A. polypoides* sont rares dans les biotopes coralligène.

***Spongia* sp.**

Cette espèce est très rare dans les fonds de Zembra (Limam et al., 2004)

- Mollusques



Nacre épineuse, *Pinna rudis*

Elle a été vue à plusieurs reprises à l'Est et au Sud de Zembra.
(Sud de Zembra, -15 mètres)



Grande nacre, *Pinna nobilis*

Ce bivalve est bien présent à Zembra, les densités semblent assez faibles.
(Ouest de Zembra, -35 mètres)



Patelle géante, *Patella ferruginea*

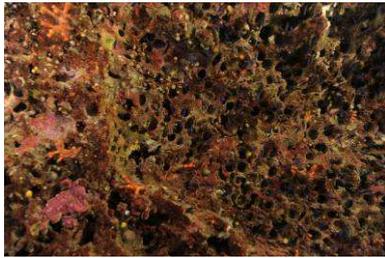
Cette espèce est abondante dans presque tout le périmètre médiolittoral de Zembra et de Zembretta (Limam et al., 2004).
(Zembretta, quelques centimètres de profondeur)



Spondyle, *Spondylus gaederopus*

Les individus sont plutôt rares.
(Est de Zembra, -35 mètres)

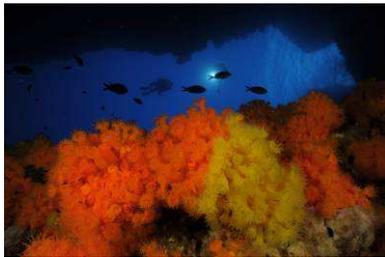
Datte de mer, *Lithophaga lithophaga*



Nous supposons que c'est ce bivalve qui a fait des trous dans la roche à la Cathédrale.

(Cathédrale, -25 mètres)

- Cnidaire



Madréporaire, *Astroides calycularis*

Il est abondant sur la roche à Zembra, de la surface à plus de 50 mètres de fond.

(Lamparo, -52 mètres)



Gorgone blanche, *Eunicella singularis*

Les colonies sont abondantes dans tout le périmètre de Zembra. Au Sud-Est et à la Cathédrale, ces gorgones sont très régulièrement parasitées par un crustacé cirripède.



Cladocora cespitosa

Espèce plutôt commune sur les substrats rocheux dans l'ensemble de l'île.

(Sud-Est de Zembra, -15 mètres)



Gorgone jaune, *Eunicella cavolinii*

Cette gorgone est rare, nous l'avons vu dans les profondeurs supérieures à -35 mètres.

(Lamparo, -40 mètres)



Gorgone *Lophogorgia ceratophyta* (= *Leptogorgia sarmentosa*)

Elle est abondante à partir d'une trentaine de mètres de profondeur notamment à l'Est de Zembra.

(Lamparo, -32 mètres)



Anémone buissonnante, *Gerardia savaglia*

Espèce rare puisqu'elle n'a été observée qu'une seule fois au Sud de la pointe du Balancier à -35 mètres. C'est une espèce remarquable mais qui n'est pas listée dans les annexes II ou III du Protocole de 1995.

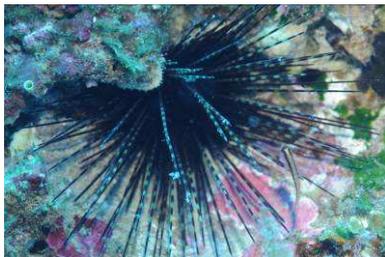
- Crustacés



Grande cigale de mer, *Scyllarides latus*

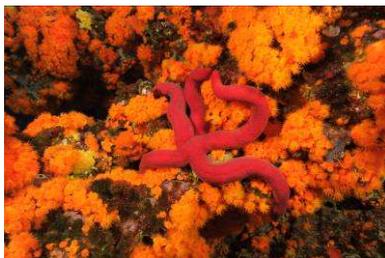
Cette espèce est assez rare. Seuls quelques individus ont été observés dans l'herbier à l'Ouest de Zembra (un couple de cigales de mer) et sur les substrats durs au Sud-Est. (Sud-Est de Zembra, -18 mètres)

- Echinodermes



Oursin diadème, *Centrostephanus longispinus*

Cet oursin est très fréquent sur les substrats durs, notamment dans les failles rocheuses. (Le lamparo, -8 mètres)



Etoile de mer violette, *Ophidiaster ophidianus*

Elle est abondante à Zembra sur les substrats durs. (Le Lamparo, -10 mètres)



Oursin comestible, *Paracentrotus lividus*

Espèce relativement commune (Sud-Est de Zembra, -23 mètres))

Vertébrés

- Poissons



Mérour brun, *Epinephelus marginatus*

Cette espèce est commune à Zembra.
(La Cathédrale, -25 mètres)



Corb, *Sciaena umbra*

Ils sont assez communs dans les substrats rocheux à l'Est et à l'Ouest de Zembra.
(Est de Zembra, -37 mètres)

- Oiseaux



Puffin cendré, *Calonectris diomedea*

Le petit espace de Zembra abrite près de 50% de la population méditerranéenne de puffins cendrés. Même si les oiseaux n'ont pas fait l'objet d'inventaires précis durant notre mission, nous relevons la présence du puffin cendré car cette espèce est listée dans l'annexe II du Protocole ASP/DB de 1995.



Puffin yelkouan, *Puffinus yelkouan*

A priori ce poussin est un puffin yelkouan et non un puffin cendré car la couleur de son bec est uniforme. Cependant, les deux espèces de poussins se ressemblent. Nous relevons également cette espèce car elle est listée dans l'annexe II du Protocole ASP/DB de 1995. Nous avons pris cette photographie dans les terres au Sud-Est de l'île.

- Mammifères marins

Grand dauphin, *Tursiops truncatus*

Même si les mammifères marins n'ont pas fait l'objet d'inventaires précis durant notre mission, nous relevons la présence du grand dauphin car il est listé dans l'annexe II du Protocole ASP/DB de 1995. Nous en avons croisé à plusieurs reprises au large de la côte Est de Zembra.



Espèces invasives et/ou exotiques



Caulerpa racemosa

La présence de cette espèce a été signalée en 1999 sur le site. Elle colonise tous les substrats entre 15 et 40 mètres de profondeurs, et notamment les substrats meubles au Sud, à l'Est et au Sud Est (Punta Tabla) et les substrats rocheux à la Cathédrale et au large de la pointe du Balancier.



Caulerpa taxifolia

Elle a été rencontrée une seule fois, à une trentaine de mètres de fond à l'Est de l'île.



Crabe d'Atlantique, *Percnon gibbesi*

Ce crabe est une espèce envahissante qui a été observé pour la première fois en Méditerranée en 1999. A notre connaissance, la population de *Percnon gibbesi* de Tunisie n'a pas fait l'objet d'une étude scientifique, mais cette espèce a été observée à Zembra en 2004 par Limam *et al.* Nous l'avons observé au Lamparo.



Blennie pilicorne, *Parablennius pilicornis*

Cette dernière s'installe progressivement en Méditerranée depuis les années 1960 et aucune observation n'avait été relevée en Tunisie d'après la récente étude de Pastor et Francour (2010). Cette espèce a été vue dans les petits fonds à l'Est du Capo Grosso.

VII. INVENTAIRE GLOBAL DES ESPECES MARINES

Les travaux de prospection marine effectués à Zembra par Limam *et al.* en 2004. ont permis de déterminer par observations directes espèces de 74 végétaux, 163 espèces d'invertébrés et 51 espèces de poissons.

A cette liste existante (Annexe II : «Liste des espèces marines observées », Limam *et al.*, 2004) nous pouvons ajouter, suite à notre campagne au mois de juillet 2010, 49 espèces, dont 24 espèces de poissons, 23 invertébrés et 2 végétaux (dont l'espèce invasive *Caulerpa taxifolia*). A noter également l'observation du grand dauphin *Tursiops truncatus*. Au total, ce sont ainsi 338 espèces qui ont pu être inventoriées entre les campagnes de 2004 et de 2010.

Les espèces relevées par Andromède Océanologie sont notées en bleu dans les listes ci-dessous. La majorité d'entre elles ont été illustrées par une ou plusieurs photographies dans ce présent rapport.

MACROALGUES

Chlorophycées

Acetabularia acetabulum
Acetabularia parvula
Anadyomene stellata
Caulerpa racemosa
Caulerpa taxifolia
Cladophora spp.
Cladophora pellucida
Codium bursa
Dasycladus vermicularis
Enteromorpha spp.
Flabellia petiolata
Halimeda tuna
Palmophyllum crassum
Valonia macrophysa
Valonia uricularis

Phaeophycées

Aglaozonia chilosa
Arthrocladia villosa
Asperococcus bullosus
Cladostephus spongiosus
Colpomenia sinuosa
Cystoseira amentacea
Cystoseira brachycarpa
Cystoseira compressa
C. ercegovicii f. latiramosa
Cystoseira spinosa
Cystoseira zosteroides
Dictyopteris polypodioides
Dictyota dichotoma
D. dichotoma v. intricata
Dictyota fasciola
Halopteris filicina
Halopteris scoparia
Hydroclatrus clathratus
Padina pavonica
Ralfsia verrucosa
Sargassum horschuchi?
Sargassum vulgare
Taonia atomaria
Zonaria tournefortii

Rhodophycées

Amphiroa rigida
Bonnemaisonia asparagoides
Ceramiales sp.
Chondracanthus acicularis
Chondrymnea lobata
Chylocladia verticillata
Corallina elongata
Halymenia floresia
Halymenia latifolia
Hypnea musciformis
Jania corniculata
Jania rubens
Laurencia obtusa
Laurencia papillosa
Lithophyllum incrustans
Lithophyllum stictaeforme
Lithothamnion minervae
Lithothamnion valens
Mesophyllum alternans
Nemalion helmintoides
Osmundaria volubilis
Osmundea pelagosae
Peyssonnelia spp.
Peyssonnelia coriacea
Peys. rosa-marina
Peyssonnelia rubra
Peyssonnelia squamaria
Phyllophora crispa
Phyllophora nervosa
Plocamium cartilagineum
Pterocladia capillacea
Rodriguezella strafforellii
Rhodymenia ardissoni
Schottera nicaeensis
Schizymenia dubyi
Sphaerococcus coropifolius
Spongites notarisi

PHANEROGAMES

Cymodocea nodosa
Posidonia oceanica

INVERTEBRES

Foraminifères

Miniacina miniacea

Porifères

Agelas oroides

Agelas sp.

Anchinoe fictitius

Anchinoe jaujertas

Anchinoe tenacior

Aplysilla sulfurea

Aplysina sp.

Axinella cannabina

Axinella damicornis

Axinella polyploides

Axinella verrucosa

Cacospongia mollior

Chondrilla nucula

Chondrosia reniformis

Clathrina clathrus

Clathrina coriacea

Crambe crambe

Darwinella sp.

Dendrilla sp.

Dysidea avara

Dysidea fragilis

Halichondria panicea

Halisarca sp.

Halyclona flava

Halyclona mediterranea

Halyclona sp.

Hamigera hamigera

Hemimycale columella

Hippospongia communis

Hoplangia durotrix,

Ircinia fasciculata

Ircinia oros

Ircinia variabilis

Ircinia sp.

Leucosolenia sp.

Oscarella lobularis

Petrosia ficiformis

Phorbis tenacior

Pleraphysilla spinifera

Sarcotragus muscaria

Sarcotragus spinulosus

Spirastrella cunctatrix

Spongia agaricina

Spongia officinalis

Terpios sp.

Cnidaires

Actinia equina

Aglaophenia sp.

Aglaophenia

Aglaophenia harpago

Aiptasia mutabilis

Alcyonium coralloides

Alcyonium acaule

Alicia mirabilis

Anemonia viridis

Astroides calycularis

Balanophyllia europaea

Bougainvillia sp.

Bunodeopsis strumosa

Caryophyllia inornata.

Cerianthus membranaceus

Cladocora coespitosa

Cladopsammia ronaldi

Condylactis aurantiaca

Corynactis viridis

Cotylorhiza tuberculata

Cribinopsis crassa

Epizoanthus sp.

Eunicella cavolini

Eunicella singularis

Gerardia savaglia

Hoplangia durotrix

Leptogorgia sarmentosa

Leptopsammia pruvoti

Maasella edwardski

Madracis phaerensis

Nemertesia sp.

Parazoanthus axinellae

Pelagia noctiluca

Pennatula rubra

Phyllangia mouchezii

Polycyathus muelleriae

Pteroides griseum

Sertularella sp.

Sertularia perpusilla

Veretillum cynomorium

Cténophores

Bolinopsis vitrea

Vers

Filograna implexa

Protula intestinum

Protula tubularia

Prostheceraeus sp.

Pseudoceros maximus

Sabella pavonina

Sabella spallanzani

Serpula vermicularis

Mollusques

Antalis vulgaris

Aplysia punctata

Aplysia depilans

Arca noae

Bolinus brandaris

Cancellaria canceolata

Cerithium rupestre

Charonia sp.

Chlamys sp.

Dendropoma petraeum

Discodoris atromaculata (= *Peltodoris atromaculata*)

*Erosaria spurca**

Fasciolaria lignaria

Haliotis tuberculata lamellosa

Hexaplex trunculus

Hypselodoris sp.

Lima lima

Lithophaga lithophaga

Neosimnia spelta

Mitra corniculata

Octopus vulgaris

Osilinus articulatus

Osilinus turbinatus

Patella coerulea

Patella ferruginea

Patella rustica

Patella ulyssiponensis

Phalium undulatum

Pinna nobilis

Pinna rudis

Pleurobranchus testudinarius

Sepia officinalis

Serpulorbis arenaria

Spondylus gaederopus

Stramonita haemostoma

Tonna galea

Tritonia sp.

Umbraculum mediterraneum.

Crustacés

Calcinus tubularis

Clibanarius erythropus

Chthamalus stellatus

Dardanus calidus

Eriphia verrucosa

Euraphia depressa

Homola sp.

Inachus phalangium

Ligia italica

Pachygrapsus marmoratus

Pagurus anachoretus

Percnon gibbesi

Periclimenes amethysteus

Periclimenes scriptus

Scyllarides latus

Bryozoaires

Adeonella calvetti

Bugula sp.

Hornera sp.

Crisia sp.

Hornera cf. *lichenoides*

Lichenopora sp.

Myriapora truncata

Pentapora foliacea

Porella cervicornis

Sertella septentrionalis

Schyzomavella sp.

Reptadeonella sp.

Sertella septentrionalis

Echinodermes

Antedon mediterranea

Arbacia lixula

Centrostephanus longispinus

Echinaster sepositus
Echinocardium mediterraneum
Hacelia attenuata
Holothuria sanctori
Holothuria tubulosa
Luidia ciliaris
Marthasterias glacialis
Ophiaster ophidianus
Ophioderma longicaudum
Paracentrotus lividus
Spatangus purpureus
Sphaerechinus granularis
Stylocidaris affinis

Ascidies

Aplidium albicans
Aplidium elegans
Aplidium tabarquensis
Clavelina dellavallei
Clavelina lepadiformis
Clavelina nana
Didemnidae sp.
Didemnum lahillei
Halocynthia papillosa
Phallusia fumigata
Polycitori sp.
Polysyncraton bilobatum
Polysyncraton lacazei
Pseudodistoma cyrnusense
Ropalaea neapolitana
Synoicum blochmanni

Tuniciers

Thalia democratica

VERTEBRES

Poissons

Anthias anthias

Apogon imberbis

Ariosoma balearicum

Boops boops

Chromis chromis

Coris julis

Dactylopterus volitans

Dasyatis pastinaca

Dasyatis violacea

Dentex dentex

Dentex gibbosus

Diplodus annularis

Diplodus cervinus

Diplodus puntazzo

Diplodus sargus

Diplodus vulgaris

Echelus myrus

Epinephelus caninus

Epinephelus costae

Epinephelus marginatus

Facciolella oxyrhyncha

Labrus merula

Labrus viridis

Lepadogaster candollei

Lichia amia

Lithognathus mormyrus

Liza aurata

Microchirus ocellatus

Mullus surmuletus

Muraena helena

Mycteroperca rubra

Myliobatis aquila

Odondebuenia ?

Oblada melanura

Pagellus acarne

Pagellus erythrinus

Pagrus pagrus

Pagrus auriga

Parablennius pilicornis

Parablennius zvonimiri

Pegusa theophilus

Phycis phycis

Sarpa salpa

Scarus cretensis

Scorpaena notata

Scorpaena porcus

Scorpaena scrofa

Sciaena umbra

Seriola dumerilii

Serranus cabrilla

Serranus hepatus

Serranus scriba

Sparisoma cretense

Sparus aurata

Sphyraena sphyraena

Spicara maena

Spicara smaris

Spondilosoma cantharus

Symphodus cinereus

Symphodus doderleini

Symphodus mediterraneus.

Symphodus melanocercus

Symphodus ocellatus

Symphodus roissali

Symphodus rostratus

Symphodus tinca

Synodus saurus

Taenuira grabata

Thalassoma pavo

Torpedo marmorata

Trachinus draco

Tripterygion minor

Uranoscopus scaber

Xyrichthys novacula

Zeus faber

Mammifères marins

Tursiops truncatus

VIII. CONCLUSION

L'île de Zembra présente une côte fortement accidentée, les falaises terrestres prennent des dimensions de cathédrale sous la surface. Elle est entourée de deux îlots : le Lamparo (Nord-Ouest) et la Cathédrale (Sud-Ouest).

Les fonds sous-marins de l'Archipel de Zembra présentent un nombre important de paysages et d'espèces d'intérêt biologique. Le territoire exploré durant notre mission en 2010 regroupe ainsi 12 habitats dont la répartition a été cartographiée à l'échelle 1/5000ème

L'Est du Capo grosso, le Lamparo et le Sud-Ouest de l'île (la Cathédrale) sont des secteurs de très forte valeur écologique. Ils présentent des falaises sous-marines profondes leur conférant un intérêt paysager indéniable. Une grande variété d'habitats associés à la roche est présente comme le coralligène avec des enclaves de surface, des faciès à gorgones, à *Astroïdes calycularis*, des grottes sous marines, des associations à *Cystoseira* spp. etc. Une grande variété d'invertébrés protégés y est observée. Le Lamparo en particulier, constitue sans doute l'un des plus beaux sites de plongée à l'échelle de la Méditerranée.

L'habitat prioritaire «Herbier à posidonies» semble être dans un bon état de conservation car il présente globalement des densités élevées, une bonne vitalité et aucune trace de dégradation, au Sud comme à l'Est de l'île. Il importe de noter la présence d'un récif barrière sur lequel le petit port de Zembra a été construit. Cette formation, particulièrement rare, confère une haute valeur patrimoniale à l'île.

Nous notons que l'ensemble des habitats est bien préservé. Les seules traces de dégradation observées sont des filets de pêche perdus au Sud-Ouest de Zembra sur la roche et le sable et au Nord-Est dans le coralligène. Au Lamparo nous avons également vu une concentration très importante de bouteilles en plastique.

L'intérêt patrimonial du site est très important puisque de nombreuses espèces remarquables sont observées comme les gorgones (*Lophogorgia ceratophyta*, *Eunicella singularis*), les madréporaires *Astroïdes calycularis*, les grandes nacres (*Pinna nobilis*), les oursins diadèmes (*Centrostephanus longispinus*), la cymodocée (*Cymodocea nodosa*), les grandes cigales de mer (*Scyllarides latus*), les corbs (*Sciaena umbra*) etc. Les grandes espèces de poissons d'intérêt comme les mérours *Epinephelus marginatus*, *Mycteroperca rubra*, et les dentis (*Dentex dentex*) sont fréquemment rencontrés. Ce sont ainsi plus d'une quinzaine d'espèces listées dans les annexes II et/ou III du Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (1995) qui sont observées à Zembra. Par ailleurs, située sur la voie de migration médiane entre la Tunisie et le canal de Sicile, Zembra accueille également plus de 25 000 couples d'oiseaux migrateurs qui nichent dans les falaises rocheuses ; la population de puffins cendrés (*Calonectris diomedea*) y est remarquable. Enfin les grands dauphins (*Tursiops truncatus*) fréquentent les zones entourant l'île.

Toutes ces remarques montrent bien que les fonds marins du parc national de Zembra sont riches et variés, qu'ils restent fragiles aux pressions qui peuvent s'exercer comme la pêche (des signes de l'existence de pratiques de pêche sont observés comme les filets) et qu'il convient de préserver ce patrimoine Tunisien remarquable.

Par la suite il conviendrait de réaliser des inventaires du supra- et du médiolittoral, et notamment un suivi des algues telles que *Corallina elongata*, *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, *Lithophyllum byssoides* (=L. *lichenoides*), *Ulva* sp. En effet, ces algues sont d'excellents indicateurs de l'état

écologique des eaux de surface car elles sont exposées aux pollutions de surface et elles intègrent rapidement les effets d'une exposition sur le long terme à ces polluants.

Un suivi de la limite inférieure de l'herbier à posidonies serait une étude intéressante à mener, par exemple par télémétrie acoustique. La télémétrie est une méthode innovante qui permet de réaliser des micro-cartographies de l'herbier à l'échelle 1/50^{ème} et d'en suivre leur évolution (progression, régression, stabilisation).

Une autre perspective de l'étude serait de réaliser un comptage ichtyologique précis par stations afin de connaître la richesse spécifique, l'abondance et d'estimer la biomasse des espèces. Ces données pourraient être comparées à celles récoltées en 2004 par Limam *et al.*

Le suivi de l'évolution de la colonisation par les espèces invasives et notamment *Caulerpa taxifolia* qui n'avait encore jamais été observée à Zembra avant notre mission devrait être intégré aux objectifs des prochaines missions conduites sur le milieu marin. Enfin, bien que cela dépasse notre domaine de compétence, la zone sud est de l'île paraît être riche en vestiges archéologiques (morceaux d'amphores, ancres antiques).

IX. BIBLIOGRAPHIE

Elkrwe H.M., Elhawaj H.M., Galil B.S., Abdallah A.B. 2008. The first record of *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Plagusiidae) from the southern rim of the Mediterranean. Aquatic invasions. 3: 243-245.

Garcia L., Reviriego B. 2000. Presència del cranc subtropical *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) a les Illes Balears,. Primera cita a la Mediterrània occidental. Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears. 43 :81-89.

Limam A. et al. 2004. Projet régional pour le développement d'aires protégées marines et côtières dans la région Méditerranéenne (Projet MedMPA). Activité MP3 : Elaboration du plan de gestion de la partie marine du parc national de Zembra et Zembretta. Rapport global des travaux de prospection marine. 115p.

Mori M., Vacchi M. 2002. On a new occurrence of the alien flat crab, *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards), in the southern Sicily (Central Mediterranean Sea) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae). Annali del Museo Civico di Storia Naturale "Giacomo Doria". 114:295-302.

Pastor J. et Francour P. 2010. Occurrence and distribution range of *Parablennius pilicornis* (Actinopterygii: Perciformes: Bmenniidae) along the French Mediterranean coast. Acta ichthyologica et piscatorial. 40 (2): 179-185.