

ÉTAT DES LIEUX ÉCOLOGIQUE DE
L'AIRE MARINE ÉDUCATIVE DE MONACO

2019



AIRE MARINE ÉDUCATIVE
MONACO



THALASSA
Marine research & Environmental awareness



Principauté de Monaco

Rapport sur l'état des lieux écologique de l'aire marine éducative de Monaco

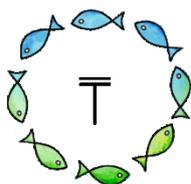
2019

Rapport réalisé par

THALASSA Marine research & Environmental awareness
17 rue Gutenberg 06000 Nice, FRANCE

www.thalassa-env.com

thalassa.env@gmail.com



THALASSA
Marine research & Environmental awareness

Sur demande de

L'Association Monégasque pour la Protection de la Nature
14 quai Antoine 1er
MC 98000 MONACO

www.ampn-nature-monaco.com

ampn.monaco@gmail.com



Pour toute utilisation ce rapport devra être cité sous la forme :

Pey A. & Ventura P., 2019. Rapport sur l'état des lieux écologique de l'aire marine éducative de Monaco 2019. THALASSA Marine research & Environmental awareness publ. Fr. 124 pp.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement :

- *L'AMPN pour la confiance qu'elle nous a accordée en nous chargeant de réaliser cet état des lieux et pour la mise à disposition de ses moyens à la mer ; Madame Jacqueline Gautier-Debernardi, Directeur de l'AMPN, pour ses conseils, son investissement et son aide afin de recueillir les données ;*
- *Le Professeur Patrice Francour, Directeur-adjoint du laboratoire ECOSEAS (ex-ECOMERS) pour ses conseils et le partage de ses données scientifiques ;*
- *Le Docteur Heike Molenaar, référent scientifique de l'AME pour son aide lors de la collecte de données en plongée sous-marine ;*
- *Monsieur Stéphane Jamme, Aquanaute Expertise, pour son appui logistique et la mise à disposition de ses photographies ;*
- *Madame Béatrice Momeux-Salati, enseignante en charge des « générations 1 et 2 » de l'AME.*

Nous tenons également à remercier Monsieur Stephan Dompé, membre du CA de l'AMPN et moniteur au CESMM, pour l'organisation de la plongée sous la digue semi-flottante, Monsieur Pierre Frolla (CSAPM), Monsieur Denis Chaboud (CESMM).

Enfin, nous remercions Le Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme ; La Direction des Affaires Maritimes ; La Direction de l'Environnement ; Le Département de l'Intérieur ; La Division de Police Maritime et Aéroportuaire ; Le Musée océanographique de Monaco ; La Société Monégasque d'Assainissement ; La SAM Anse du Portier ; La Société d'Exploitation des Ports de Monaco ; Monsieur David Gamba Président de la Fédération de pêche en mer de Monaco ; Monsieur François Morisseau de l'Agence française pour la biodiversité.

Table des matières

Remerciements.....	4
Table des matières.....	5
Liste des figures	7
Liste des tableaux	9
1. Présentation du projet de l'Aire Marine Educative de Monaco.....	10
1.1 Origine du concept aux îles Marquises, Polynésie Française	10
1.2 Développement du concept en France métropolitaine et en Outre-mer	10
1.3 Le label « Aire marine éducative » en France métropolitaine et en Outre-mer	10
1.4 Développement du concept à l'international.....	11
2. Objectif de l'état des lieux écologique	12
3. Description de l'AME de Monaco	12
4. Quelques espèces remarquables présentes dans l'AME.....	14
4.1 Le mérrou brun <i>Epinephelus marginatus</i>	14
4.2 Le corb <i>Sciaena umbra</i>	17
4.3 <i>Lithophyllum byssoides</i>	19
4.4 Les algues brunes du genre <i>Cystoseira</i>	21
4.5 Le codium boule <i>Codium bursa</i>	23
5. Peuplements de poissons à Monaco et dans l'AME.....	24
5.1 Inventaires dans les eaux monégasques	24
5.2 Comparaison avec d'autres inventaires	25
5.3 État des peuplements de poissons dans l'AME	26
6. Principaux habitats présents dans l'AME	30
6.1 Les habitats marins cartographiés en 2010.....	30
6.2 Les macroalgues de l'étage infralittoral de l'AME.....	31
6.3 Habitats artificiels de l'AME.....	36
6.3.1 Le Solarium	36
6.3.2 Digue semi-flottante.....	38
6.3.3 L'épave du Toulonnais	44
7. Espèces non-indigènes présentes dans l'AME et son voisinage.....	52
7.1 <i>Percnon gibbesi</i>	52
7.2 <i>Ganonema farinosum</i>	53
7.3 Les Caulerpes	55
7.3.1 <i>Caulerpa cylindracea</i>	55

7.3.2 <i>Caulerpa taxifolia</i>	58
7.5 <i>Fistularia commersonii</i>	60
8. Informations sur la qualité des eaux de l'AME.....	62
8.1 Évaluation de la qualité écologique des eaux de l'AME.....	62
8.1.1 Détails de la méthode CARLIT.....	62
8.1.2 Résultats obtenus pour les eaux de l'AME.....	65
8.2 Qualité des eaux de baignade.....	69
8.2.1 Paramètres microbiologiques.....	70
8.2.2 Paramètres physico-chimiques.....	71
9. Pressions physiques et impacts associés.....	73
9.1 Pêche.....	73
9.1.1 Réglementation générale.....	73
9.1.2 Pêche artisanale.....	76
9.1.2 Pêche loisir (ou récréative).....	78
9.1.3 Pêche sous-marine.....	82
9.2 Plongée sous-marine.....	84
9.2.1 Fréquentation de l'épave du Toulonnais.....	84
9.2.1 Impact de la plongée sous-marine.....	85
9.3 Rejets en mer.....	86
9.3.1 Rejets d'eau de mer du Musée océanographique.....	86
9.3.2 Les avaloirs d'eau de pluie et poubelles présents au niveau de l'AME ; Le protocole de nettoyage.	90
9.4 Activités balnéaires et nautiques.....	94
9.5 Grande plaisance.....	96
9.6 Plan d'eau et feux d'artifice.....	97
10. Richesses terrestres.....	99
Liste des références.....	102
ANNEXE 1 : Sanctuaire PELAGOS.....	106
ANNEXE 2 : Inventaire Poissons de Dufour et al. (2007).....	119

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de l'aire marine éducative de Monaco (délimitée en bleu).	13
Figure 2 : Photographies de 2 mérours bruns <i>Epinephelus marginatus</i> à l'âge adulte.	14
Figure 3 : Corbs <i>Sciaena umbra</i> adultes vivant en groupe ou isolés	17
Figure 4 : Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i> dans la Réserve Naturelle de Scandola, Corse (France)	19
Figure 5 : Présence de <i>Lithophyllum byssoides</i> dans le périmètre de l'AME (Août 2019).	20
Figure 6 : Blocs rocheux avec colonies de <i>Lithophyllum byssoides</i> du projet d'extension en mer.	20
Figure 7 : Forêts de Cystoseires.....	22
Figure 8 : Restauration écologique de <i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i>	23
Figure 9 : Peuplements de <i>Codium bursa</i> sous le Musée océanographique.	23
Figure 10 : Diversité taxinomique moyenne (AvTD) calculée pour les différents espaces protégés étudiés.	26
Figure 11 : Cartographie et caractérisation des fonds marins de la Principauté de Monaco (Dalias et Sialelli, 2010).....	30
Figure 12 : Localisations des 6 sites d'études des communautés benthiques (algues et invertébrés).....	31
Figure 13 : Exemple de quadrat pour l'analyse du benthos devant le Musée océanographique.	32
Figure 14 : Les proportions des couvertures benthiques pour chaque espèce ou groupes taxinomiques identifiés au sein de 3 secteurs de l'AME.....	34
Figure 15 : 3 types d'habitats des récifs rocheux subtidaux du Nord-Ouest de la Méditerranée.	35
Figure 16 : Photographies du Solarium.	37
Figure 17 : Densité des balanes, moules, patelles et tomates de mer au Solarium.....	38
Figure 18 : Photographies du coralligène colonisant les chaînes Sud de la digue semi-flottante.	39
Figure 19 : Suite des photographies du coralligène colonisant les chaînes Sud de la digue semi-flottante.....	40
Figure 20 : Photographies du plafond situé sous la digue semi-flottante.....	42
Figure 21 : Suite des photographies du plafond situé sous la digue semi-flottante.	43
Figure 22 : Epave du Toulonnais immergée au pied du Musée océanographique de Monaco.	44
Figure 23 : Photographie des coffres d'amarrage du Toulonnais.....	45
Figure 24 : Recensement visuel des peuplements de poissons au Toulonnais réalisé par THALASSA.	45
Figure 25 : Premiers stades de colonisation d'un habitat à coralligène à l'intérieur de la cabine du Toulonnais. .	48
Figure 26 : Photographies du Toulonnais.....	49
Figure 27 : Photographies des serpulidés présents sur le Toulonnais.	50
Figure 28 : Bryozoaire et serpulidés présents au niveau de l'hélice en juillet 2019.	51
Figure 29 : <i>Percnon gibbesi</i> , Linosa, Sicile (Italie) (©Wikimedia)	52
Figure 30 : <i>Ganonema farinosum</i> , sous le Musée océanographique de Monaco.....	54
Figure 31 : Structures observables chez <i>Caulerpa taxifolia</i> et <i>C. cylindracea</i>	55
Figure 32 : <i>Caulerpa cylindracea</i> dans le Parc National de Port-Cros.	56
Figure 33 : Evolution de la surface de côtes françaises concernées par <i>Caulerpa cylindracea</i>	57
Figure 34 : <i>Caulerpa taxifolia</i> près d'un herbier de <i>Posidonia oceanica</i> (Saint-Jean-Cap-Ferrat).	58
Figure 35 : Situation de l'extension de <i>Caulerpa taxifolia</i> au 31 décembre 2007.....	59
Figure 36 : <i>Fistularia commersonii</i> observé dans l'aire marine protégée de Kaş-Kekova (Turquie).	60
Figure 37 : Observations cumulées de <i>Fistularia commersonii</i> en Méditerranée de 2000 à 2011 (Azzuro et al., 2013).....	61
Figure 38 : Illustration des Espèces et communautés considérées dans la méthode CARLIT.....	64
Figure 39 : Cartographies des communautés benthiques le long du littoral de l'AME.	66
Figure 40 : Cartographie des espèces ou communautés présentes dans la masse d'eau.	68

Figure 41 : Cartographie des 5 zones homogènes pour l'analyse de la qualité des eaux de baignade à Monaco.	69
Figure 42 : Rapport de la qualité de l'eau prélevée à la plage des Pêcheurs le 26 août 2019 et affiché en haut de l'escalier d'accès à la plage.....	70
Figure 43 : Cartographie des différents types de réglementations pour le mouillage, la navigation, la pêche et la chasse sous-marine dans les eaux monégasques.....	73
Figure 44 : Bouée signalisant la présence d'un filet et le bateau Dédé d'Eric Rinaldi.....	77
Figure 45 : Palangrotte et tailles d'hameçons.	79
Figure 46 : Pollution par des lignes de pêches sous la grande digue semi-flottante du Port Hercule.	81
Figure 47 : Carte relative à l'article Article O. 244-21 autorisant la chasse sous-marine entre la pointe Saint-Martin et l'enracinement de la digue Rainier III à 100 m maximum du rivage (zone rouge).	83
Figure 48 : Bulle d'air emprisonnant une colonie d' <i>Haliclona mediterranea</i> et les anémones bijoux <i>Corynactis viridis</i> sous la digue semi-flottante.	85
Figure 49 : Schéma de principe des circuits d'eau au Musée océanographique.	87
Figure 50 : Photographie des canalisations d'eau de mer du Musée océanographique.	87
Figure 51 : Rejets d'eau situés de part et d'autre du Musée océanographique de Monaco.....	88
Figure 52 : Photographies des communautés benthiques à partir du rejet Est jusqu'à une dizaine de mètres vers le parking des Pêcheurs.....	89
Figure 53 : Carte des différentes zones du littoral de l'AME et à proximité dans lesquelles les installations de types poubelles et avaloirs ont été recensées.	90
Figure 54 : Photographies des différents types d'avaloirs, poubelles et autre installations présents le long du littoral de l'AME ainsi qu'à proximité.	93
Figure 55 : Signalétiques pouvant sensibiliser les usagers du littoral à la protection du milieu marin.	94
Figure 56 : Activités balnéaires au sein de l'AME (plage des Pêcheurs et Solarium).	95
Figure 57 : Signalisation du bord de mer.....	95
Figure 58 : Bateau de croisière accosté au quai du port Hercule (© Patrice Francour).	96
Figure 59 : Exemple de débris plastiques retrouvés sur le plan d'eau de l'AME en juillet 2019.....	98
Figure 60 : Un scooter des mers procédant au nettoyage en surface de l'AME durant la saison estivale.	98
Figure 61 : Photographies du faucon pèlerin <i>Falco peregrinus</i> et du cormoran huppé de Méditerranée (<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>).	99
Figure 62 : Photographies du Goeland Leucophée <i>Larus michahellis</i> dans l'AME.....	100
Figure 63 : Nivéole de Nice <i>Acis nicaeensis</i>	101

Liste des tableaux

Tableau 1 : Évolution du nombre de mérus brun <i>Epinephelus marginatus</i> par classe de taille.	16
Tableau 2 : Liste des espèces ciblées par la méthode FAST et le résultat du Parking des Pêcheurs de juin 2019.	27
Tableau 3 : Référentiel d'interprétation pour les 5 indices FAST calculés.	28
Tableau 4 : Indices calculés et classement de l'état écologique des peuplements de poissons au sein de l'AME.	28
Tableau 5 : Valeurs d'occurrence moyennées sur l'ensemble des comptages FAST de l'AME.	29
Tableau 6 : Liste des espèces et groupes taxonomiques caractérisant les communautés benthiques présentes dans l'AME.	33
Tableau 7 : Pourcentages de couverture (moyennes \pm erreur type) des communautés benthiques.	33
Tableau 8 : Données issues du recensement visuel des communautés de poissons autour de l'épave du Toulonnais réalisé le 5 juillet 2019.	46
Tableau 9 : Niveaux de sensibilité des communautés utilisées dans la méthode CARLIT le long des côtes françaises continentales de Méditerranée.	63
Tableau 10 : EQ de référence calculé pour chaque type morphologique de la côte (Thibaut et al. 2010).	65
Tableau 11 : EQR et statut écologique.	65
Tableau 12 : Le pourcentage de côte occupée par chaque espèce ou communautés observées dans les masses d'eau de l'AME.	67
Tableau 13 : Valeurs seuils bactériologiques de qualité des eaux de baignade.	71
Tableau 14 : Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur de 2012 à 2016.	71
Tableau 15 : Valeurs seuils des paramètres visuels pour la qualité des eaux de baignade.	71
Tableau 16 : Synthèse annuelle de la qualité des eaux de baignade pour les paramètres visuels en fonction des valeurs seuils de la réglementation de 2012 à 2016.	72
Tableau 17 : Recensement des installations de types avaloirs et poubelles réalisé en septembre 2019 par l'AMPN le long du littoral de l'AME ainsi qu'à proximité.	91
Tableau 18 : Statistiques sur l'accueil des bateaux de croisières à quai entre 2012 et 2018 (SEPM).	97

1. Présentation du projet de l'Aire Marine Educative de Monaco

1.1 Origine du concept aux îles Marquises, Polynésie Française

Une aire marine éducative (AME) est “une zone maritime littorale de petite taille qui est gérée de manière participative par les élèves d'une école primaire suivant des principes définis par une charte.” Les enfants de l'école primaire Vaitahu, dans l'île de Tahuata, aux îles Marquises sont à l'origine de ce nouveau concept, développé en 2012, avec la collaboration de la Fédération culturelle et environnementale des Marquises Motuhaka et de l'ex-agence des aires marines protégées.

1.2 Développement du concept en France métropolitaine et en Outre-mer

En 2015, lors de la COP 21 à Paris, un accord est signé entre la Ministre de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, Madame Ségolène Royal, et le Président du gouvernement de la Polynésie française, Monsieur Edourad Fritch, pour renforcer le réseau polynésien des aires marines éducatives et étendre la démarche à l'échelle nationale.

En 2016 est créé en France un Comité de pilotage interministériel auquel participent les Ministères de l'Environnement, de l'Education et des Outre-Mer ainsi que l'Agence française pour la biodiversité. Parallèlement est lancée une phase pilote de 8 aires marines éducatives en France métropolitaine et en Outre-mer pour l'année scolaire 2016-2017.

En 2017, 50 nouveaux projets d'AME sont proposés pour l'année scolaire 2017-2018.

En 2018, 40 nouveaux projets sont proposés pour l'année scolaire 2018-2019.

En 2019, 50 nouveaux projets sont proposés pour l'année scolaire 2019-2020.

Soit actuellement un nombre total de 150 AME en France métropolitaine et en Outre-mer montrant ainsi l'immense valeur de ce projet pédagogique et écocitoyen.

Face au succès grandissant des AME, le concept d'aire terrestre éducative a été créé afin de favoriser l'éducation à l'environnement pour les élèves géographiquement éloignés du littoral maritime. L'Agence française pour la biodiversité a adapté le dispositif d'AME aux milieux terrestres et lancé un programme national pilote au cours de l'année scolaire 2018-2019 avec la création de 5 aires terrestres éducatives en France métropolitaine et en Outre-mer.

1.3 Le label « Aire marine éducative » en France métropolitaine et en Outre-mer

Afin de reconnaître et mettre en valeur l'engagement des écoles, le label « Aire marine éducative » est décerné chaque année aux écoles qui s'engagent dans ce processus de gestion participative du milieu marin.

Trois axes structurent ce label :

- Connaître la mer : acquisition de connaissances sur le milieu marin ;
- Vivre la mer : rencontrer des professionnels de la mer et permettre la transmission des savoirs entre les générations ;
- Gérer la mer : proposer des mesures de gestion et organiser un suivi de la zone « aire marine éducative »

Ce label nécessite de respecter une charte et un cahier des charges :

- Proposer une baie ou une zone littorale maritime proche de l'établissement
- Identifier un référent qui assistera l'enseignant pour les activités réalisées dans le cadre de l'AME
- Mettre en place un conseil de la mer des enfants incluant si besoin divers acteurs de la mer pour discuter des actions à mettre en place
- Avoir reçu un avis favorable de la commune concernée
- Etablir un état écologique de référence de la zone choisie impliquant les enfants en collaboration avec les scientifiques

1.4 Développement du concept à l'international

La démarche d'aire marine éducative a été présentée lors de nombreux événements et notamment à l'occasion des congrès internationaux des aires marines protégées, IMPAC 3 en 2013 à Marseille et IMPAC 4 en 2017 à la Serena (Chili).

C'est en 2017, lors du congrès IMPAC 4 auquel participait la Directrice de l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature (AMPN), gestionnaire des aires marines protégées de Monaco, que naît le désir de créer une aire marine éducative à Monaco.

Le lancement de l'AME de Monaco a eu lieu au cours de l'année scolaire 2018-2019 avec les élèves de la classe de CM2 de l'Ecole des Révoires. Il s'agit de la première aire marine éducative « internationale » en méditerranée.

L'AMPN, en tant que porteur du projet d'AME, veille à respecter le modèle mis en place par la Polynésie française en collaboration avec l'Agence française pour la biodiversité. Toutefois, compte tenu de l'exiguïté du territoire et de l'impossibilité de créer plusieurs AME, il sera sans doute nécessaire d'envisager un passage de relais entre les différents établissements scolaires afin que chacun participe au projet au cours du temps.

Le respect du modèle originel par la Principauté de Monaco facilitera la possibilité d'obtenir un label dès lors que la notion de « label international aire marine éducative » aura été mise en place. L'Agence française pour la biodiversité a informé l'AMPN que le processus de labellisation internationale sera prochainement étudié.

2. Objectif de l'état des lieux écologique

L'établissement d'un état des lieux écologique de référence fait partie du cahier des charges pour la mise en place d'une aire marine éducative. Cette étude permet d'identifier et de caractériser les habitats et espèces d'intérêt écologique présents dans le périmètre de l'AME, ainsi que d'identifier les facteurs qui peuvent potentiellement interférer avec le bon état écologique de l'AME. Les élèves, en collaboration avec les scientifiques, auront la possibilité de mieux appréhender les espèces à protéger dans leur AME et pourront établir des suivis et des mesures de protection.

3. Description de l'AME de Monaco

L'aire marine éducative de Monaco est localisée entre le Port de Fontvieille et le Port Hercule (Fig. 1). Elle s'étend de l'extrémité du solarium à l'Est jusqu'aux falaises des jardins Saint-Martin à l'Ouest. Son périmètre couvre environ 680 mètres de linéaire côtier et s'étend jusqu'à environ 200 à 250m vers le large. Toutefois, le périmètre actuellement identifié nécessitera une réflexion plus approfondie afin d'en clarifier les limites à l'Est comme à l'Ouest ainsi que vers le large. Cette réflexion pourra être menée par les élèves au vu des résultats exposés dans l'état des lieux écologique et proposée ensuite au Gouvernement princier.

Les eaux territoriales de la Principauté de Monaco se trouvent au cœur du Sanctuaire Pelagos. L'aire marine éducative est donc intégralement située à l'intérieur du Sanctuaire. Le Sanctuaire est un espace maritime de 87 500 km² faisant l'objet d'un Accord entre l'Italie, Monaco et la France pour la protection des mammifères marins qui le fréquentent. En 2001, le Sanctuaire a été inscrit sur la liste des ASPIM (Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne) du Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité biologique de la Convention de Barcelone. Ce statut confère au Sanctuaire une reconnaissance des 21 pays riverains de la Méditerranée en tant qu'Aire Marine Protégée (pour plus de détails voir Annexe 1). Concernant l'AME, des dauphins ont déjà été observés en périphérie de l'AME (notamment juste à la sortie du port de Fontvieille).



Figure 1 : Localisation de l'aire marine éducative de Monaco (délimitée en bleu).

La richesse du site, tant au niveau terrestre (littoral) que marin, semble idéale pour aborder les notions de diversité d'habitats, de diversité écosystémique et biologique. Par ailleurs, il convient de montrer l'opposition entre les milieux naturels et anthropisés ou fortement remodelés par l'Homme afin de sensibiliser les enfants à la gestion de l'environnement. Le périmètre de l'AME, même s'il n'est pas encore clairement délimité, a été défini en tenant compte de ces oppositions. En effet, il comprend à la fois le secteur de la plage des Pêcheurs, dernière zone naturelle de la côte monégasque sans perturbation par l'Homme, mais également des zones artificielles ou remodelées. L'AME peut ainsi être divisée en quatre secteurs distincts :

- Secteur **Musée océanographique** qui représente des fonds rocheux naturels en surface colonisés par différentes espèces d'algues
- Secteur **Parking des Pêcheurs** qui représente des fonds de gros blocs en mer, immergés depuis de très nombreuses années.
- Secteur **Plage des Pêcheurs** qui présente des petits fonds de galets naturels et des zones rocheuses naturelles.
- Secteur **Solarium** qui représente des fonds artificiels plus récents.

4. Quelques espèces remarquables présentes dans l'AME

Malgré une urbanisation quasi-totale du littoral, les eaux monégasques cachent une biodiversité marine étonnante et accueillent des espèces remarquables dont certaines à haute valeur patrimoniale. La richesse des fonds monégasques s'explique par les efforts de protection déployés depuis de nombreuses années par la Principauté de Monaco. Témoins de ces efforts, les deux aires marines protégées (AMP) créées et gérées par l'AMPN à la demande de S.A.S. le Prince Rainier III et fortement soutenues aujourd'hui par S.A.S. le Prince Albert II de Monaco :

- L'AMP du Larvotto, d'une superficie de 33 hectares, créée en 1976 pour préserver l'herbier de posidonies ;
- L'AMP du tombant des Spélugues, d'une superficie de 2 hectares, créée en 1986, afin de protéger l'unique tombant coralligène de la Principauté.

4.1 Le mérou brun *Epinephelus marginatus*

Le mérou brun, *Epinephelus marginatus* (Fig. 2), est une espèce emblématique de la Méditerranée. Il vit principalement sur les fonds rocheux riches en cavités (Harmelin et Harmelin-Vivien, 1999). Ses caractéristiques biologiques le rendent vulnérable aux pressions de la pêche (Lembo et al., 1999 ; Hackradt et al., 2014) :

- son habitat : peu profond, accessible et fréquenté par les activités humaines ;
- son comportement : fidèle à un site, calme, curieux et placide ;
- son comportement reproductif : âge de reproduction tardif, hermaphrodisme successif, dépendance à la densité d'individus ;
- son recrutement : peu abondant avec peu de juvéniles ;
- sa croissance particulièrement lente ;
- sa structure démographique : faible renouvellement des populations.

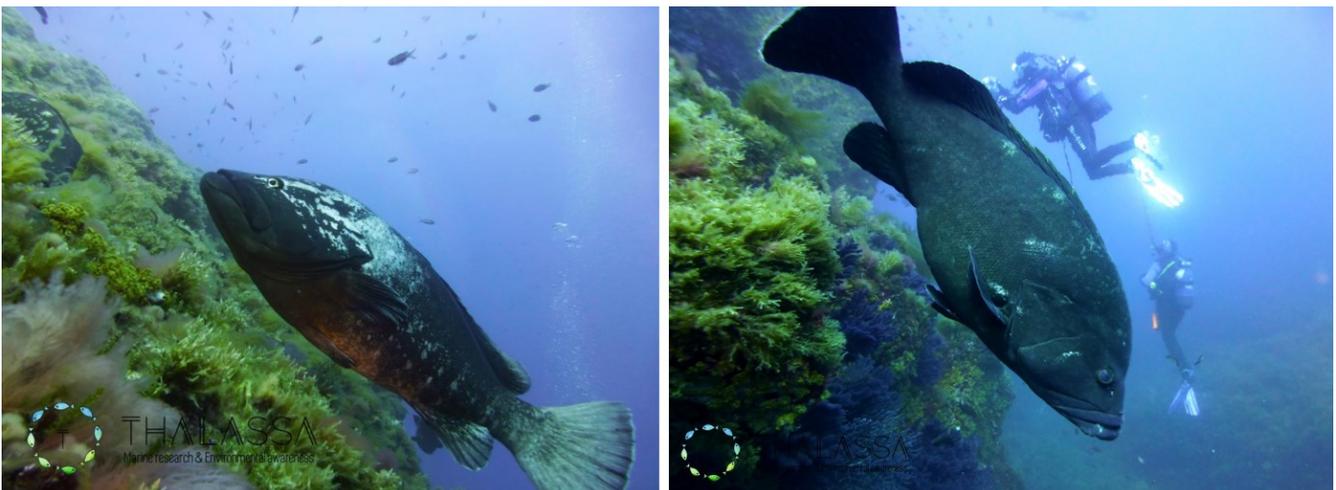


Figure 2 : Photographies de 2 mérous bruns *Epinephelus marginatus* à l'âge adulte.

En conséquence, cette espèce a été confrontée à un déclin en Méditerranée et a été classée comme « espèce en danger » par l'UICN et incluse dans la liste des organismes marins nécessitant des mesures de gestion spécifiques (Annexe 3 de la Convention de Berne).

Depuis 1993, en Méditerranée française, son prélèvement en pêche sous-marine a été interdit et plus récemment en 2002, cette interdiction a été étendue à la pêche à l'hameçon. En Méditerranée, les populations de mérou brun bénéficient de cette protection et sont en expansion notamment avec une augmentation des effectifs (Lenfant et al., 2003 ; Harmelin et al., 2007). En Principauté de Monaco, le mérou est protégé par une Ordonnance Souveraine (numéro 107779), en date du 29 janvier 1993, qui interdit sa chasse sous-marine et sa pêche. Une ordonnance du 14 février 2011 a renforcé et codifié ces dispositions au sein du Code de la Mer (ordonnance n°3.131 du 14 février 2011).

Depuis de nombreuses années, des inventaires des populations de mérous sont réalisés le long du littoral monégasque par le Groupe d'Etude du Mérou (GEM). Initiés par l'AMPN en 1995 dans le cadre de la gestion des AMP de Monaco (Francour, Gautier-Debernardi & Dompé, 2017), les inventaires du GEM sont désormais réalisés tous les 3 ans à la demande de la Direction de l'Environnement sur la zone de l'aire marine éducative, au sein de l'AMP du Larvotto, mais aussi à Cap d'Ail en collaboration avec la commune limitrophe. L'AMPN quant à elle effectue des inventaires annuels (zone de l'aire marine éducative et AMP du Larvotto) dans le cadre d'opérations de science participative avec l'aide des plongeurs du Club d'Exploration Sous-Marine de Monaco (CESMM). Ces suivis sont importants pour estimer l'efficacité des mesures de protection en Principauté.

Les premiers inventaires ont été réalisés en 1995 et 1997 le long du littoral monégasque, soit 2 et 4 années après la protection du mérou brun. Au total, ce sont 7 puis 12 mérous qui ont alors pu être observés à une profondeur comprise entre 5 et 40 m. Après 13 années de protection, un nouvel inventaire a été réalisé en 2006 à la demande de la Direction de l'Environnement et a pu démontrer l'utilité de ce type de protection puisque le peuplement de mérous a vu ses effectifs s'accroître considérablement. Plus de 80 individus ont été observés, de 20 à 110 cm, soit sept fois plus qu'en 1997 (Cottalorda & Francour, 2007) avec un rajeunissement des effectifs et donc l'observation de jeunes mérous (moins de 2 ans). Le secteur le plus riche était situé dans le périmètre de l'AME, entre le Musée océanographique et la rotule de la grande digue semi-flottante avec 28 mérous en 2006 (plus d'un tiers des individus observés ; 25 à 110 cm de longueur totale) (Tableau 1).

Ensuite, des inventaires ont été réalisés par le GEM en 2009, 2013, 2014 et 2018 révélant une augmentation progressive. Un inventaire a été réalisé par l'AMPN en juillet 2017 durant la saison chaude. Les comptages réalisés entre 4 et 30 m de profondeur ont pu mettre en évidence, entre le Musée et le Solarium, plus de 110 individus de mérou brun allant de 10 à 120 cm de longueur totale, pour une taille moyenne de 62 cm. Les effectifs sont en très nette augmentation, passant de 40 individus en moyenne entre 2006 et 2014 à plus de 110 en 2017 (Francour, Gautier-Debernardi & Dompé, 2017). Le dernier inventaire GEM a été réalisé en 2018, à la demande de la Direction de l'Environnement.

Tableau 1 : Évolution du nombre de mérour brun *Epinephelus marginatus* par classe de taille.

Comptages réalisés selon un protocole identique soit par le GEM (2006, 2009, 2013, 2014, octobre 2018), soit par l'AMPN et le CESMM (2017, juillet 2018) à Monaco, entre le Musée océanographique et le Solarium (périmètre de l'AME). Sources : rapport Francour, Gautier-Debernardi & Dompé, 2017 et Groupe d'Etude du Mérour (GEM).

Dates :	Oct. 2006	Oct. 2009	Oct. 2013	Oct. 2014	Juil. 2017	Juil. 2018	Oct. 2018
Tailles (cm)							
<20	0	0	0	0	9	8	-
20-39	3	6	10	4	13	23	-
40-59	6	13	16	2	31	35	-
60-79	12	17	10	9	29	27	-
80-99	4	11	9	12	22	23	-
>100	3	0	4	6	9	21	-
Total	28	47	49	33	113	137	45
Minimum	25	20	20	25	10	10	-
Maximum	110	90	120	110	120	120	-
Moyenne	69	64	62	78	62	60	-
Données :	GEM	GEM	GEM	GEM	AMPN / CESMM	AMPN / CESMM	GEM

Les inventaires réalisés au printemps par le GEM (octobre) révèlent une augmentation progressive des effectifs de mérour brun jusqu'à une stabilisation aux alentours de 45 individus entre le Musée océanographique et le Solarium. Les inventaires réalisés dans la même zone par l'AMPN et le CESMM pendant la saison estivale (juillet) ont permis de recenser 133 individus en 2017 et 137 individus en 2018 allant de 10 à 120 cm de longueur totale, pour une taille moyenne de 62 cm (Données Pr. Patrice Francour, AMPN). En avril 2015, lorsque la température de l'eau de surface était encore relativement froide (16°C), le Pr. Patrice Francour a réalisé un recensement entre le Solarium et le Musée océanographique qui a permis de comptabiliser seulement 12 mérours de 20 à 110 cm pour une taille moyenne de 62 cm.

Les différences marquées dans l'abondance de la population entre la saison chaude et froide sont un phénomène connu mais encore non expliqué. Ces changements de densité ont également été observés aux Îles Mèdes (Espagne) puisque la densité des mérours était faible en hiver et maximale en été, de la fin juin à la fin août (augmentation jusqu'à 8 fois) (Zabala et al., 1997). Harmelin and Harmelin-Vivien (1999) avancent plusieurs hypothèses sur le comportement des mérours pendant la saison froide. Cela correspond-il à une migration verticale vers des sites d'eaux profondes mal accessibles à l'observation directe ? Ou le mérour reste-t-il sur place caché en permanence dans des trous ? De nouvelles études doivent être menées pour comprendre le comportement et les habitudes de cette espèce durant la saison froide.

De plus, l'infection par la nodaviriose des mérours bruns est un paramètre important à prendre en considération pour expliquer l'élution des effectifs entre juillet et octobre 2018.

Dans la famille des Nodaviridae, les betanodavirus affectent majoritairement les poissons osseux. Chez une cinquantaine d'espèces de poissons (mérour, loup, daurade, sole...), les betanodavirus sont présents de manière latente sur des porteurs sains et peuvent provoquer une encéphalopathie et rétinoopathie virale. Ils sont fortement contagieux pour ces espèces (souvent des individus fragiles).

D'après le Pr. Patrice Francour du laboratoire ECOSEAS (Université de Nice) « une fois l'infection déclarée, un changement de couleur (plus clair ou plus sombre) est constaté ainsi qu'une perte du contrôle des mouvements et un gonflement de la vessie natatoire. En plus des atteintes oculaires, des lésions et blessures peuvent alors être observées chez ces individus en raison de leur déplacement erratique. Les poissons morts ou agonisants flottent généralement en surface (vessie natatoire gonflée), yeux abîmés, vitreux et peau en mauvais état. Certains sont encore vivants en surface. »

Entre septembre et octobre 2018, le Pr. Francour a recensé une dizaine de cas signalés à Monaco. Les mérours morts ou agonisants se laissant généralement entraîner par les courants de surface, il est fort probable que l'impact de ce virus sur la population de mérour à Monaco soit bien plus important que la dizaine de cas qui ont pu être signalés.

4.2 Le corb *Sciaena umbra*

Tout comme le mérour brun, le corb *Sciaena umbra* possède une attractivité et une vulnérabilité fortes. Ce poisson de couleur brun foncé possède des reflets métalliques ou dorés (Fig. 3). Il se rencontre classiquement dans les eaux côtières peu profondes où il vit le plus souvent en petits groupes sédentaires. Il privilégie des habitats tels que les fonds rocheux, sableux et les herbiers de posidonies. Durant la journée, ses abris privilégiés peuvent être des grottes, des crevasses ou à l'abri d'un rocher.



Figure 3 : Corbs *Sciaena umbra* adultes vivant en groupe ou isolés

Le corb est une espèce d'intérêt majeur qui possède des caractéristiques biologiques et écologiques particulières :

- Elle atteste, par sa présence, de la protection du milieu et constitue donc un bon indicateur pour les réserves marines ;
- C'est une espèce patrimoniale typique des fonds marins de Méditerranée, populaire auprès des plongeurs pour sa rareté, sa grâce, sa taille et son comportement : sédentaire et placide ;
- Sa relative rareté est principalement due à sa vulnérabilité aux différentes techniques de pêche du fait de son habitat peu profond, accessible et fréquenté.

A l'instar du mérou brun, les traits de vie du corb (longévité, croissance lente et haut niveau trophique), son habitat très accessible et son comportement (nage calme, comportement d'agrégation, accessibilité) l'ont rendu très vulnérable vis à vis de la chasse sous-marine et les populations du nord de la Méditerranée ont été considérablement réduites (Harmelin, 1991 ; Harmelin-Vivien et al., 2015). Ces éléments scientifiques ont poussé l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) à classer le corb comme espèce vulnérable. Il dispose aujourd'hui du même statut international que le mérou brun. Il figure à l'annexe III de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (convention de Berne, 1977) et à l'annexe III de la convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (convention de Barcelone). Le mérou et le corb possédant une haute valeur patrimoniale sont protégés et interdits de pêche en Principauté depuis janvier 1993. Ces deux espèces bénéficient également d'une protection en Méditerranée française, au travers de moratoires reconductibles tous les 10 ans pour le mérou, et tous les 5 ans pour le corb. Le moratoire pour le corb a été reconduit pour 5 ans jusqu'à fin 2023 par les autorités préfectorales françaises afin de poursuivre l'encadrement de sa pêche et sa chasse.

Des inventaires des populations de corbs ont été effectués depuis 1995 en parallèle de ceux mis en place pour le mérou brun. En 2017, les inventaires réalisés par l'AMPN dans le périmètre de l'AME, entre le Musée océanographique et le Solarium, ont permis d'observer 33 corbs au total (Francour, Gautier-Debernardi & Dompé, 2017) alors que seulement 11 individus avaient été dénombrés en 2012 et 25 en 2015 de Fontvieille au Larvotto (données de la Direction de l'Environnement de Monaco, 2017). En septembre 2019, nous avons réalisé des recensements visuels de corbs du Musée océanographique jusqu'à la plage des Pêcheurs à une profondeur comprise entre 12 et 18 m. Nous avons ainsi comptabilisé jusqu'à 45 corbs soit 12 individus supplémentaires par rapport aux observations faites en 2017 par Francour, Gautier-Debernardi & Dompé. Les individus qui s'étendaient de 20 à 40 cm, étaient soit solitaires soit en groupe. Un groupe de 25 petits individus de 20 cm a été observé à la limite Ouest du parking des Pêcheurs.

4.3 *Lithophyllum byssoides*

Les ingénieurs des écosystèmes sont des organismes capables de modifier, de créer ou de maintenir des microhabitats d'espèces associées, contribuant souvent à une grande richesse en espèces contrairement aux zones environnantes (Jones et al., 1994 ; Crain et Bertness, 2006). L'algue coralline encroûtante *Lithophyllum byssoides* constitue la plus grande bioconstruction tridimensionnelle présente dans la mer Méditerranée, hébergeant une grande biodiversité d'algues et d'invertébrés (Verlaque, 2010 ; Pezolesi et al., 2017). Dans de bonnes conditions environnementales (sans pollution et avec de bonnes conditions hydrodynamiques), de nombreux thalles se regroupent formant alors des encorbellements aussi connus sous le nom de trottoir à *Lithophyllum* (Fig. 4, Boudouresque, 2004 ; Veiga et al., 2013) qui peuvent atteindre 2 m de large. En raison de leur croissance lente (un trottoir peut mettre des décennies ou des siècles à se former), ils sont considérés comme de bons indicateurs de la stabilité ou d'une lente remontée du niveau marin et d'une bonne qualité de l'eau sur de longues périodes (Verlaque, 2010).



Figure 4 : Trottoir à *Lithophyllum byssoides* dans la Réserve Naturelle de Scandola, Corse (France)
© J.-G. Harmelin

Lithophyllum byssoides est présent dans l'AME, non sous forme de trottoirs mais de petits coussins (Fig. 5), suite à des transplantations de blocs rocheux qui ont eu lieu en 2017. Des observations menées sur l'emprise du projet d'extension en mer ont permis d'identifier des colonies de *L. byssoides* (Fig. 6). Huit blocs rocheux présentant les colonies calcaires les plus importantes ont été déplacés et relocalisés dans les enrochements situés sous le parking des Pêcheurs, l'exposition et l'orientation Sud-Est de ce site étant les mêmes que celles du site d'origine. Un programme de suivi a été mis en place, mais a été abandonné après le passage de deux grosses tempêtes qui ont affecté les colonies (Ana en décembre 2017 et Adrian en octobre 2018).



Figure 5 : Présence de *Lithophyllum byssoides* dans le périmètre de l'AME (Août 2019).



Figure 6 : Blocs rocheux avec colonies de *Lithophyllum byssoides* du projet d'extension en mer.
©Illustrations ANSE DU PORTIER.

4.4 Les algues brunes du genre *Cystoseira*

Le long du littoral de l'AME, deux espèces d'algues brunes du genre *Cystoseira* sont représentées. Il s'agit de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* et *C. compressa* (Fig. 7) (voir cartographie réalisée au paragraphe 8.1). Les grandes algues brunes sont parmi les plus importants ingénieurs de l'écosystème marin formant de grandes canopées comparables aux forêts terrestres (Fig. 7). De par leur structure physique, les algues brunes augmentent la complexité tridimensionnelle et l'hétérogénéité spatiale des fonds rocheux. En Méditerranée, ces forêts sont formées par plusieurs espèces du genre *Cystoseira* qui offrent également refuge et nourriture pour de nombreux invertébrés et poissons à différents stades du cycle de vie, ce qui leur confère une importance écologique considérable (Cheminée et al., 2013). Ces algues brunes jouent ainsi un rôle fonctionnel important dans les écosystèmes côtiers méditerranéens, en soutenant les réseaux alimentaires complexes et en maintenant une grande biodiversité (Ballesteros et al., 1998 ; Cheminée et al., 2013).

L'importance écologique et les menaces qui pèsent sur les *Cystoseira* ont permis de lister plusieurs espèces dans la convention de Berne de 1979 (*C. amentacea*, *C. mediterranea*, *C. sedoides*, *C. spinosa* et *C. zosteroides*). Depuis 2010, le nouvel amendement de l'annexe II de la convention de Barcelone (1992) protège toutes les espèces du genre *Cystoseira* à l'exception de *Cystoseira compressa*.

En effet, ces habitats clés pour les écosystèmes rocheux sont, depuis des décennies, en régression dans plusieurs régions de Méditerranée (Thibaut et al., 2005 ; Perkol-Finkel et Airoldi, 2010). Les pressions anthropiques sur le littoral méditerranéen conduisent inexorablement au déclin de ces espèces, que ce soit à l'échelle globale en raison du changement climatique ou des effets de la surpêche, ou bien locale à cause de la pollution, de la diminution de la qualité de l'eau et de l'artificialisation du littoral.

A Monaco, dans le cadre du Projet OPTIMA PAC et MMMPA, des travaux de restauration écologique ont été conduits au niveau de la digue du Sporting par le laboratoire ECOSEAS de l'Université de Nice Sophia Antipolis (Gianni et al., 2013) (Fig. 8). Ces travaux de restauration écologique menés en 2014, consistaient à transplanter des individus de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sur un substrat artificiel (les enrochements de la digue du Sporting) et d'en suivre l'évolution. Ces études ont pu mettre en évidence le rôle crucial de l'herbivorie dans le succès de ces transplantations grâce à la mise en place de systèmes "anti-saupe" limitant le broutage des transplants par la saupe *Sarpa salpa*, principal consommateur des *Cystoseira* et frein à la réussite de cette restauration (Gianni et al., 2017).



Figure 7 : Forêts de Cystoseires.
Forêts composées de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* (A) et *C. compressa* (B).

Une gestion particulière des quelques ceintures de *Cystoseira* présentes dans l'AME pourrait être mise en place avec un suivi de leur état de santé (taux de prédation, biomasse, longueur des frondes, fertilité). Par ailleurs, le site de l'AME présentant des enrochements artificiels identiques à ceux utilisés pour les expérimentations de Gianni et al. (2017), des expérimentations de restauration écologique pourraient également être tentées là où les *Cystoseira* ont régressé.

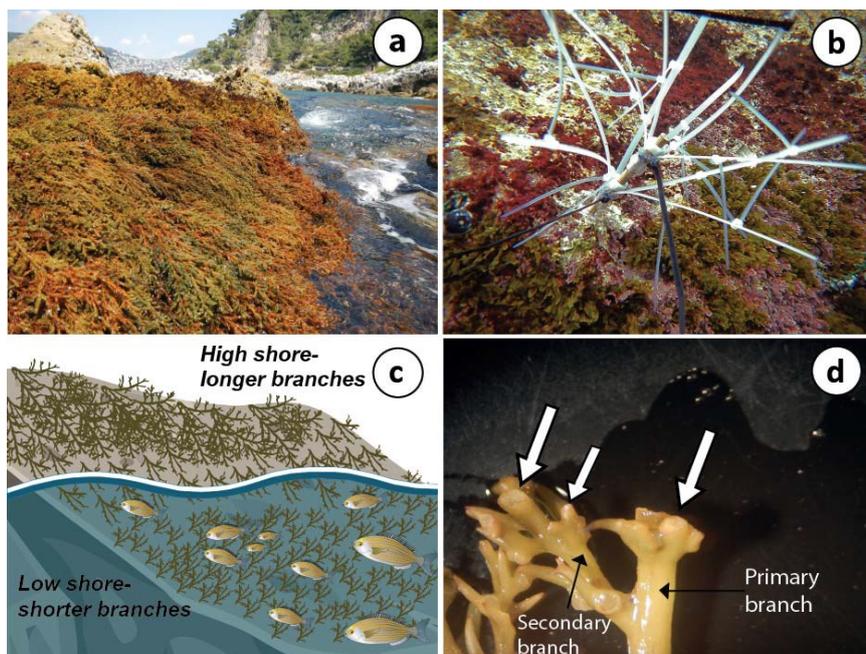


Figure 8 : Restauration écologique de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*.

a) Ceinture de *Cystoseira amentacea* de la frange infralittorale; (b) Système "anti-soupe" limitant la prédation des herbivores (c) Représentation schématique des 2 zones de la frange infralittorale caractérisées par des branches longues et courtes de *C. amentacea*; (d) Détail des branches primaires et secondaires de *C. amentacea* mordues par les herbivores (flèches blanches). Figure extraite de Gianni et al. (2017).

4.5 Le codium boule *Codium bursa*

Codium bursa, autrement appelée « béret basque » est une algue verte de la famille des Codiaceae particulièrement présente de l'étage infralittoral de l'AME (Fig. 9). Cette espèce se caractérise par un taux de photosynthèse extrêmement bas et se développe très lentement. Elle peut posséder une biomasse considérable et atteindre de grandes tailles (> 40 cm de diamètre) (Geertz-Hansen et al. 1994). Une présence importante d'individus de grande taille a été signalée au niveau du secteur du Musée océanographique ainsi que du Parking des Pêcheurs. Vidondo & Duarte (1995) ont pu mettre en évidence que la croissance de cette espèce est limitée par la disponibilité en nutriment et notamment du phosphore. Le fait que cette espèce soit présente en densité si importante avec des individus de grandes tailles pourrait indiquer une disponibilité assez élevée de phosphore, c'est à dire d'une pollution diffuse d'origine terrestre à proximité de ces secteurs.

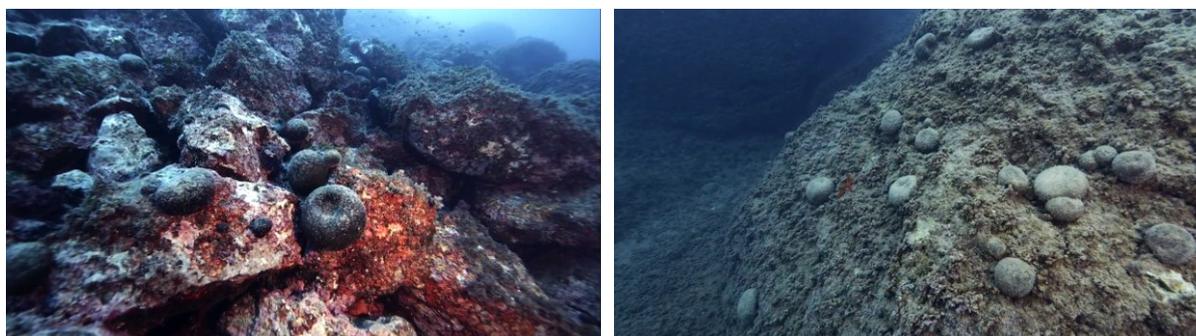


Figure 9 : Peuplements de *Codium bursa* sous le Musée océanographique. (Illustrations extraites de la vidéo de présentation de l'AME)

5. Peuplements de poissons à Monaco et dans l'AME

Les aires marines protégées (AMP) sont des outils de conservation de la biodiversité. Ces zones délimitées en mer font l'objet de mesures de préservation pour la sauvegarde des habitats, nécessaires à la reproduction des poissons et à la croissance des juvéniles. Les populations de poissons en zone littorale constituent un élément important de la valeur patrimoniale d'un site. Cette valeur patrimoniale est renforcée par la valeur économique de certaines espèces : espèces d'intérêt économique pour la pêche aux petits métiers et pour la pêche amateur. Dans le cadre de l'AME, une connaissance approfondie de la richesse et de l'état des peuplements de poissons et de leurs habitats doit représenter l'un des objectifs majeurs de la gestion de son littoral.

5.1 Inventaires dans les eaux monégasques

A Monaco, les premiers inventaires de poissons ont été initiés dans les années 80 par l'AMPN. Ils concernaient toutefois exclusivement l'aire marine protégée du Larvotto. Le premier inventaire de poissons effectué sur l'ensemble des eaux monégasques date de 1998-1999. Il a été réalisé par le Pr. Patrice Francour (Université de Nice) (Francour, 1998) et a permis de comptabiliser 104 espèces de poissons au total. Ce premier inventaire a été par la suite complété en 2005 (Francour et al., 2005) sur la totalité du littoral monégasque et a permis d'ajouter 4 nouvelles espèces : le Sparidae *Pagrus pagrus*, *Sphyaena viridensis* et deux Gobiidae *Gobius kolombatovici* et *Thorogobius macrolepis* (inventaire des poissons de Dufour et al. (2007) en Annexe 2). Lors de ce travail, l'analyse des observations effectuées lors des différentes plongées faites aux alentours des eaux monégasques et la remise à jour de la bibliographie ont été réalisées afin de déterminer le nombre d'espèces potentiellement présentes. Les résultats révèlent qu'il y aurait actuellement plus de 220 espèces de poissons présentes ou potentiellement présentes car observées à proximité. De nouveaux inventaires pourraient permettre d'améliorer nos connaissances sur la diversité présente à Monaco et notamment en ce qui concerne la famille des Gobiidae qui représente un potentiel intéressant.

Lors d'une campagne de recensement en 2006 focalisée sur les installations du port Hercule (digue semi-flottante et contre-jetée), le Pr. Patrice Francour (Université de Nice) a permis de signaler trois nouvelles espèces de Gobiidae pour la Principauté : *Gobius paganellus*, *Gammogobius steinitzi* et *Corcyrogobius liechtensteini* (Francour, 2007). *Thorogobius macrolepis*, considérée comme espèce potentiellement présente lors de l'étude de 2005, a été observée dans les eaux monégasques et intègre la liste des espèces présentes. D'autres familles ont également été observées telles le Bythitidae *Grammonus ater*, le Carangidae *Trachurus mediterraneus* (considérée comme espèce potentiellement présente en 2005) et le Blenniidae *Parablennius pilicornis*. Ces espèces vivent dans ou à proximité immédiate des cavités créées par ces nouveaux habitats artificiels et obscurs qui ont permis l'installation d'une faune de poisson particulière, inféodée à ces habitats sciaphiles.

A l'issue des observations réalisées en 2006, la faune de poissons présents ou potentiellement présents dans les eaux de la Principauté se compose de 223 espèces, réparties en 86 familles. Parmi elles, 113 espèces ont été observées ou signalées dans les eaux de la Principauté (Francour, 2007).

Au cours de l'été 2019, des observations remarquables ont été faites dans le périmètre de l'AME. Il s'agissait d'un poisson lune *Mola mola* en périphérie de balisage de la zone de baignade dans l'axe du Solarium et d'un diable de mer méditerranéen *Mobula mobular* devant la plage des Pêcheurs. Sur les parties plates des blocs rocheux tout le long du Musée a été observé en abondance *Parablennius sanguinolentus* entre 0,5 et 2 m de profondeur, avec des comportements intéressants qui pourraient correspondre à des débuts de parades nuptiales (frottement du ventre contre la roche). Par ailleurs, des thons sont régulièrement observés autour des chaînes maintenant la digue semi-flottante (observation personnelle Stéphan Dompe).

5.2 Comparaison avec d'autres inventaires

Dufour et al. (2007) ont entrepris de comparer les inventaires réalisés dans 8 aires marines protégées (AMP) de Méditerranée : Port-Cros (France), Lavezzi et Scandola (Corse, France), Monaco (inventaire de l'intégralité des eaux de la Principauté), Mèdes (Espagne), Termiti, Torre Guaceto et Porto Cesareo (Italie). Ces AMP présentent des biotopes comparables mais des dates de création (1963, Port-Cros à 1997, Porto Cesareo) et des surfaces (418 ha, Mèdes, à 16600 ha à Porto Cesareo) différentes. Ces inventaires ont été comparés aux 331 espèces retenues pour le peuplement théorique en Méditerranée (sous-espèces, espèces profondes ou lessepsiennes exclues de ces inventaires) à l'aide des indices développés par Clarke et Warwick, notamment la diversité taxinomique moyenne (Clarke et Warwick, 2001).

Au total, 215 espèces sont reportées pour Port-Cros, 198 pour Scandola, 191 pour les Lavezzi ce qui les place comme AMP possédant la plus grande richesse spécifique (Fig. 10). A Mèdes et Torre Guaceto, les richesses spécifiques obtenues sont moyennes, 136 et 105 espèces respectivement. Les plus faibles richesses spécifiques sont observées pour Porto Cesareo et à Termiti situées en mer Ionienne et en Adriatique, avec 75 espèces recensées. A Monaco, la diversité taxinomique observée de 108 espèces en 2007 est une diversité moyenne par rapport à la diversité qu'il est possible d'attendre pour des échantillons de peuplements de poissons de Méditerranée occidentale. Les derniers inventaires scientifiques publiés datant de plus de 10 ans, il est possible que cette position soit aujourd'hui sous-évaluée.

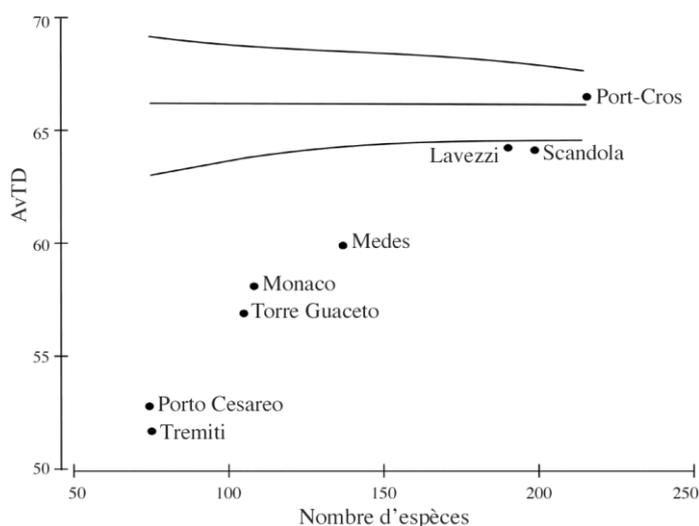


Figure 10 : Diversité taxinomique moyenne (AvTD) calculée pour les différents espaces protégés étudiés.

La valeur en abscisse représente le nombre d'espèces de poissons signalées dans l'inventaire pour chaque zone. Les deux lignes haute et basse représentent l'encadrement à 95% de la diversité taxinomique moyenne attendue en Méditerranée nord-occidentale (Adriatique comprise) pour un échantillon de n espèces tirées au hasard à partir de l'ensemble du peuplement (ligne centrale).

Dufour et al. (2007) conclut que les réserves les plus âgées ont à la fois une richesse spécifique plus grande mais également des diversités taxinomiques plus élevées que les aires plus récentes. Le développement des réserves marines en Méditerranée comme outil de gestion de la zone littorale ne passe donc pas par la mise en place d'AMP de grande taille, mais par des zones pérennes et convenablement surveillées afin d'en limiter le braconnage.

5.3 État des peuplements de poissons dans l'AME

La gestion du littoral de l'AME implique non seulement la connaissance de la richesse et de la diversité taxinomique des espèces de poissons mais aussi l'évaluation de l'état de ces peuplements de poissons, pour établir des mesures de protection et de gestion adaptées.

Pour évaluer l'état des peuplements de poissons dans l'AME, nous avons utilisé la méthode FAST (*Fish Assemblage Sampling Technique*) (Seytre et Francour, 2009). Cette technique est utilisée pour surveiller l'état des assemblages de 23 poissons ciblés par la pêche professionnelle et/ou récréative et 6 espèces « jokers » (en grisé dans le tableau) (Tableau 2). Cette technique de recensement consiste en 6 comptages aléatoires (appelés « transects ») de 15 minutes couvrant différents substrats (sable, herbier, roche). Pour chaque transect, des informations sont enregistrées concernant la présence ou l'absence d'espèces de poissons cibles (Tableau X1) et leur classe de taille :

- « Poisson grand » correspondant à au moins 2/3 de la longueur totale moyenne de l'espèce ;
- « Poisson petit et moyen » correspondant à moins de 2/3 de la longueur totale moyenne de l'espèce.

Tableau 2 : Liste des espèces ciblées par la méthode FAST et le résultat du Parking des Pêcheurs de juin 2019.

Familles	Noms communs	Espèces	Présence (Petit / Moyen)	Présence (Grand)
Sparidae	Sparaillon	<i>Diplodus annularis</i>	x	
	Sar tambour	<i>Diplodus cervinus</i>		
	Sar à museau pointu	<i>Diplodus puntazzo</i>	x	
	Sar commun	<i>Diplodus sargus</i>	x	x
	Sar à tête noir	<i>Diplodus vulgaris</i>	x	x
	Denti	<i>Dentex dentex</i>	x	
	Saupe	<i>Sarpa salpa</i>	x	x
	Daurade royale	<i>Sparus aurata</i>	x	
	Daurade grise	<i>Spondyliosoma cantharus</i>		
Serranidae	Serran écriture	<i>Serranus scriba</i>	x	
	Serran chevrette	<i>Serranus cabrilla</i>	x	
	Mérou brun	<i>Epinephelus marginatus</i>	x	x
Labridae	Labre	<i>Labrus spp.</i>	x	
	Crénilabre paon	<i>Symphodus tinca</i>	x	x
Mullidae	Rouget de roche	<i>Mullus surmuletus</i>	x	x
Congridae	Congre	<i>Conger conger</i>		
Muraenidae	Murène	<i>Muraena helena</i>		
Carangidae	Sériole	<i>Seriola dumerili</i>		
Sciaenidae	Corb	<i>Sciaena umbra</i>		
Scorpaenidae	Chapon	<i>Scorpaena scrofa</i>		
Sphyraenidae	Baracuda	<i>Sphyraena viridensis</i> ou <i>S. sphyraena</i>		
Mugilidae	Mulet	<i>Chelon labrosus</i> ou <i>Liza aurata</i>	x	
Moronidae	Loup/Bar commun	<i>Dicentrarchus labrax</i>		
Sparidae	Pagre commun	<i>Pagrus pagrus</i>		
Gadidae	Mostelle	<i>Phycis phycis</i>		
Syngnathidae	Hippocampe	<i>Hippocampus hippocampus</i> ou <i>H. guttulatus</i>		
Myliobatidae	Raie-aigle	<i>Myliobatis aquila</i>		
Sparidae	Marbré	<i>Lithognathus mormyrus</i>		
Dasyatidae	Pastenague	<i>Dasyatis pastinaca</i>		

Pour chaque classe de taille, un score est attribué : 1 pour la taille « poisson petit et moyen » et 2 pour la taille « poisson grand ». De plus, pour les espèces ayant un statut de conservation élevé (par exemple *Epinephelus marginatus*, *Sciaena umbra* et *Dentex dentex*), un facteur de multiplication de 2 est ajouté. Grâce à ces données collectées, plusieurs indices décrivant les populations de poissons sont

calculés (pour plus de détails voir Seytre et Francour, 2009 ; Francour, 2017). Au final, un cluster des scores permet ainsi de déterminer l'état écologique des populations de poissons (Tableau 3 ; Francour, 2017).

Tableau 3 : Référentiel d'interprétation pour les 5 indices FAST calculés.

Indice moyen ; indice cumulé ; nombre d'espèces ; proportion de carnivores ; proportion de grands. Le cluster 1 représente des peuplements de poissons en très bon état écologique ; le cluster

	Indice moyen	Indice cumulé	Nombre d'espèces	Proportion de carnivores	Proportion de grands
Cluster 1	>30	>55	>70	>15	>30
Cluster 2	<30	[40-55]	>60	>15	>20
Cluster 3	[20-25]	[35-55]	[50-60]	<15	>20
Cluster 4	[20-25]	[35-55]	>45	<12	>20
Cluster 5	<20	<35	<45	<10	<20

En juillet 2019, nous avons effectué six transects entre 12 et 15 m de profondeur, dans la zone comprise entre le Parking des Pêcheurs et le Musée océanographique. Au total, 14 des 23 espèces ciblées par cette méthode ont été observées lors de ces comptages (Tableau 2). Les résultats des différents indices et la détermination de la classe concernant l'évaluation du bon état écologique, sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Indices calculés et classement de l'état écologique des peuplements de poissons au sein de l'AME.

Indices	Indice moyen	Indice cumulé	Nombre d'espèces	Proportion de carnivores	Proportion de grands	Cluster
AME	21,6	33,3	60,9	12,5	13,8	4

Les résultats obtenus et le calcul des différents indices révèlent que les populations de poissons de l'AME sont dans un mauvais état écologique (cluster 4). Nous avons observé une faible proportion de carnivores et une faible proportion de grands poissons, avec uniquement la présence du mérour brun, *Epinephelus marginatus*, dans les deux classes de taille (Tableau 4). D'autres carnivores et espèces de haute valeur trophique étaient absents lors de ce recensement, tels que *Dicentrarchus labrax* et *Dentex dentex* (grand taille). *Sciaena umbra* était également absent lors de ces comptages alors que 45 corbs ont été observés lors d'un recensement visuel réalisé en septembre 2019 entre le Musée océanographique et la plage des Pêcheurs. Toutefois, ces résultats sont conformes à ce qui a été observé en 2012, à savoir un mauvais état des peuplements de poissons avec une faible présence d'individus adultes (Seytre et al., 2012). Nous avons pu montrer que la complexité de l'habitat au sein de l'AME est relativement faible malgré un recouvrement benthique important (voir partie 6.2). La faible présence d'algues érigées et donc de formations de type canopée est un facteur limitant le recrutement et la survie des larves et juvéniles d'espèces benthiques ou necto-benthiques (Cheminée et al., 2013). De plus, la faible proportion de carnivores et la faible proportion de grands poissons pourraient s'expliquer par une pression importante de la chasse sous-marine. Ce type de pêche, qui s'exerce uniquement dans le périmètre de l'AME, cible généralement les espèces de haut niveau trophique et de grands individus qui sont absents ou peu présents dans l'AME (i.e. *Dentex dentex* ;

Sparus aurata ; *Scorpaena scrofa* ; *Dicentrarchus labrax*, Tableau 5). L'impact de cette activité sur cette partie du littoral monégasque pourrait également expliquer le mauvais état écologique des populations de poissons (Lloret et al., 2008).

En Méditerranée, plusieurs réserves marines et aires marines protégées, telles que les aires marines protégées du Larvotto et des Spélugues, ont été créées pour protéger l'abondance et la diversité de la vie marine par la mise en œuvre de réglementations et de mesures de protection. Des études ont montré que le recours à des mesures de protection appropriées pouvait entraîner une augmentation du nombre de poissons dans les zones de protection, avec une augmentation de la biomasse et de la densité de poissons, aboutissant à un bon état écologique des peuplements (Giakoumi et al., 2017). Dans le Parc National de Port-Cros, créé en 1963, les populations de poissons se trouvent dans un très bon état écologique (cluster 1, Francour, 2017), avec une forte présence d'individus de grande taille. Par conséquent, il est clair qu'il est nécessaire de mettre en place de meilleures mesures de protection dans l'AME pour permettre aux populations de poissons d'atteindre un meilleur état écologique.

Tableau 5 : Valeurs d'occurrence moyennées sur l'ensemble des comptages FAST de l'AME.

Occurrence des espèces	Petit / moyen (%)	Grand (%)
<i>Dentex dentex</i>	16.7	0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	50	100
<i>Sciaena umbra</i>	0	0
<i>Serranus cabrilla</i>	50	0
<i>Sphyræna spp.</i>	0	0

6. Principaux habitats présents dans l'AME

La richesse des fonds monégasques s'explique par la présence de différents types d'habitats naturels. Parmi ces habitats, nous pouvons citer les fonds rocheux (roches infralittorales à algues photophiles et roches à coralligène à algues calcaires) et l'herbier de posidonies qui représentent des habitats complexes, extrêmement riches qualitativement et quantitativement.

6.1 Les habitats marins cartographiés en 2010

Des études menées par Dalias et Sialelli en 2010 ont permis de caractériser les fonds marins de la Principauté de Monaco en utilisant des techniques d'imagerie sonar couplée à un sondeur multifaisceaux pour la topographie. Dans la zone littorale de l'AME, 4 habitats marins ont été identifiés : 1) enrochements (dépôt anthropique), 2) sables fins, à débris coquilliers et petits graviers subordonnés ; 3) fonds rocheux (roche en place et blocs, de natures indifférenciées) et plus au large 4) sable et dépôts grossiers (Fig. 11).

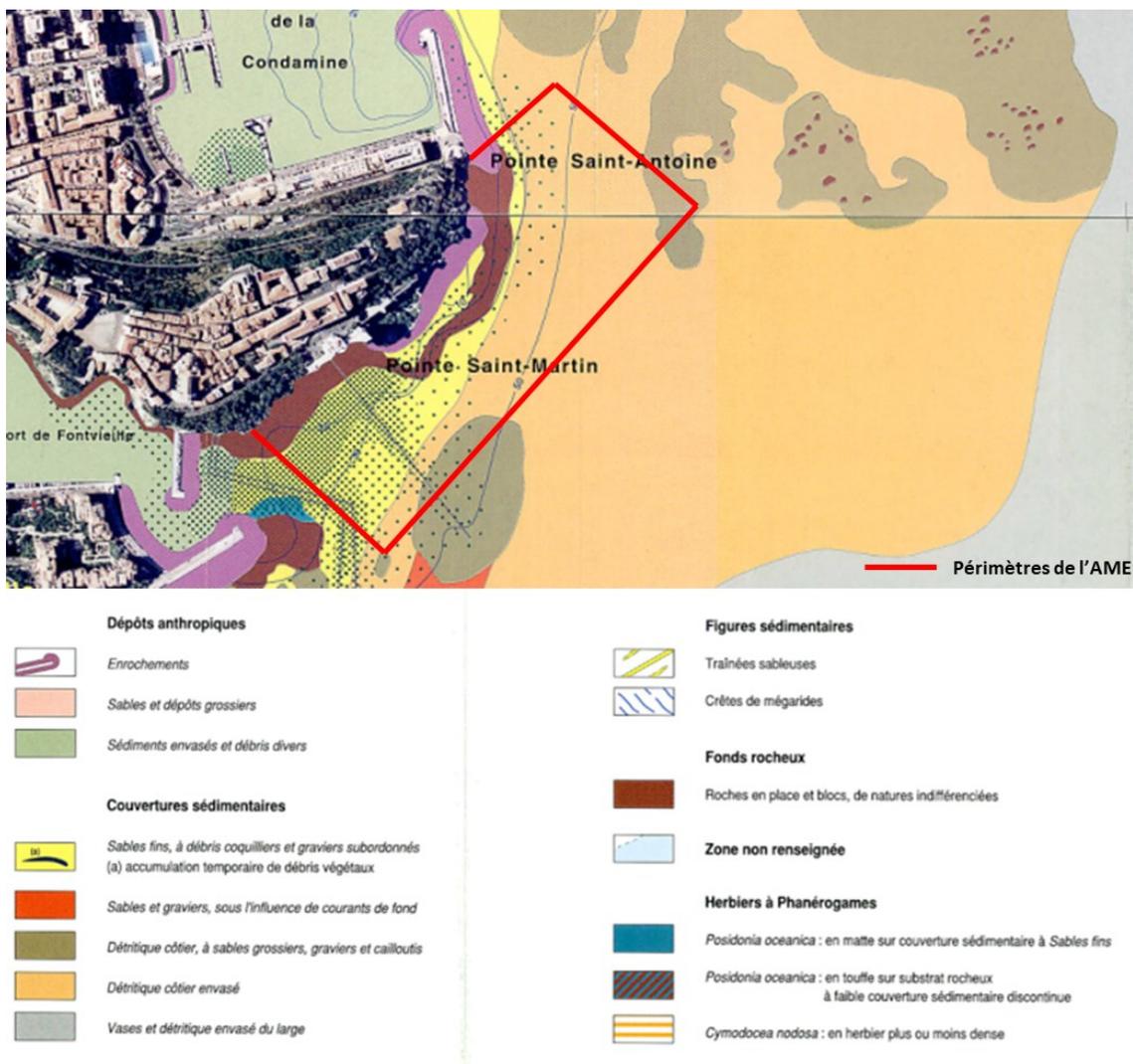


Figure 11 : Cartographie et caractérisation des fonds marins de la Principauté de Monaco (Dalias et Sialelli, 2010).

La zone du Musée océanographique est caractérisée par des *fonds rocheux, roche en place et blocs, de natures indifférenciées* (en marron foncé sur la carte) qui s'étendent jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur. Plus en profondeur, la fraction de *sables fins à débris coquilliers et petits graviers subordonnés* (en jaune sur la carte) est largement dominante jusqu'à environ 35 m de profondeur pour ensuite laisser la place au *sable et dépôts grossiers* d'origine anthropique (en orange sur la carte).

Du parking jusqu'à la plage des Pêcheurs, les premiers mètres sont composés d'enrochements artificiels puis d'une bande de sable fin jusqu'à une profondeur de 25 m au Sud du parking et de 15 m au Sud de la plage des Pêcheurs. Cette bande de sable est entourée de fonds rocheux pouvant aller jusqu'à plus de 30 m de profondeur pour ensuite retrouver une fraction de sable fin et de dépôts grossiers.

Au pied du Solarium des enrochements ont été installés, comme devant le parking des Pêcheurs, jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur. La fraction la plus profonde est composée essentiellement de sable et dépôts grossiers puis de détritique côtier, sables grossiers, graviers et cailloutis.

6.2 Les macroalgues de l'étage infralittoral de l'AME

Dans le cadre de l'AME, nous avons évalué la composition des espèces benthiques (algues et invertébrés) et estimé le pourcentage de couverture des communautés benthiques au sein de l'aire marine éducative.

En juillet 2019, une expérience a été mise en place entre le Musée océanographique et la plage des Pêcheurs afin de quantifier le pourcentage de couverture des communautés benthiques présentes à une profondeur comprise entre 15 et 20 m. Pour chaque site (2 dans la zone du Musée océanographique, 2 dans la zone du parking des Pêcheurs et 2 dans la zone de la plage des Pêcheurs) 5 quadrats de 50 x 50 cm ont été placés au hasard sur les fonds rocheux et photographiés pour être analysés (Fig. 12). Au total, 30 images ont été collectées.



Figure 12 : Localisations des 6 sites d'études des communautés benthiques (algues et invertébrés). 2 devant le Musée océanographique, 2 devant le parking des Pêcheurs et 2 devant la plage des Pêcheurs (étoiles).

D'après le protocole de Guidetti (2006), chaque image a été subdivisée en 25 carrés de taille égale, chacun représentant 4% du quadrat total (Fig. 13). La couverture des organismes benthiques a été quantifiée en évaluant chaque carré de 0 à 4 (0 pour absence, 1, 2 et 3 pour une couverture respective d'environ 25, 75 et 100% par carré). Quand un organisme benthique était présent dans moins de 25% du carré, une valeur arbitraire de 0,5 était attribuée. Les 25 carrés ont ensuite été additionnés et les valeurs finales ont été exprimées en pourcentage de couverture. L'identification taxonomique a été réalisée pour atteindre le niveau de reconnaissance taxonomique le plus élevé possible. Dans certains cas, il n'a pas été possible d'identifier les organismes au niveau de l'espèce, par conséquent, ils ont été attribués à une unité taxonomique (par exemple, RCE, Rhodophytes Calcifiantes Encroûtantes; ERE, Eponges Rouges Encroûtantes).

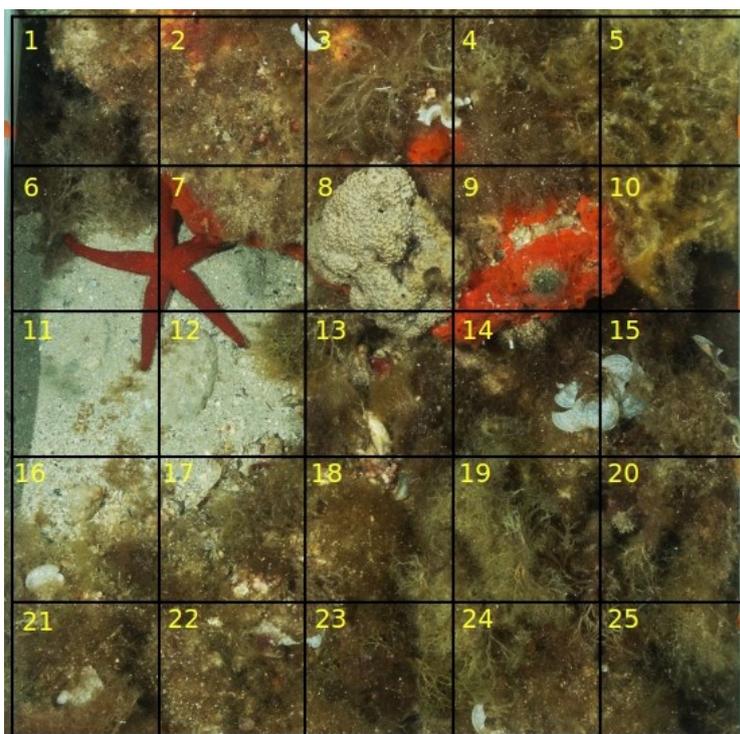


Figure 13 : Exemple de quadrat pour l'analyse du benthos devant le Musée océanographique. **Quadrat 50x50 cm avec la subdivision en 25 carrés permettant l'estimation du pourcentage de couverture des communautés benthiques.**

Au total, nous avons identifié 25 espèces ou groupes taxonomiques (Tableau 6). Le pourcentage de couverture totale (faune et flore) est élevé devant le Musée océanographique et au niveau du parking des Pêcheurs, environ 85% et 98%, respectivement, mais inférieur à la plage des Pêcheurs, avec seulement 65% de couverture totale (Tableau 7). Pour les 3 zones, la couverture benthique est presque exclusivement due à la présence de macroalgues, avec une couverture animale comprise entre 1 et 4%. Cependant, la contribution des macroalgues à cette couverture totale est différente entre les trois zones. Au Musée océanographique, nous avons observé qu'environ 75% de la couverture est due à la présence de macroalgues érigées (par exemple, *Dictyota* spp., *Halopteris* spp., Fig. 14), alors que seulement 5,5% du substrat est recouvert de rhodophytes calcifiantes encroûtantes. Au contraire, au niveau du parking des Pêcheurs, environ 60% du substrat est recouvert de macroalgues érigées, mais environ 37% du substrat est recouvert par des algues rhodophytes

encroûtantes (Table 7). La plage des Pêcheurs, malgré la couverture benthique réduite ($\approx 65\%$), est colonisée à plus de 50% par des macroalgues érigées, principalement *Halopteris* spp. (Fig. 14). Notre étude révèle que la complexité de l'habitat au sein de l'AME est relativement faible avec une faible présence de macroalgues érigées et l'absence de formations de type canopée.

Tableau 6 : Liste des espèces et groupes taxonomiques caractérisant les communautés benthiques présentes dans l'AME.

Espèces	Groupes taxonomiques
<i>Acetabularia acetabulum</i>	AFV : Algues Filamenteuses Vertes
<i>Acinetospora crinita</i>	CA: Corallines Articulées
<i>Amphiroa rigida</i>	Cyanobacteria
<i>Anemonia viridis</i>	Echinasteridae
<i>Caulerpa racemosa</i>	ERE : Eponges Rouges Encroûtantes
<i>Codium bursa</i>	Gastropoda
<i>Dictyota</i> spp.	RCE : Rhodophytes Calcifiantes Encroûtantes
<i>Flabellia petiolata</i>	Serpulidae
<i>Ganonema farinosum</i>	Turf ou gazon
<i>Halimeda tuna</i>	Vermetidae
<i>Halopteris</i> spp.	
<i>Ircinia oros</i>	
<i>Padina pavonica</i>	
<i>Sargassum</i> spp.	
<i>Sertella septentrionalis</i>	

Tableau 7 : Pourcentages de couverture (moyennes \pm erreur type) des communautés benthiques.

		Sites		
	Paramètres observés	Musée	Parking des Pêcheurs	Plage des Pêcheurs
	Fond	Roche & éboulis	Roche & éboulis	Eboulis
Faune et flore	Couverture totale (%)	86.60 \pm 8.79	97.38 \pm 6.17	65.75 \pm 7.86
Flore	Couverture végétale totale (%)	85.25 \pm 8.84	93.19 \pm 6.49	63.85 \pm 8.14
	Couverture RCE (%)	5.3 \pm 2.55	36.31 \pm 6.91	5.25 \pm 1.44
Faune	Couverture animale (%)	1.15 \pm 0.89	4.19 \pm 2.85	1.9 \pm 1.9
	Faune fixée érigée (%)	Actiniidae, Serpulidae, Gastropoda, Vermetidae	Vermetidae, <i>Sertella septentrionalis</i>	Gastropoda

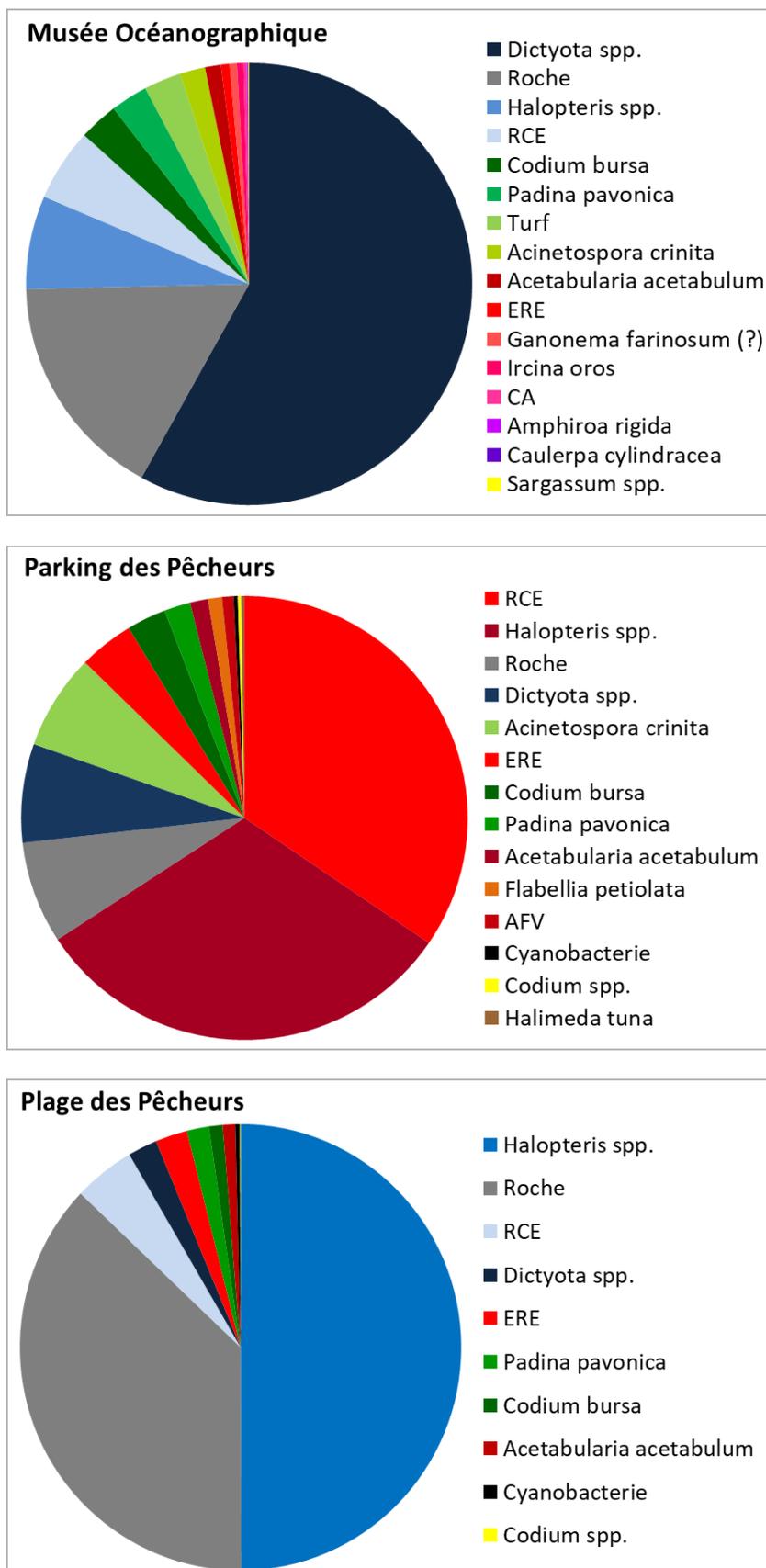


Figure 14 : Les proportions des couvertures benthiques pour chaque espèce ou groupes taxonomiques identifiés au sein de 3 secteurs de l'AME.

Musée océanographique, parking des Pêcheurs et plage des Pêcheurs.

La complexité de l'habitat est acceptée comme un facteur crucial pour la diversité et/ou l'abondance de la faune associée (Crooks, 2002 ; Bouma et al., 2009). À petite échelle, les macroalgues peuvent constituer un habitat convenable pour plusieurs espèces animales, jusqu'à être considérées comme des constructeurs d'habitat (Jones, 1992 ; Chemello et Milazzo, 2002). Les constructeurs d'habitat à macroalgues en Méditerranée sont les espèces du genre *Cystoseira*, formant des forêts d'algues dans des récifs rocheux subtidaux (Cheminée et al., 2013). Celles-ci forment un habitat complexe fournissant un abri et de la nourriture à plusieurs espèces d'invertébrés et de poissons (voir chapitre 4.4 *Les algues brunes du genre Cystoseira*). Lorsque les conditions ne sont pas idéales pour la prolifération de ces espèces, les habitats sont colonisés par des macroalgues moins complexes, telles que le turf (ou gazon) (Connell et al., 2014) ou des habitats de grandes algues érigées (tels que les Dictyotales, Sphacelariales et/ou les Corallinales articulées) (Airoidi et al., 2007 ; Mangialajo et al., 2008 ; Fig. 15).

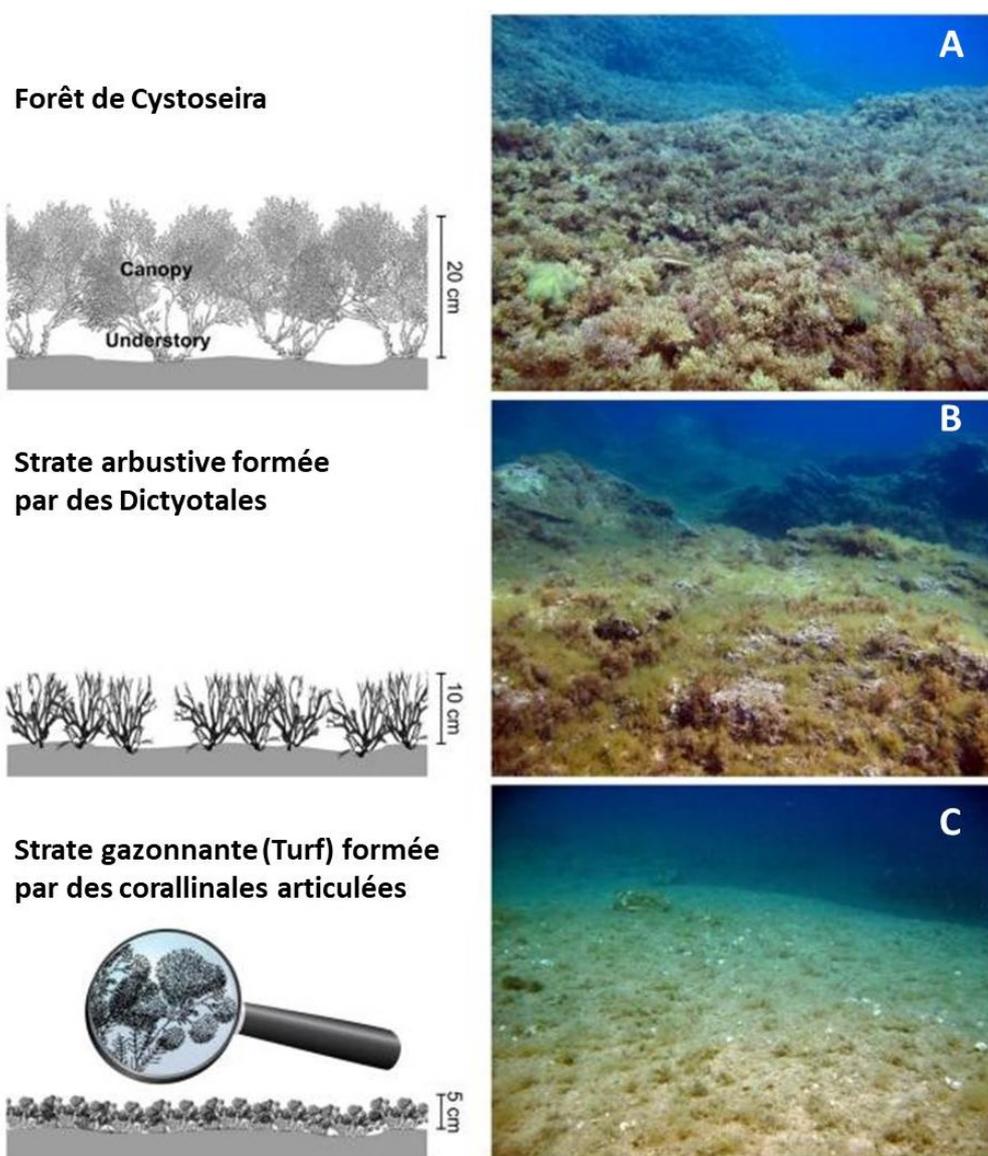


Figure 15 : 3 types d'habitats des récifs rocheux subtidaux du Nord-Ouest de la Méditerranée. Habitat d'une complexité maximale grâce à la formation de forêts de *Cystoseira* (A), habitat moins complexe formé par des Dictyotales (B) habitat très peu complexe formé par des corallinales articulées (C). Modifié d'après Thiriet et al. (2016).

Dans notre étude, bien que le pourcentage de couverture du substrat par des organismes benthiques soit élevé dans deux secteurs, nous n'avons pas observé des macroalgues pouvant former des canopées comme le genre *Cystoseira*. Le substrat devant le Musée océanographique est recouvert majoritairement de grandes macroalgues érigées du genre *Dictyota* (Fig. 14 ; Fig. 15 B). Dans le secteur du parking des Pêcheurs, le substrat est recouvert à la fois par des grandes macroalgues érigées du genre *Halopteris* mais aussi de corallinales encroûtantes moins complexes. Enfin, le secteur de la plage des Pêcheurs présente un substrat colonisé à 50% de macroalgues érigées du genre *Halopteris* mais on note également que plus de 40% de son substrat n'est pas colonisé (roche).

Néanmoins, bien que nous ayons observé des assemblages de macroalgues structurellement moins complexes aux deux secteurs (parking et plage des Pêcheurs), les résultats sont encourageants par rapport à la dernière étude réalisée par Seytre et al. en 2012. En effet, Seytre et al. (2012) sont arrivés à la conclusion que dans ces deux zones « les peuplements sont peu diversifiés, pauvres et sans une véritable origine animale ou végétale ». Lors de notre étude en 2019, nous avons observé une augmentation de la couverture benthique totale sous le Musée océanographique (86,6% contre 67% en 2012) et aussi sous le parking des Pêcheurs (97,38% contre 77% en 2012). Plus spécifiquement, nous avons observé sous le Musée océanographique une augmentation du pourcentage de macroalgues (79,95% contre 65% en 2012) et une réduction des algues structurellement moins complexes comme les rhodophytes calcifiantes encroûtantes (RCR) (5,3% contre 27% en 2012). Ce scénario est contraire à celui observé sur le site de parking des Pêcheurs, avec une réduction des macroalgues (56,88% contre 72% en 2012) et une augmentation des rhodophytes encroûtantes, moins complexes (36,31% contre 31% en 2012). La plage des pêcheurs n'a pas été considérée dans l'étude en 2012, mais les résultats obtenus ici suivent la même tendance avec une colonisation relativement pauvre.

Néanmoins, même si nous avons observé une amélioration du pourcentage de couverture dans cette étude par rapport à l'étude de 2012, des améliorations sont encore possibles. Cela passe par une amélioration des taux de sédimentation et une baisse des contaminants qui, d'après Seytre et al. (2012) influence le recrutement et la survie des larves de la faune fixée.

6.3 Habitats artificiels de l'AME

6.3.1 Le Solarium

Le solarium et la digue semi-flottante sont des édifices en béton construits entre 1999 et 2003 au niveau du Port Hercule afin de casser les vagues venant de l'Est et de créer un avant-port capable, entre autres, d'accueillir des bateaux de croisière de grande taille (jusqu'à 300 m de long). Le solarium, mesurant plus de 130 m de longueur, constitue la limite Est actuelle de l'AME (Fig. 1).

En juillet 2019, nous avons mené une étude sur la colonisation des organismes au niveau de la zone intertidale du Solarium. Au total, 25 quadrats de 25 cm x 25 cm ont été réalisés le long du solarium à une profondeur de 50 cm environ. Les densités des principaux organismes ont été mesurées : la balane *Balanus perforatus*, la moule *Mytilus galloprovincialis*, les patelles et les tomates de mer *Actinia mediterranea* (Fig. 16).



Figure 16 : Photographies du Solarium.

(A) perspective révélant le mur immergé sous le Solarium ; (B) illustration des organismes colonisant le mur dans la zone intertidale (balanes, moules, patelles et tomates de mer).

L'analyse des 25 quadrats révèle que les organismes majoritaires colonisant le mur du Solarium sont les balanes ($226 \text{ individus/m}^2$; $SE \pm 17,12$), puis les moules (30 individus/m^2 ; $SE \pm 8,81$), suivies des patelles (6 individus/m^2 ; $SE \pm 1,36$) et enfin les tomates de mer (1 individus/m^2 ; $SE \pm 0,30$) (Fig. 17). En plus de ces espèces, il faut noter la présence de l'oursin *Arbacia lixula* et l'absence de *Paracentrotus lividus* sur le mur du Solarium dont les quadrats n'ont pas permis de mesurer la densité.

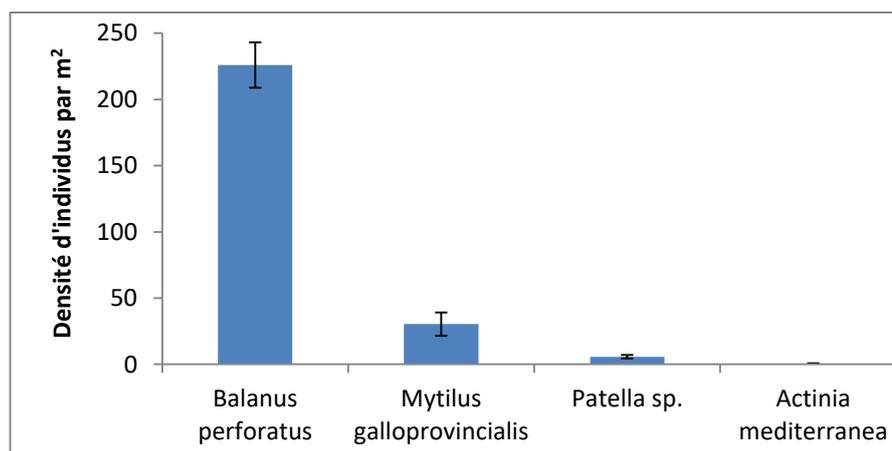


Figure 17 : Densité des balanes, moules, patelles et tomates de mer au Solarium.

6.3.2 Digue semi-flottante

La digue semi-flottante située au niveau du terre-plein mesure 350 m de longueur à partir de la rotule pour 30 m de largeur. Sa stabilité est assurée grâce à la présence de 5 chaînes au Sud et 3 chaînes au Nord.

Le 9 juillet 2019, nous avons réalisé une plongée d'observation au niveau de la digue semi-flottante et plus précisément au niveau de ses chaînes au Sud (environ 30m de profondeur) et de la partie la plus profonde de la digue située à 15 m de profondeur. L'objectif était d'observer l'état de colonisation de cette structure artificielle installée il y a plus de 17 ans. Entourées d'Anthias, les chaînes gigantesques possèdent un recouvrement de 100% composé de coralligène riche et dense (Fig. 18 A). Les différentes composantes du coralligène ont été rencontrées, à savoir des éponges encroûtantes, des bryozoaires, des hydraires, des cnidaires, des vers tubicoles, des bivalves et des algues calcaires. Nous présentons ci-après un inventaire non exhaustif que nous avons pu réaliser lors de cette plongée.

Les chaînes étaient majoritairement colonisées par des éponges encroûtantes telles que *Crambe crambe* et *Spirastrella cunctatrix* (Fig. 19 A). Nous avons également pu noter la présence en faible densité de *Haliclona mediterranea* sur les maillons (Fig. 18 D). Les cnidaires étaient représentés majoritairement par des dents de cochons *Balanophyllia europaea* et des anémones bijoux *Corynactis viridis* (Fig. 19 A, B). Ces petites anémones, parfois isolées sont réunies en groupes d'individus très denses se développant les uns près des autres. Chez cette espèce, la coloration souvent vive est très variable (verte, violette, rouge, orange, rose, jaune, blanchâtre ou brune). Le morphe rouge est majoritairement représenté sur les chaînes et sous la digue. Quelques anémones encroûtantes beige *Epizoanthus arenaceus* ont également été observées (Fig. 18 E). Nous avons noté l'absence de développement de gorgonaires.

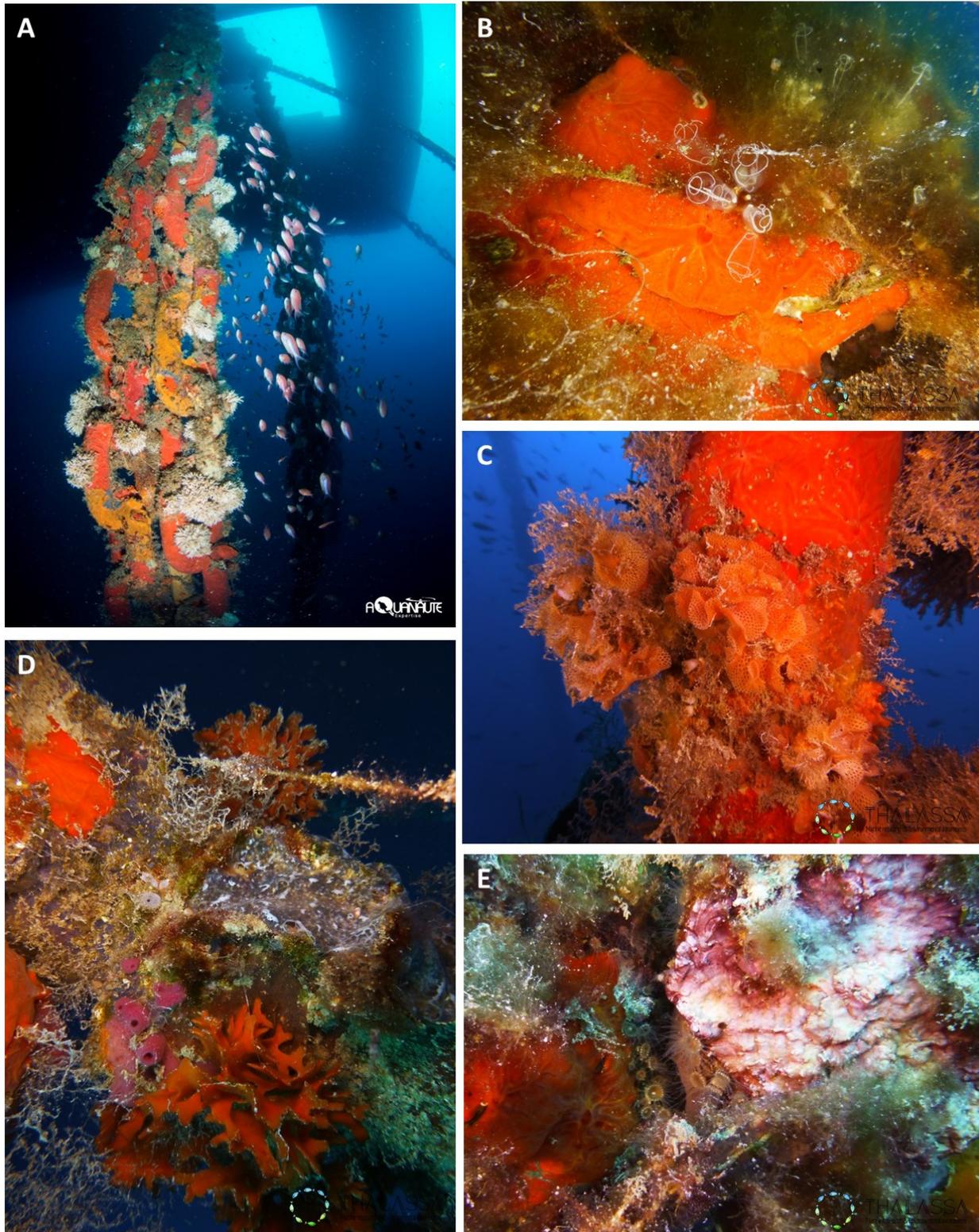


Figure 18 : Photographies du coralligène colonisant les chaînes Sud de la digue semi-flottante.

(A) chaînes en plan large entourées d'*Anthias anthias* avec la digue en arrière-plan colonisées au centre par le bryzoaire encroûtant jaune *Schizomavella mamillata* épousant la forme du maillon.; (B) l'éponge encroûtante *Crambe crambe* et quelques grandes clavelines *Clavelina lepadiformis*; (C) La dentelle de Vénus *Reteporella grimaldii* entourée de l'éponge encroûtante *Spirastrella cunctatrix*; (D) l'ascidie *Diplosoma spongiforme* au centre de l'image entourée du bryzoaire *Pentapora fascialis* et d'une colonie de *Haliclona mediterranea*; (E) quelques polypes de *Epizoanthus arenaceus* au centre de l'image et *Mesophyllum* sp.

Des bryozoaires sont également très présents et en parfait état de conservation (Fig. 18 C, D). Les plongées sous la digue étant rigoureusement réglementées, les bryozoaires qui sont d'une grande fragilité, se développent sans risque d'être cassés. La dentelle de Vénus *Reteporella grimaldii* et la rose de mer *Pentapora fascialis* sont de grande taille et en abondance le long des maillons. Nous avons également rencontré le bryzoaire encroûtant jaune *Schizomavella mamillata* épousant la forme du maillon (Fig. 18 A).

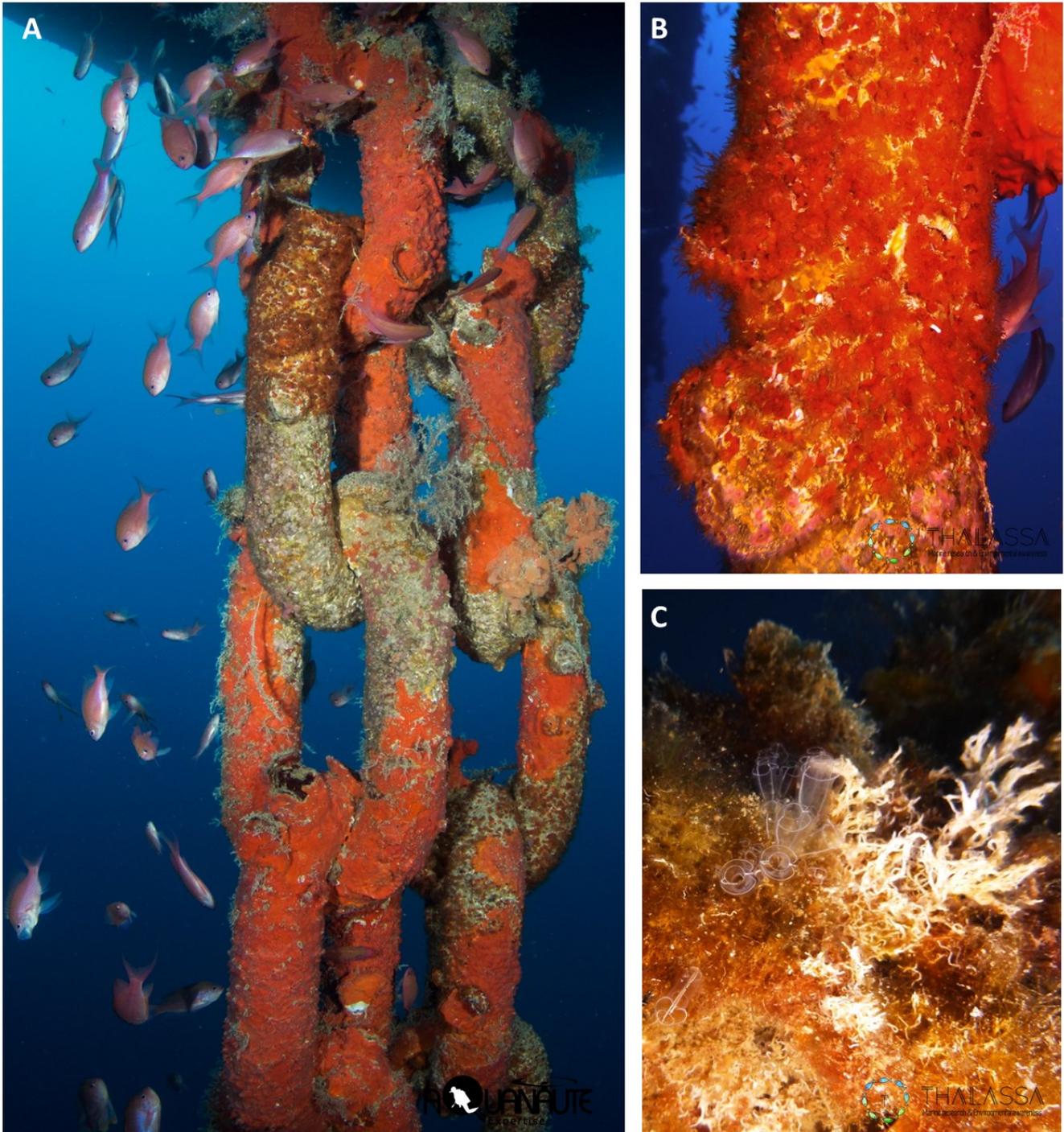


Figure 19 : Suite des photographies du coralligène colonisant les chaînes Sud de la digue semi-flottante. (A) Maillons principalement recouverts des éponges encroûtantes *Spirastrella cunctatrix* et *Crambe crambe* mais aussi d'hydraires (haut de l'image) et de bryozoaires ; (B) gros plan d'un maillon révélant la densité importante d'anémones bijoux rouges *Corynactis viridis* ; (C) Grandes clavelines *Clavelina lepadiformisi* partageant l'espace avec des salmacines.

Des ascidies sont également présentes telles que la grande claveline *Clavelina lepadiformis* et le didemne spongieux *Diplosoma spongiforme* (Fig. 18 D). Des vers tubicoles tels que *Serpula vermicularis* sont très fréquents, parfois recouverts par les algues encroûtantes ainsi que les Salmacines, déjà observées sur l'épave du Toulonnais (Fig. 19 C).

Nous avons également exploré la partie située sous la digue à 15 m de profondeur. Ce plafond, quasi obscur, est colonisé par l'éponge encroûtante *Spirastrella cunctatrix* (Fig. 20 A, C) ainsi que *Haliclona mediterranea* (Fig. 20 A, B). De manière remarquable, nous avons observé une forte colonisation de l'anémone bijoux *Corynactis viridis* (morphe rouge) capable de couvrir de grandes surfaces laissant parfois la place à quelques serpules *Serpula vermicularis* (Fig. 20 A) ainsi qu'une densité importante d'hydrides sur l'ensemble du plafond (Fig. 21 A, C). Nous avons également observé *Clathrina clathrus*, une éponge encroûtante calcaire d'un jaune vif (Fig. 20 C) ainsi qu'une ascidie coloniale beige *Lissoclinum weigelei* (Fig. 21 B).



Figure 20 : Photographies du plafond situé sous la digue semi-flottante.
(A) Plan large d'une colonie de *Haliclona mediterranea* entouré d'une densité remarquable d'anémone bijoux rouges *Corynactis viridis* ; (B) *Haliclona mediterranea* ; (C) *Clathrina clathrus*, une éponge encroûtante calcaire d'un jaune vif entourée de l'éponge encroûtante *Spirastrella cunctatrix* et d'une colonie de *Balanophyllia europaea*.

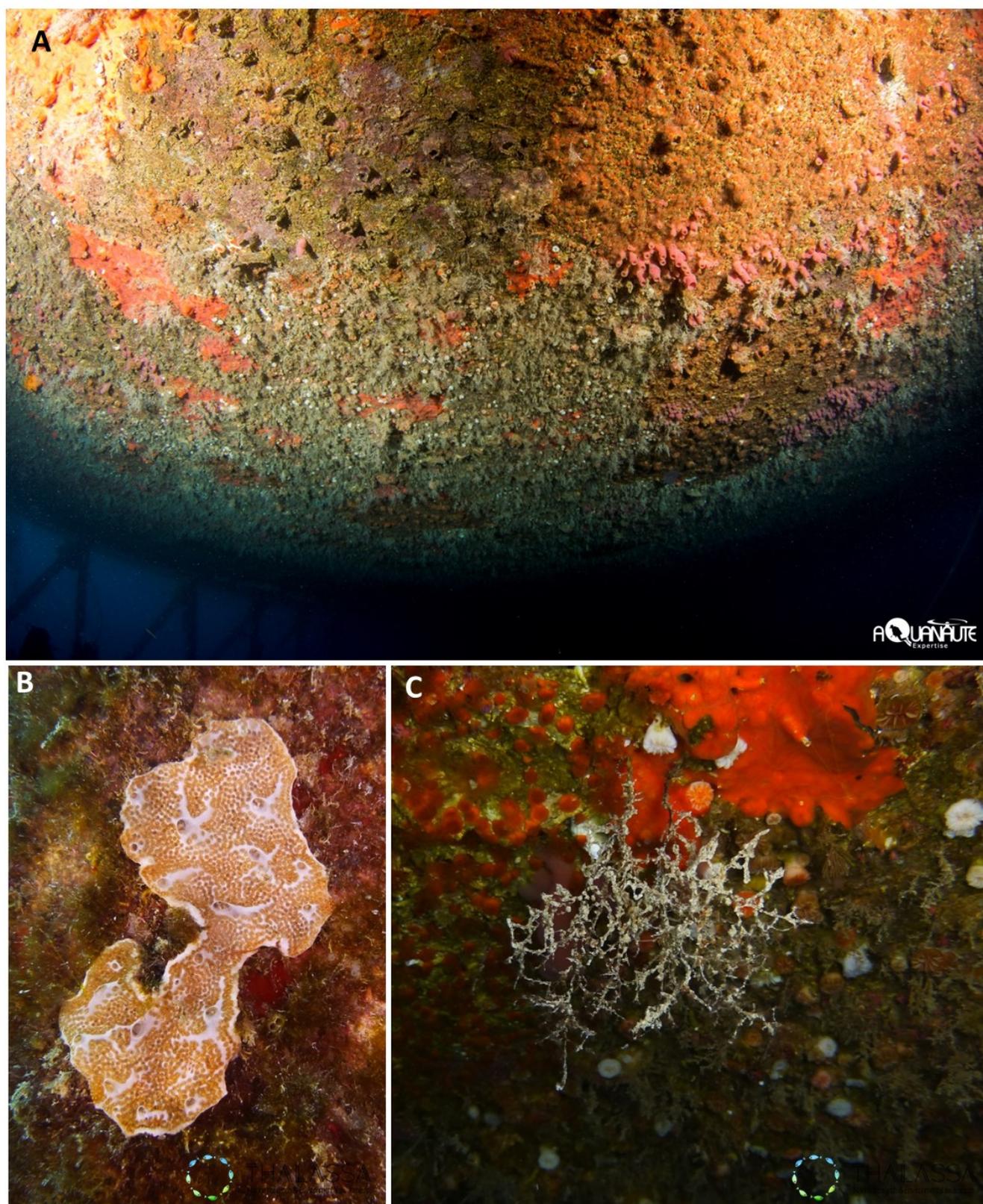


Figure 21 : Suite des photographies du plafond situé sous la digue semi-flottante.

(A) Plan large du plafond situé sous la digue colonisé notamment par des hydraires ; (B) Ascidie coloniale beige *Lissoclinum weigelei* (C) Hydraire entouré de l'éponge encroûtante *Spirastrella cunctatrix* (en haut à droite), d'une colonie de *Balanophyllia europaea* et d'anémone bijoux *Corynactis viridis* (en haut à gauche).

6.3.3 L'épave du Toulonnais

L'épave du Toulonnais est localisée au pied du Musée océanographique de Monaco, au cœur du périmètre de l'AME (Fig. 1 ; Fig. 22). Ce remorqueur de 27 m de long et de plus de 300 tonnes reposait depuis 1991 dans le port de Monaco quand le Gouvernement princier a décidé de procéder à son enlèvement pour 3 raisons principales :

- supprimer la gêne qu'il occasionnait dans le port ;
- créer un récif artificiel ;
- créer un site de plongée attractif.

En 2014, il a donc été déplacé depuis le port Hercule pour être immergé au pied du Musée océanographique par 30 m de profondeur sur une zone sableuse.



Figure 22 : Epave du Toulonnais immergée au pied du Musée océanographique de Monaco.

Afin de faciliter sa localisation et l'amarrage des bateaux de plongées, deux coffres ont été installés, un sur l'avant de l'épave et l'autre sur l'arrière (Fig. 23).



Figure 23 : Photographie des coffres d'amarrage du Toulonnais.

Le 5 juillet 2019, nous avons réalisé au cours d'une plongée le recensement visuel des peuplements de poissons autour et dans l'épave du Toulonnais. Les tailles et le nombre d'individus de toutes les espèces présentes à l'intérieur et à proximité immédiate de l'épave ont été notés afin d'estimer la biomasse totale présente en plus de la richesse spécifique.



Figure 24 : Recensement visuel des peuplements de poissons au Toulonnais réalisé par THALASSA.

Au total, nous avons observé 13 espèces de poissons autour de l'épave, représentant une biomasse de près de 84 kg de poissons (Tableau 8). Ce comptage unique permet seulement d'avoir un aperçu de la diversité présente sur l'épave du Toulonnais. A cette liste non exhaustive, nous pouvons ajouter d'autres espèces déjà observées à proximité de l'épave telles que le mérrou brun *Epinephelus marginatus*, le sar commun *Diplodus sargus* et le baliste commun *Balistes capriscus* identifié près de la chaîne d'une des bouées d'amarrage.

L'évaluation des peuplements de poissons pourrait s'inscrire dans le cadre d'un protocole de suivi à long terme de l'épave. Ce type d'observation directe, sans prélèvement, permet de mieux connaître la nature et l'importance de l'enrichissement des ressources en poissons provoqué par les récifs artificiels telle que l'épave du Toulonnais.

Tableau 8 : Données issues du recensement visuel des communautés de poissons autour de l'épave du Toulonnais réalisé le 5 juillet 2019.

Espèces	Taille	Nombre	Poids total (kg)
<i>Anthias anthias</i>	16	2000	67,422
<i>Boops boops</i>	15	20	0,543
<i>Chromis chromis</i>	9	1000	11,739
<i>Coris julis</i>	14	10	0,085
"	20	5	0,112
<i>Diplodus annularis</i>	12	10	0,301
<i>Diplodus vulgaris</i>	14	1	0,142
"	16	12	0,744
<i>Mullus surmuletus</i>	25	1	0,196
<i>Parablennius rouxi</i>	7	1	0,003
<i>Scorpaena scrofa</i>	35	1	0,777
<i>Serranus cabrilla</i>	12	1	0,018
"	18	1	0,065
<i>Spicara maena</i>	15	30	1,364
<i>Symphodus mediterraneus</i>	12	1	0,025
<i>Symphodus tinca</i>	20	1	0,449
Total		3095 individus	83,985 kg

Outre les peuplements de poissons, nous avons également observé la colonisation de l'épave par les organismes benthiques et notamment des bio-constructeurs. L'installation de certains animaux bio-constructeurs comme les bryozoaires, les serpulidés, les cnidaires, les éponges et les algues calcaires encroûtantes (Corallinacées ou Peyssonneliacées sont présentes sur l'épave) est un signe très encourageant démontrant que cet habitat est propice au développement d'un récif coralligène. Compte tenu de sa haute valeur patrimoniale, cet habitat d'intérêt communautaire (Directive 92/43/CEE) nécessiterait une gestion particulière et durable avec la mise en place, là encore, d'un suivi à long terme.

Nous avons aussi pu observer la diversité d'éponges présentes à l'extérieur de l'épave, tant au niveau du pont que de la coque. Nous avons noté la présence majoritaire d'éponges encroûtantes telles que *Crambe crambe* et *Phorbas tenacior* mais également des éponges charnues telles que *Chondrosia reniformis* et *Crella elegans* (Fig. 25). De plus, des cnidaires sont présents sur l'épave, avec notamment la présence de gorgone (*Eunicella verrucosa*) et de *Balanophyllia europaea*, communément nommé dent de cochon, à l'intérieur de la cabine (Fig. 26 A).

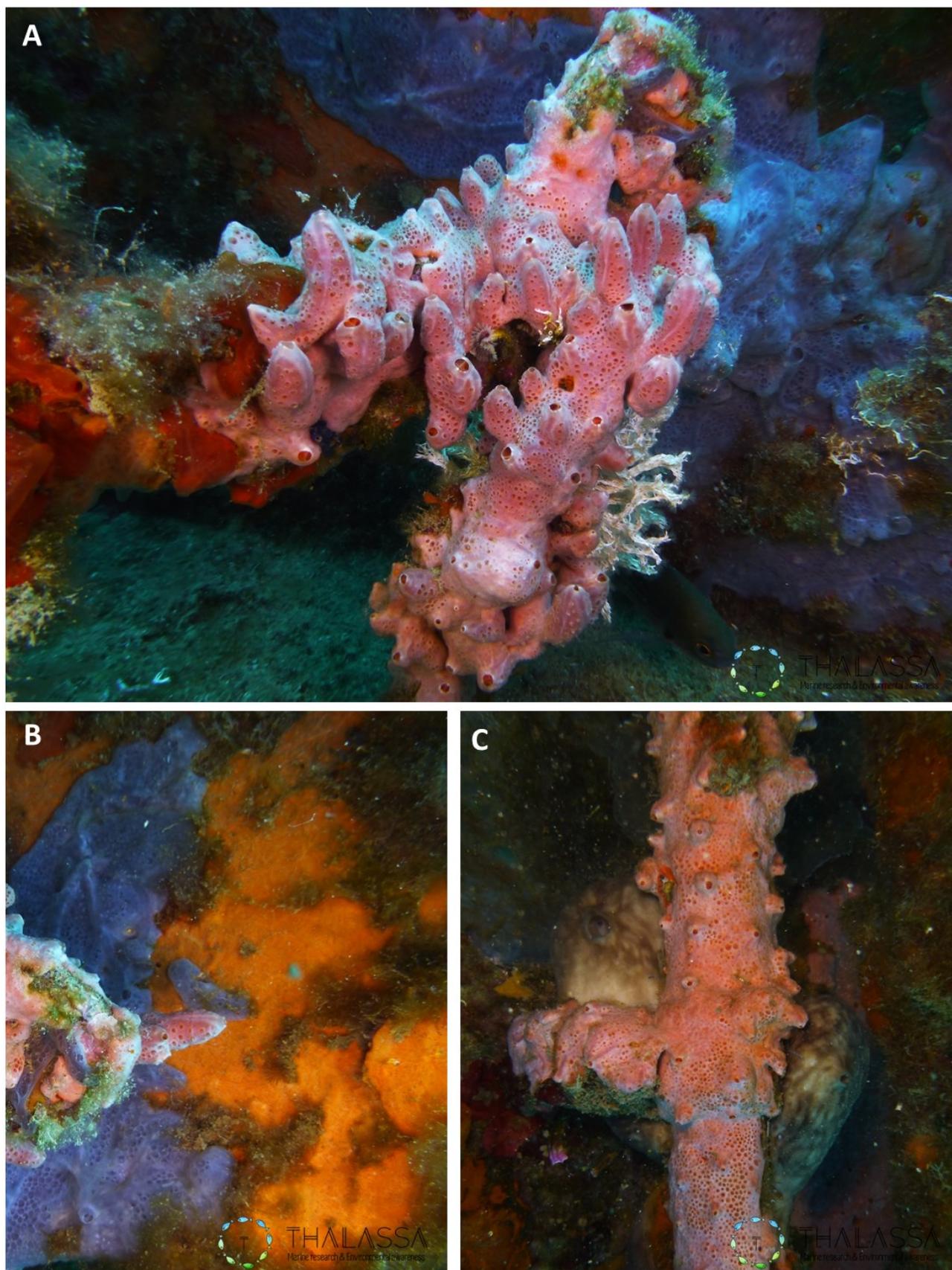


Figure 25 : Premiers stades de colonisation d'un habitat à coralligène à l'intérieur de la cabine du Toulonnais.
(A) L'éponge charnue *Crella elegans* et l'éponge encroûtante bleue *Phorbas tenacior* en arrière-plan ; (B) L'éponge encroûtante bleue *Phorbas tenacior* sur la gauche de l'image et le bryozoaire ; (C) L'éponge charnue *Crella elegans* et *Chondrosia reniformis* en arrière-plan.



Figure 26 : Photographies du Toulonnais.

(A) Photographie prise de l'intérieur du poste de pilotage ; (B) Photographie des *Anthias anthias* localisés sur le pont avant.

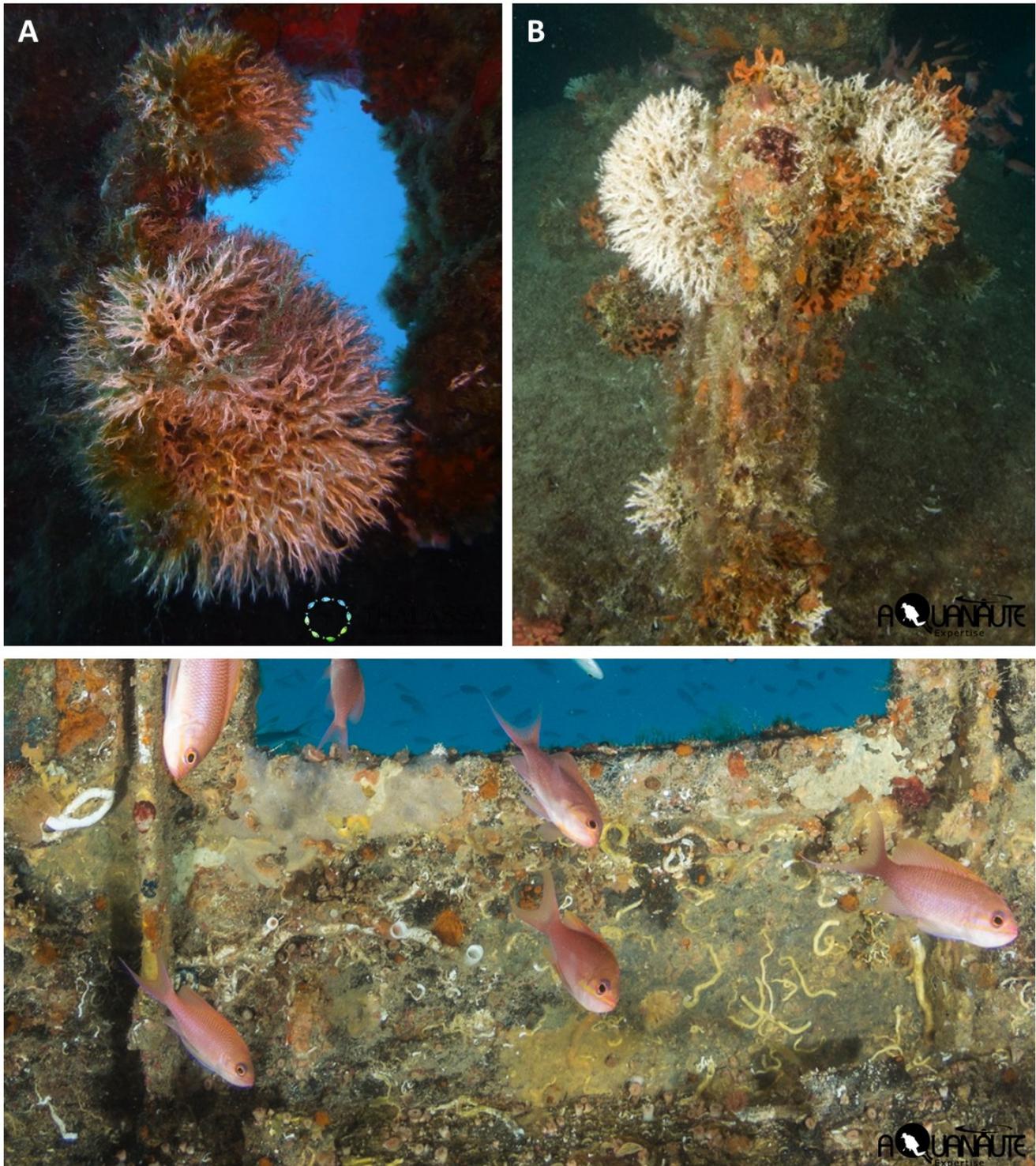


Figure 27 : Photographies des serpulidés présents sur le Toulonnais.

(A) Colonie de grande taille de salmacines sur le pont du Toulonnais ; (B) La Rose de mer *Pentapora fascialis* et des salmacines ; (C) Serpulidés présents à l'intérieur de la cabine de pilotage.

Concernant les algues encroûtantes, nous avons constaté la présence de *Lithophyllum*, un genre d'algues rouges de la famille des Corallinaceae. La présence de serpulidés et de salmacine a également été notée à plusieurs endroits sur l'épave (Fig. 27). Les salmacines sont des polychètes qui vivent en colonies fixées à l'intérieur de tubes calcaires cylindriques très fins et très fragiles en forme de pelote

(Fig. 27 A). Nous avons également observé la présence de plusieurs Bryozoaires tels que la Dentelle de Neptune *Reteporella grimaldii* et la Rose de mer *Pentapora fascialis* (Fig. 27 B). Cette dernière avait été vue en grande quantité en 2017 au niveau de l'hélice de l'épave mais lors de notre plongée, peu d'individus ont été observés au même endroit (Fig. 28). Etant donné la fragilité de ces organismes et la fréquentation importante du site par les plongeurs, leur régression pourrait être expliquée par des comportements inappropriés lors de la visite d'épave.

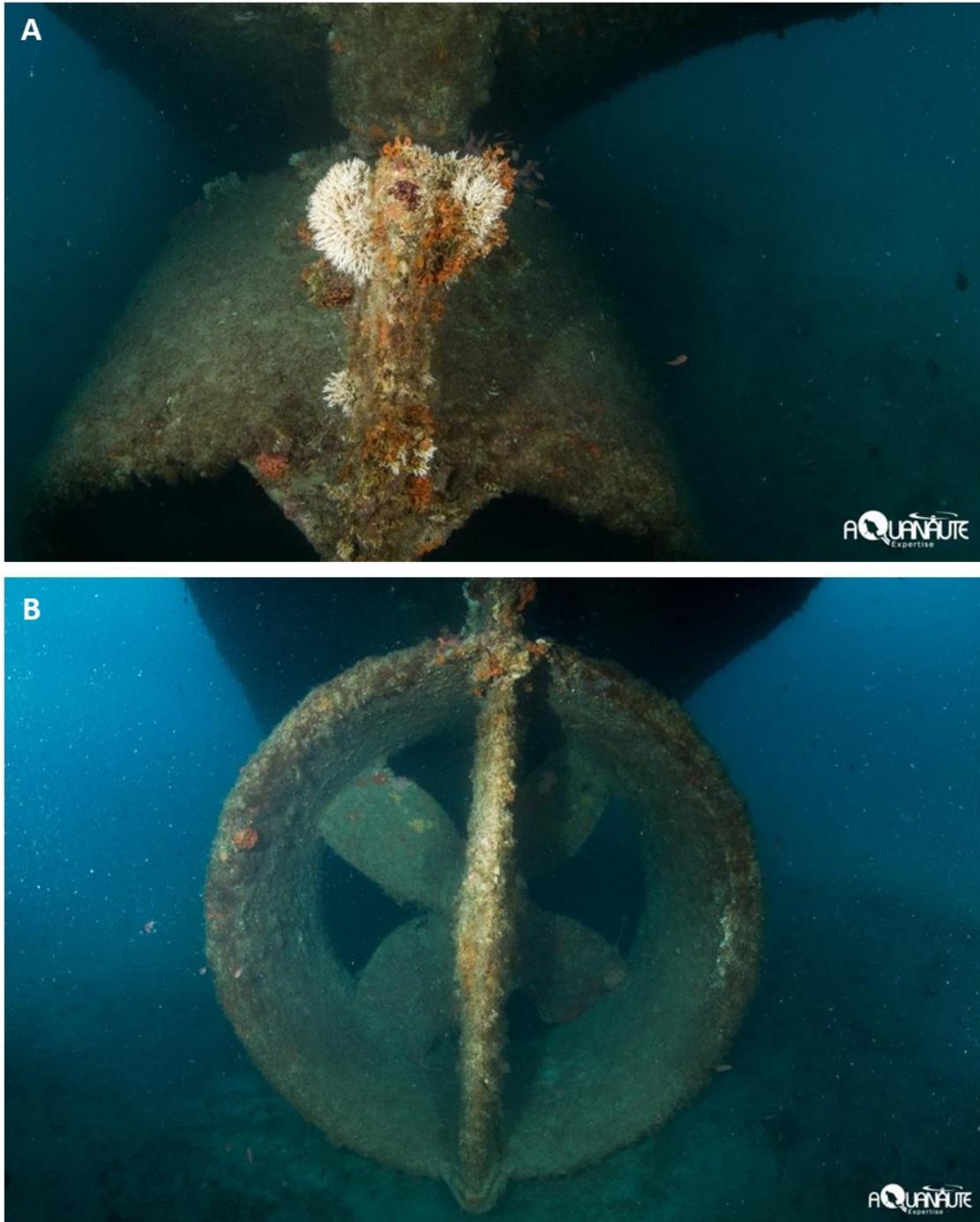


Figure 28 : Bryzoaire et serpulidés présents au niveau de l'hélice en juillet 2019.

(A) Faible présence de *Pentapora fascialis* et de salmacine sur la partie supérieure de l'hélice ; (B) Plan large de l'hélice dépourvue de Bryozoaires datant de juillet 2019.

7. Espèces non-indigènes présentes dans l'AME et son voisinage

Depuis l'ouverture du canal de Suez en 1869, une invasion continue d'espèces non-indigènes en provenance de la mer Rouge et de l'océan Indien se produit dans la mer Méditerranée. Ce lien artificiel établi par l'Homme a éliminé la barrière géographique naturelle qui séparait la faune et la flore indopacifique de la Méditerranée. Ceci a entraîné une introduction d'organismes marins dans la Méditerranée qui est connue sous le nom de migration lessepsienne (Por, 1990).

Aujourd'hui, la distribution et les impacts des espèces lessepsiennes est une problématique majeure en matière de conservation. L'absence de prédateur pour ces espèces dans leur nouvel environnement augmente fortement leur succès d'établissement et certaines d'entre elles deviennent nuisibles à la biodiversité autochtone. Ces espèces sont alors nommées espèces invasives.

Elles provoquent des perturbations de natures différentes comme la concurrence, la prédation, l'hybridation ainsi que le déplacement d'espèces locales (Pimentel, 2002). Nous présentons ci-dessous les différentes espèces non-indigènes dont la présence a été rapportée au sein de l'AME et ses alentours.

7.1 *Percnon gibbesi*

Le crabe *Percnon gibbesi* possède une répartition subtropicale puisqu'on le trouve naturellement sur la côte pacifique du Chili à la Californie, dans l'Atlantique Ouest du Brésil à la Floride et dans l'Atlantique Est du golfe de Guinée à Madère (Manning & Holthuis, 1981). C'est un crabe extrêmement plat aux couleurs vives (marques jaunes caractéristiques au niveau des articulations), rapide et agile (Fig. 29). Il vit dans les premiers mètres de profondeur et privilégie les fissures ou les petites cavités rocheuses colonisées par des algues dures ou souples sur lesquelles il se nourrit (Félix-Hackradt et al., 2018).



Figure 29 : *Percnon gibbesi*, Linosa, Sicile (Italie) (©Wikimedia)

Certainement entré en Méditerranée via le détroit de Gibraltar, il est aujourd'hui considéré comme une espèce envahissante en Méditerranée. Il a été observé pour la première fois sur l'île de Linosa (Italie) en 1999 (Relini et al. 2000). Par la suite, des observations ont été faites le long de la façade nord de la Méditerranée (Sicile, Sardaigne, île de Malte, Grèce) jusqu'à la Méditerranée orientale (Turquie,

Liban, Egypte) et dans le Sud en Algérie (Félix-Hackradt et al., 2018). Des observations ont également été reportées en Provence et sur la Côte d'Azur, notamment à Fréjus depuis 2013 et Villefranche-sur-Mer depuis 2015. Concernant la côte Monégasque, une observation a été faite en juillet 2019 au niveau de l'AME sur les premiers blocs de roche à l'ouest du Solarium dans 1 m de profondeur (rapporté par le Pr. Patrice Francour à la suite d'une randonnée PMT).

Pour l'heure, aucun impact négatif n'a pu être démontré de la présence de *Percnon gibbesi* sur les invertébrés natifs (Félix-Hackradt et al., 2018). Cependant, comme toute signalisation de l'établissement d'espèces non-indigènes, la mise en place d'une enquête de surveillance à long terme des populations de *P. gibbesi* est cruciale pour assurer la conservation des espèces locales d'invertébrés indigènes.

7.2 *Ganonema farinosum*

Ganonema farinosum est une macroalgue rouge (Rhodophyta) mucilagineuse relativement rare (Fig. 30). Elle est présente au printemps et en été, le reste de l'année, l'espèce est probablement maintenue sous une forme microscopique, bien que celle-ci n'ait jamais été identifiée dans la nature (Rodriguez-Prieto et al., 2010). Elle possède un thalle érigé, moyennement calcifié mais flexible qui peut atteindre 30 cm. De couleur rougeâtre et blanchâtre, elle possède un axe cylindrique creux, atteignant 2,5 mm de diamètre. *G. farinosum* est considérée par certains experts comme une espèce non-indigène car originaire de l'Indo-Pacifique mais ce statut est aujourd'hui discuté. En effet, *G. farinosum* (anciennement *Liagora farinosa*) a été récolté en Turquie en 1808, avant même l'ouverture du canal de Suez en 1869 (Verlaque, 1994; Cormaci et al., 2004) et pourrait ainsi appartenir à un stock de reliques datant de l'ère tertiaire (Verlaque, 1994). Sans preuve génétique sur son origine, cette espèce doit donc être considérée, à défaut, comme une espèce cryptogénique.



Figure 30 : *Ganonema farinosum*, sous le Musée océanographique de Monaco.
©Stéphane JAMME.

Cette espèce a été observée dans différents pays de Méditerranée occidentale, dernièrement en Italie sur l'île de Bergeggi (Mussat Sartor et al., 2016) et également sur le littoral monégasque au sein de l'AME. En effet, nous avons pu observer sa présence du Solarium jusque sous le Musée océanographique où elle colonise la partie supérieure des blocs rocheux. A l'Est du Musée océanographique, les patchs observés couvrent parfois plusieurs mètres carrés de roche et ne semblent pas avoir d'impact négatif sur le reste des communautés algales. Afin de certifier qu'il s'agit bien de *Ganonema farinosum* et non pas d'une *Liagora* spp., un prélèvement serait nécessaire pour un séquençage génétique.

7.3 Les Caulerpes

7.3.1 *Caulerpa cylindracea*.

Le genre *Caulerpa* comporte près d'une centaine d'espèces et de variétés, répandues dans les mers tempérées et surtout les mers chaudes. On peut distinguer sur ces algues vertes les stolons courant sur le substrat, les frondes dressés assimilés à des feuilles et ancrés sur le substrat, des rhizoïdes qui jouent le rôle fonctionnel de racines (Gravez et al., 2005) (Fig. 31). Dans le genre *Caulerpa*, lorsqu'une partie de l'appareil végétatif est sectionnée, la cicatrisation est alors rapide permettant à la bouture de se développer indépendamment. Cette particularité lui permet d'accroître ses capacités de dissémination et de coloniser de nouveaux environnements même très distants du site d'origine.

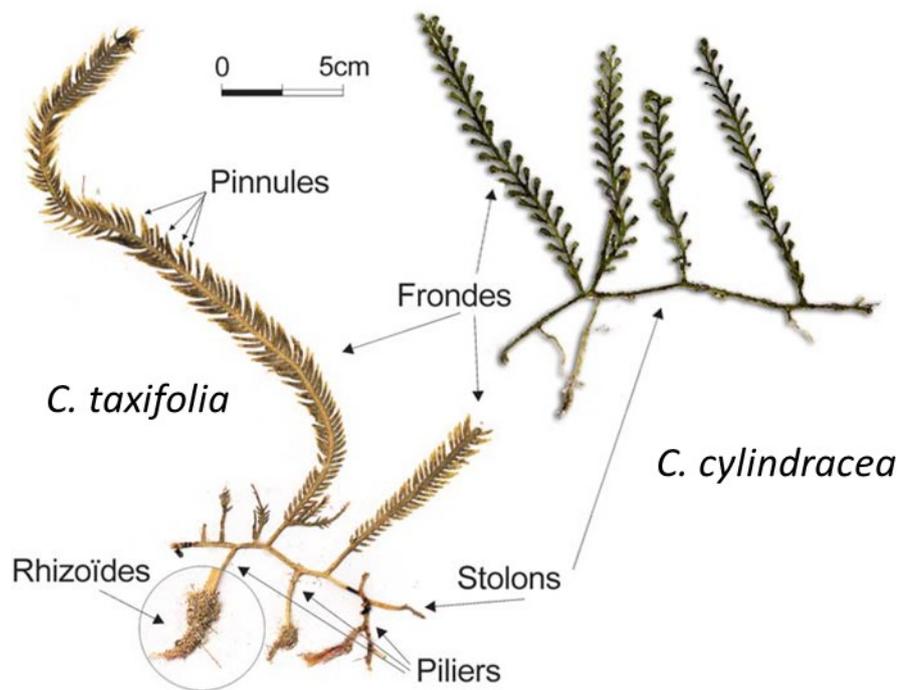


Figure 31 : Structures observables chez *Caulerpa taxifolia* et *C. cylindracea*.
Extrait de Gravez et al. (2005).

En Méditerranée, deux espèces de *Caulerpa* sont indigènes de façon certaine : *Caulerpa prolifera* et *C. ollivieri*. Par contre, *Caulerpa cylindracea* (ex. *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*) et *C. taxifolia* sont considérées comme des espèces non-indigènes et envahissantes.

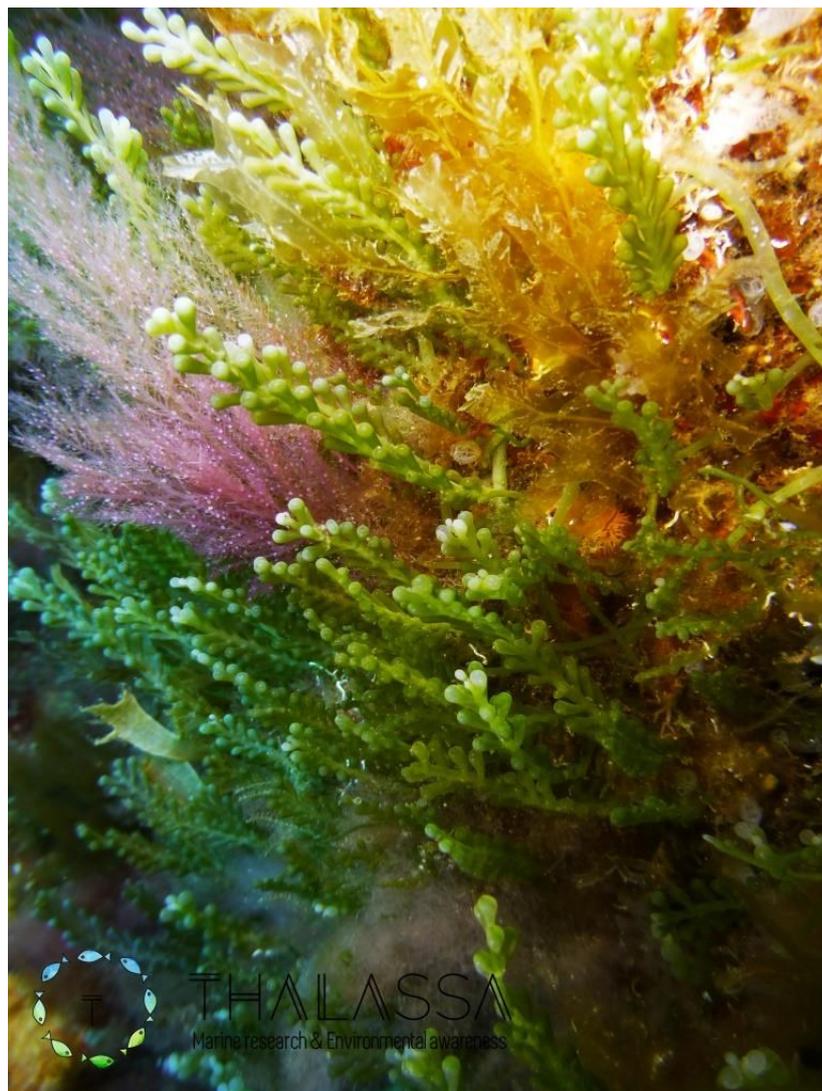


Figure 32 : *Caulerpa cylindracea* dans le Parc National de Port-Cros.

C. cylindracea appelé raisin de mer (Fig. 32) a été observée pour la première fois en 1990 en Libye (Nizamuddin, 1991) en provenance des côtes Sud-Ouest de l'Australie (Klein & Verlaque, 2008). Cette souche envahissante s'est depuis rapidement étendue en Méditerranée colonisant tous les habitats et les substrats disponibles. En 2006, elle avait déjà été observée dans 13 pays méditerranéens (Albanie, Algérie, Chypre, Croatie, Espagne, France, Grèce, Italie, Libye, Malte, Monténégro, Tunisie et Turquie) (Cottalorda et al., 2008). Lors de la dernière mission de grande ampleur menée en 2007, Cottalorda et al. (2008) ont identifié de nouvelles zones colonisées par *C. cylindracea* dont une à Monaco le 9/11/2007 à 33 m de profondeur à l'est de la Réserve du Larvotto ainsi qu'aux alentours à Roquebrune-Cap-Martin et Cap-d'Ail. Cet état des lieux de la colonisation de *C. cylindracea* représentait au total plus de 13530 ha et près de 215 km de surface et linéaire des côtes françaises (Cottalorda et al., 2008) (Fig. 33). Depuis 2007, aucun suivi majeur n'a été mené pour connaître l'évolution des zones colonisées à Monaco.

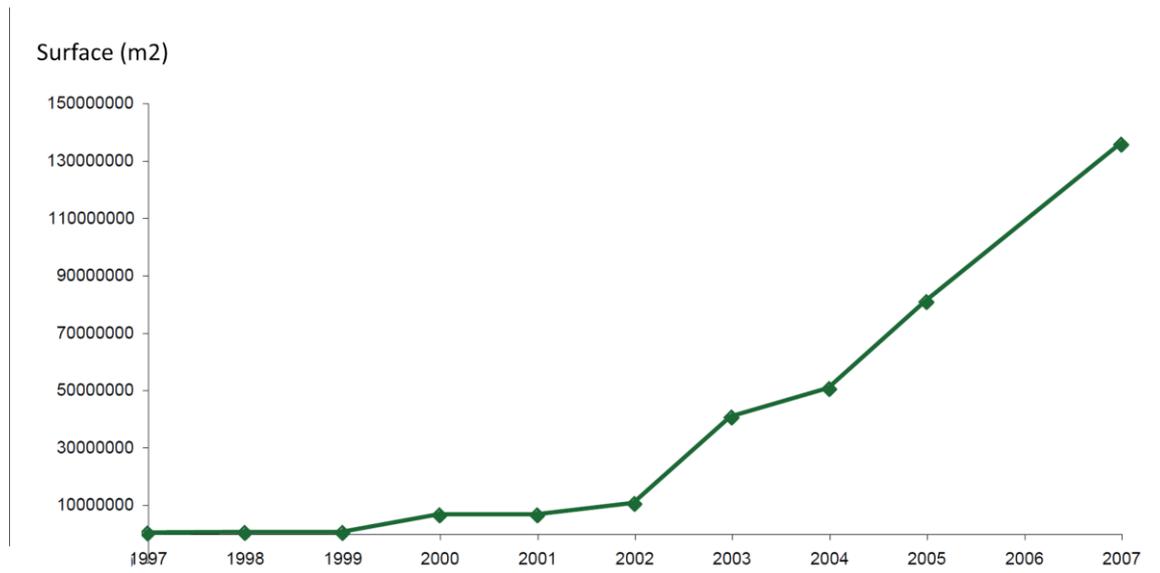


Figure 33 : Evolution de la surface de côtes françaises concernées par *Caulerpa cylindracea*.
 Evolution exprimée en surface (en m²) entre 1997 et 2007, graphique extrait de Cottalorda et al. (2008).

Compte tenu de son impact potentiel et de sa propagation rapide sur les assemblages d'espèces locales, *C. cylindracea* compte parmi les 100 espèces les plus envahissantes de la mer Méditerranée (Streftaris and Zenetos, 2006). *C. cylindracea*, tout comme *C. taxifolia*, sont de puissants concurrents. Dans les zones colonisées, ils tendent à éliminer les espèces indigènes et constituent souvent des lits monospécifiques (Verlaque & Fritayre, 1994).

Récemment, une étude préliminaire de Santamaría et al. (2018) semble démontrer que certains poissons tels que la saupe *Sarpa salpa* pouvaient jouer un rôle de contrôle de cette espèce seulement dans les premiers mètres de profondeur. En effet, des fragments de cette algue ont été retrouvés dans les estomacs des saupes en quantités suffisamment importantes pour que ce ne soit pas accidentel (Santamaría et al., 2018). Cependant, d'autres études démontrent que les capacités intrinsèques de propagation de cette algue compensent voire dépassent la perte de biomasse due au broutage des herbivores expliquant son développement rapide en Méditerranée (Bulleri & Malquori, 2015).

7.3.2 *Caulerpa taxifolia*



Figure 34 : *Caulerpa taxifolia* près d'un herbier de *Posidonia oceanica* (Saint-Jean-Cap-Ferrat).

C. taxifolia a été observée pour la première fois en 1984 dans les eaux monégasques, au pied du Musée océanographique de Monaco (1ère signalisation en Méditerranée) et est rapidement devenue l'une des espèces exotiques marines les plus notoires de la Méditerranée, surnommée « l'algue tueuse » par les médias en raison de sa propagation rapide et de son impact sur les herbiers marins (Meinesz et al., 1993) (Fig. 34). Comme *C. cylindracea*, *C. taxifolia* compte parmi les 100 espèces les plus envahissantes de la mer Méditerranée (Streftaris and Zenetos, 2006). Cette algue originaire du Sud-Est australien se développe sur tous types de fonds jusqu'à 40 m de profondeur et est aujourd'hui présente en Méditerranée occidentale, orientale ainsi que dans le sud en Tunisie (Meinesz et al., 2001 ; Cevik et al., 2007). A Monaco, entre 1992 et 1998, elle a colonisé plusieurs hectares des petits fonds monégasques et de leurs environs (Cottalorda et al., 2008) (Fig. 35).

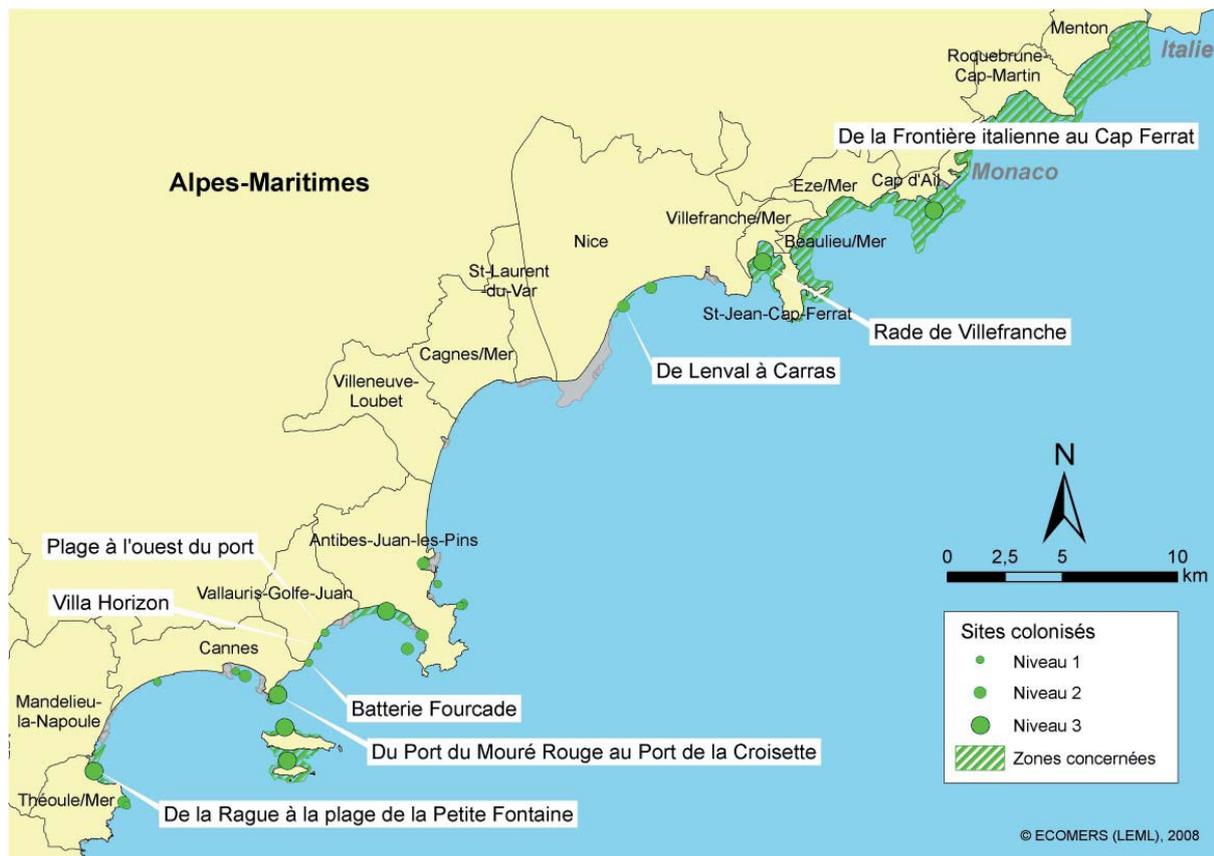


Figure 35 : Situation de l'extension de *Caulerpa taxifolia* au 31 décembre 2007.
Figure extraite de Cottalorda et al. (2008).

Du point de vue écologique, des études ont démontré qu'elle entraine en concurrence avec la plupart des algues et qu'elle pouvait pénétrer dans les herbiers de *Posidonia oceanica* et de cymodocée. La faune subit alors d'importants changements, en particulier la faune fixée. Contrairement à ce qui se produit en Australie, les substances toxiques que contient l'algue, notamment la caulerpenyne, empêchent toute prédation des poissons herbivores méditerranéens entraînant une déstabilisation du réseau trophique et une diminution de l'abondance de certains poissons. Les paysages deviennent alors monochromes et monotones impactant le secteur de la pêche et de la plongée sous-marine puisque les sites colonisés ne présentent plus d'intérêt et sont délaissés au profit de sites plus riches et plus diversifiés (Meinesz et al., 2010).

Selon certains observateurs, le phénomène rapide d'expansion de cette espèce s'est inversé vers les années 2000 jusqu'à observer une régression sur certaines zones géographiques. Depuis 2004, *C. taxifolia* a ainsi disparu de plusieurs localités et la surface globale de couverture a régressé d'environ 80 % (Meinesz et al. 2010) y compris sur de nombreux sites du littoral de Provence-Alpes-Côte d'Azur.

7.5 *Fistularia commersonii*

Fistularia commersonii est un poisson carnivore originaire de l'Indopacifique considéré comme un prédateur de haut niveau trophique. Il peut atteindre une taille de 160 cm, se rencontre de la surface jusqu'à plus de 100 m de profondeur et se nourrit d'une large variété de proies, comprenant des petits poissons et des crustacés (essentiellement calmars et crevettes) (Fig. 36).



Figure 36 : *Fistularia commersonii* observé dans l'aire marine protégée de Kaş-Kekova (Turquie).

Son introduction en Méditerranée date des années 2000. Il a été capturé pour la première fois en janvier 2000 par 35 m de profondeur par un pêcheur le long des côtes israéliennes. Cet individu est venu de Mer Rouge par le canal de Suez (Golani, 2000). Depuis, cette espèce s'est rapidement répandue dans toute la Méditerranée, à travers l'Est, le centre et l'Ouest du bassin méditerranéen (Azzuro et al., 2013) (Fig. 37).

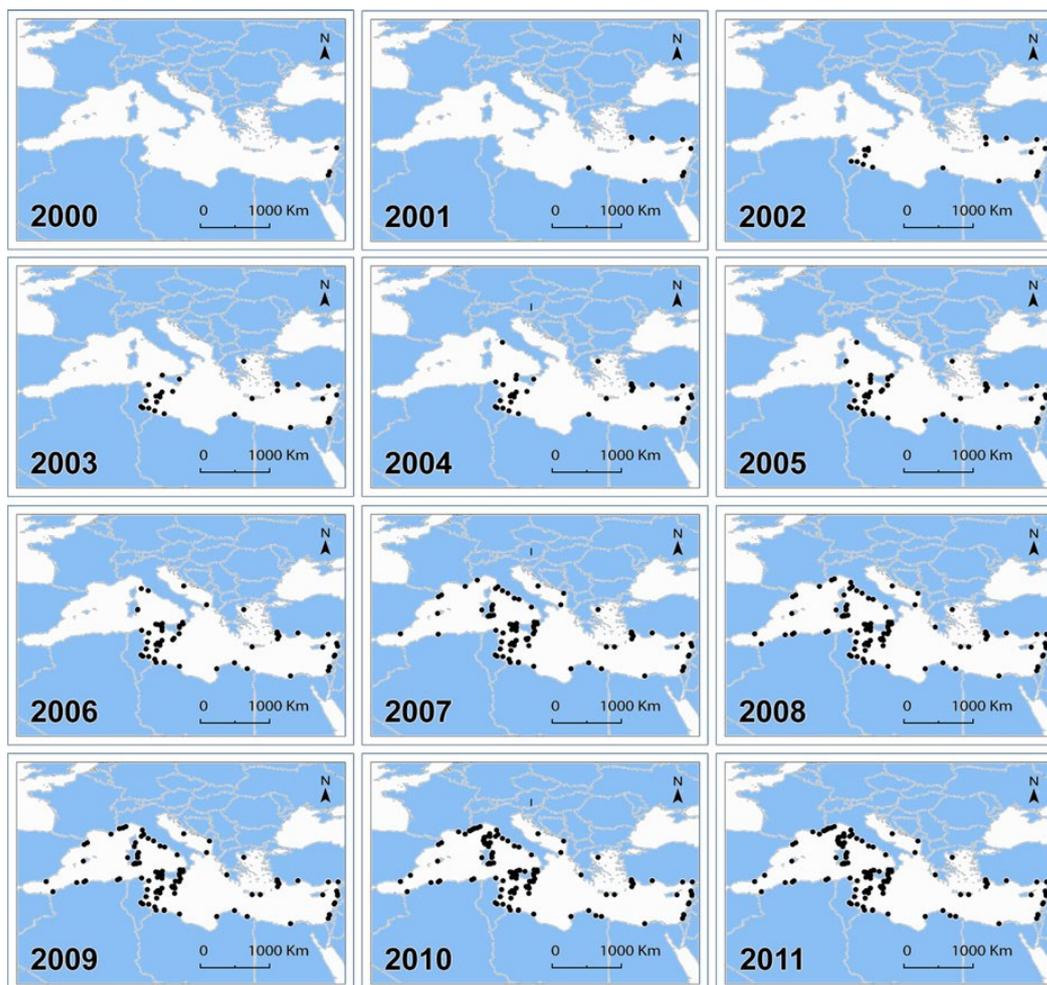


Figure 37 : Observations cumulées de *Fistularia commersonii* en Méditerranée de 2000 à 2011 (Azzuro et al., 2013).

En 2007, *F. commersonii* a été observé pour la première fois le long des côtes françaises à Porquerolles (Bodilis et al., 2011). A partir de 2010, plusieurs observations ont été faites le long du littoral monégasque : en octobre 2010, 3 individus de 95 cm ont été capturés par 23 m de profondeur au filet par Gérard Rinaldi à Cap d'Ail ; en 2015, un individu de 110 cm a été vu en surface dans le port Hercule (rapporté par le Musée océanographique) ; en novembre 2016, 2 individus de 90 cm environ ont été observés sur le tombant du Loews par le CESSM (rapporté par Stéphane Dompé) ; en décembre 2016, 1 individu de 90 cm a été observé à l'Ouest du Larvotto sur les éboulis de l'émissaire (rapporté par le Pr. Patrice Francour et Jacqueline Gautier-Debernardi).

D'un point de vue écologique, *F. commersonii* est considéré comme une espèce qui s'est très bien adaptée à l'environnement Méditerranéen. L'analyse de son régime alimentaire, par l'étude des contenus stomacaux des individus capturés en Méditerranée, révèle la présence d'une grande variété de proies (41 taxa), *Spicara smaris* et *Boops boops* étant les plus importants (Bariche et al., 2009). L'invasion de *F. commersonii* peut avoir un effet important sur la structure et la dynamique des populations des communautés autochtones, mais il semble prématuré de prédire l'impact potentiel sur les écosystèmes ou les pêcheries en Méditerranée (Bariche et al., 2009).

8. Informations sur la qualité des eaux de l'AME

La protection, la restauration et l'amélioration de la qualité des masses d'eau sont fondamentales pour le fonctionnement des écosystèmes et la gestion des ressources d'eau. L'établissement de la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE, 2000/60 / CE) reconnaît la nécessité de gérer les masses d'eau (telles que les rivières et les eaux côtières) dans les États membres de l'UE et les pays voisins, y compris à Monaco.

8.1 Évaluation de la qualité écologique des eaux de l'AME

Selon la directive-cadre européenne, les éléments clés de la qualité biologique (par exemple, les invertébrés benthiques, les macroalgues) doivent être évalués afin de déterminer l'état écologique des eaux côtières. En Méditerranée, un indice basé sur les macroalgues, la méthode CARLIT (« Cartographie des communautés littorales rocheuses dominées par des macroalgues ») a été développé et régulièrement mis en œuvre en tant que programme de surveillance dans plusieurs pays, tels que l'Italie (par exemple Asnaghi et al. 2009 ; De La Fuente et al 2018), la France (e.g. Thibaut et al. 2008 ; Thibaut & Blanfuné, 2014), l'Espagne (Bermejo et al., 2013 ; Ballesteros et al., 2007) et l'Albanie (Blanfuné et al., 2016). Entre juillet et août 2019, nous avons utilisé la méthode CARLIT pour évaluer la qualité des masses d'eau de l'AME. Les observations ont été réalisées en palmes masque et tuba et notées sur des plaquettes immergeables. Des photos ont également été prises pour illustrer les différentes communautés algales rencontrées.

8.1.1 Détails de la méthode CARLIT

La méthode CARLIT est une méthode non destructive basée sur l'observation d'une ou de plusieurs communautés de macroalgues, utilisée comme élément de qualité, et la longueur de côte occupée par chaque communauté de macroalgues dominante (Ballesteros et al., 2007; Nikolić et al., 2013) (Tableau 9 ; Fig. 38). Pour chaque communauté, un niveau de vulnérabilité est attribué en fonction de la sensibilité aux stress environnementaux, de 1 (le moins vulnérable ; espèces opportunistes) à 20 (très vulnérable ; algues du genre *Cystoseira*) (Tableau 9). En d'autres termes, cette méthode repose sur le fait que les communautés particulièrement sensibles aux perturbations seront rapidement remplacées par des communautés dominées par des espèces tolérantes au stress et, en cas de perturbations extrêmes, laissant la place à des espèces opportunistes pour coloniser l'habitat (Asnaghi et al. 2009).

Tableau 9 : Niveaux de sensibilité des communautés utilisées dans la méthode CARLIT le long des côtes françaises continentales de Méditerranée.

D'après Ballesteros et al. (2007) et Thibaut & Blanfuné (2014).

Communautés ou espèces	Niveau de sensibilité (SL)
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> _5	20
Trottoir à <i>Lithophyllum</i>	20
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> _4	19
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> _3	15
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> _2	12
<i>Cystoseira compressa</i>	12
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> _1	10
<i>Corallina elongata</i>	8
Algue photophile	8
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6
<i>Lithophyllum incrustans</i>	6
Corallines encroûtantes	6
Autres algues encroûtantes	6
Algues vertes	3
Cyanobactéries	1



Figure 38 : Illustration des Espèces et communautés considérées dans la méthode CARLIT.

(A) *Cystoseira amentacea* var. *stricta* ; (B) *Cystoseira compressa* ; (C) Trottoir à *Lithophyllum* ; (D) *Corallina elongata* ; (E) Algues photophiles ; (F) Les moules *Mytilus galloprovincialis* ; (G) Corallines encroûtantes ; (H) Algues vertes.

Une évaluation de la qualité de l'environnement (notée « EQ ») est calculée pour chaque secteur côtier ou chaque masse d'eau (équation 1) (Ballesteros et al., 2007).

Équation 1 : $EQ = \sum (l_i * SL_i) / \sum l_i$ avec l_i = longueur de trait de côte occupée par la catégorie de communauté i et SL_i = niveau de sensibilité de la catégorie de communauté i .

Ensuite, et conformément aux consignes de la Directive-cadre sur l'eau, un ratio de qualité écologique (notée « EQR ») i.e., la relation entre les valeurs observées des paramètres biologiques et celles des conditions de référence (Tableau 10) pour une masse d'eau, est déterminée selon la formule suivante (équation 2) :

Équation 2 : $EQR = [\sum (EQ_{ssi} * l_i) / EQ_{rsi}] / \sum l_i$ avec :

- i situation morphologique de la côte étudiée,
- EQ_{ssi} EQ sur le site d'étude pour la situation i ,
- EQ_{rsi} EQ sur le site de référence pour la situation i ,
- l_i Longueur de la côte étudiée dans la situation i .

Tableau 10 : EQ de référence calculé pour chaque type morphologique de la côte (Thibaut et al. 2010).

Situation géomorphologique	Morphologie de la côte	EQ _{réf}
1	Blocs décimétriques naturels ou artificiels	12,2
2	Côte basse naturelle ou artificielle	16,6
3	Côte haute naturelle ou artificielle	15,3

Le EQR, exprimé sous forme de valeur numérique comprise entre 0 et 1, est ensuite utilisé pour classer le statut écologique (ES) des masses d'eau, allant d'un état écologique élevé à un mauvais état écologique (Tableau 11).

Tableau 11 : EQR et statut écologique.

EQR	Statut écologique
> 0,75 – 1	Très bon
> 0,60 – 0,75	Bon
> 0,40 – 0,60	Moyen
> 0,25 – 0,4	Médiocre
0,0 – 0,25	Mauvais

8.1.2 Résultats obtenus pour les eaux de l'AME

La cartographie des communautés benthique a été réalisée sur l'ensemble du littoral de l'AME et des photographies ont été prises à 50 cm de profondeur pour illustration (Fig. 39). Plus de 80% du linéaire côtier de l'AME est artificiel. Des roches naturelles sont présentes au pied du Musée océanographique qui contraste avec le Solarium, un milieu 100% artificiel. Nous avons observé que 25,8 % du littoral étudié est peuplé de forêts de *Cystoseira*, principalement de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* (Tableau 12). Les algues photophiles (hors *Cystoseira*) ont été enregistrées sur 29,1 % et les algues corallines sur 17 % du littoral étudié. Des algues vertes ont été trouvées dans moins de 2 % du littoral de l'AME. Les bancs de moules couvraient l'intégralité de la zone du Solarium, correspondant à 26,7 % de la zone totale étudiée (Tableau 12 ; Fig. 39).

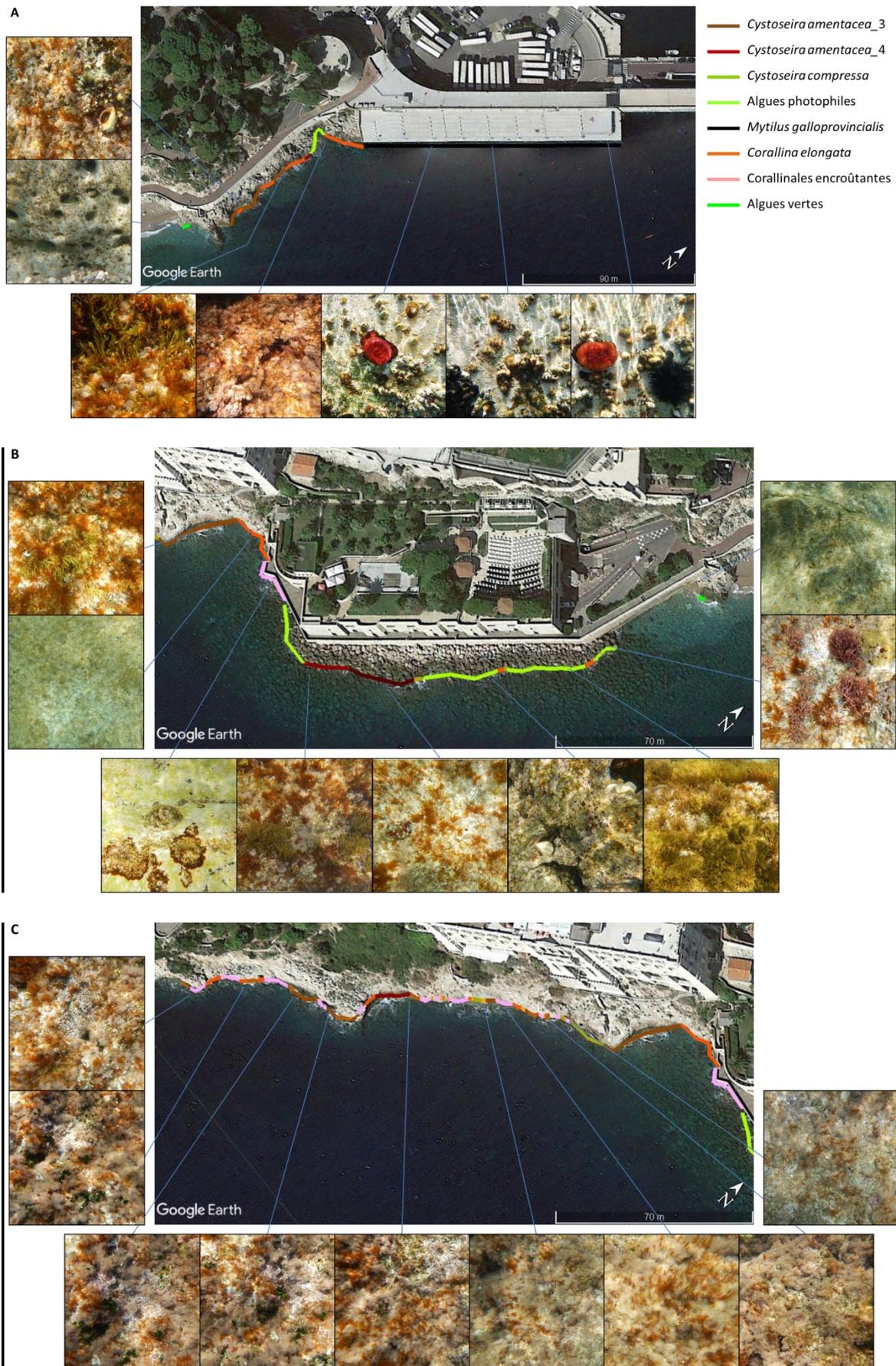


Figure 39 : Cartographies des communautés benthiques le long du littoral de l'AME.
 (A) Zone du Solarium ; (B) Zone de la plage des Pêcheurs ; (C) Zone du Musée océanographique.

L'évaluation du statut écologique par l'application de la méthode CARLIT montre que les masses d'eau de l'AME sont dans un bon état écologique (EQR = 0,65). Ce bon état écologique est principalement dû à la forte présence de forêts de *Cystoseira* sous le Musée océanographique et dans la zone des Pêcheurs (parking + plage), la colonisation atteignant des valeurs 39% et 29%, respectivement, contrastant avec l'absence de *Cystoseira* dans la zone du Solarium. La forte présence de *Cystoseira* révèle un environnement stable, malgré l'artificialisation de zones adjacentes et la présence à proximité des deux ports de la Principauté de Monaco (port de Fontvieille et port Hercule).

Tableau 12 : Le pourcentage de côte occupée par chaque espèce ou communautés observées dans les masses d'eau de l'AME.

Communautés ou espèces	Longueur du littoral (m)	% Longueur du littoral
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	31,61	6,2
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	85,6	16,9
<i>Cystoseira compressa</i>	13,3	2,6
<i>Corallina elongata</i>	66,86	13,2
Algues photophiles	147,47	29,1
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	135	26,7
Corallinales encroûtantes	19,2	3,8
Algues vertes	7,48	1,5

À ce jour, deux études ont évalué la qualité écologique des masses d'eau depuis Cap d'Ail jusqu'à la frontière Est de la Principauté de Monaco, incluant le périmètre de l'AME. La première date de 2008 (Thibaut et al., 2008) et la seconde de 2012 (Thibaut & Blanford, 2014) (Fig. 40). Dans ces deux rapports, l'état écologique des masses d'eau était modéré (2008 : EQR = 0,49 ; 2012 : EQR = 0,50), alors que notre étude qualifie les masses d'eau d'un bon état écologique (EQR = 0,65). Les précédentes études considéraient l'intégralité du littoral monégasque colonisé par des espèces peu sensibles, telles que *Corallina elongata* (46,7%) et des corallinales encroûtantes (29,7%) et des forêts de *Cystoseira* (macroalgue la plus sensible considérée dans la méthode CARLIT) quasi exclusive des masses d'eau à l'intérieur de l'AME. (Fig. 38 ; Thibaut et Blanford, 2014). Ces différences dans les communautés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AME expliquent le EQR plus élevé et le bon état écologique des masses d'eau dans notre étude qui s'est focalisée sur les masses d'eau de l'AME. Néanmoins, les travaux de construction liés à l'extension en mer de la Principauté de Monaco, adjacents aux masses d'eau de l'AME, pourraient avoir un impact sur les communautés de macroalgues présentes, en raison de l'augmentation de l'eutrophisation et de la turbidité. Par conséquent, le monitoring sur les communautés de macroalgues de l'AME est recommandé. CARLIT constitue un outil valable et non destructif pour évaluer l'évolution des communautés de macroalgues et pourrait fournir des informations précises aux « gestionnaires » de l'AME.

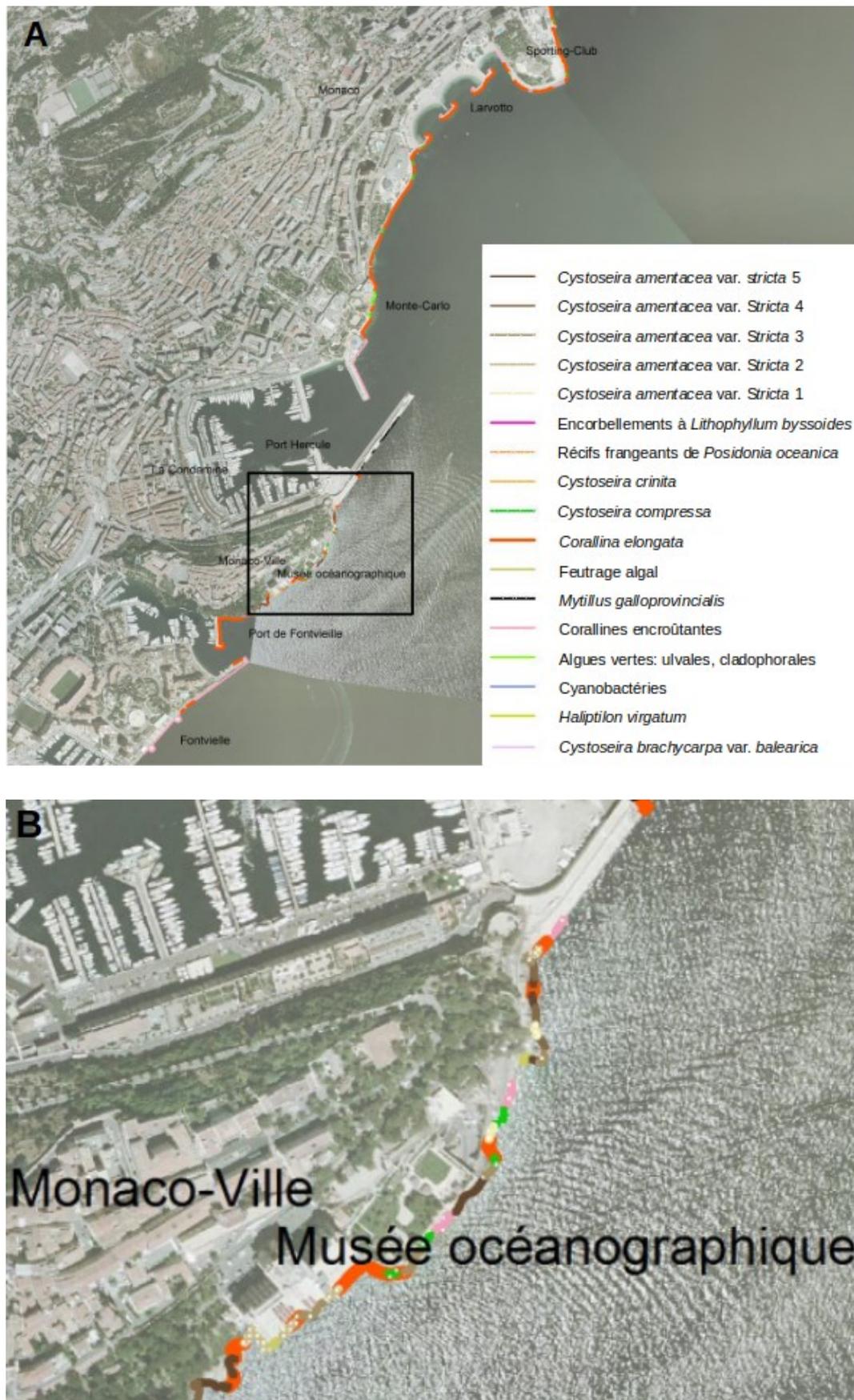


Figure 40 : Cartographie des espèces ou communautés présentes dans la masse d'eau.

(A) Représentation cartographique des communautés présentes dans la Principauté de Monaco (données de 2012) ; (B) Agrandissement du littoral de l'AME (modifié d'après Thibaut & Blanfuné, 2014).

8.2 Qualité des eaux de baignade

Les informations ci-après concernant la qualité de eaux de baignades en Principauté de Monaco ont été extraites de « l'Environnement en Principauté de Monaco - Recueil de données 2018 » réalisé par la Direction de l'Environnement de Monaco.

Le suivi bactériologique de la qualité des eaux de baignade a été initié de façon ponctuelle au début des années 1970 en Principauté. Ces analyses avaient principalement pour objectif de surveiller l'impact bactériologique du rejet des émissaires en mer. Dans les années 1990, un suivi plus régulier et plus spécifique des zones de baignade a été mis en place. C'est en 2001 que la réglementation sur la qualité des eaux de baignade en Principauté a été établie sur la base de la Directive européenne 76/160/CE du 8/12/1975.

Conformément à la réglementation, la surveillance est effectuée hebdomadairement pour chaque zone homogène (Fig. 41) et donne lieu à un rapport de la qualité de l'eau dont les résultats sont affichés sur chaque site de baignade (Fig. 42) ainsi qu'une déclaration de conformité à l'issue de chaque saison balnéaire.

Cinq zones homogènes ont été définies et font l'objet de cette surveillance, dont 2 localisées à l'intérieur du périmètre de l'AME : **Plage des Pêcheurs** ; **Plage du Solarium** ; Anse Ouest du Larvotto ; Anse Est du Larvotto ; Plage du Méridien (Sea Club).



Figure 41 : Cartographie des 5 zones homogènes pour l'analyse de la qualité des eaux de baignade à Monaco.

P : Plage des pêcheurs ; SO : Plage du Solarium ; AO : Anse Ouest du Larvotto ; AE : Anse Est du Larvotto ; SC : Plage du Méridien (Sea Club). Source Direction de l'Environnement de Monaco « l'Environnement en Principauté de Monaco - Recueil de données 2018 ».

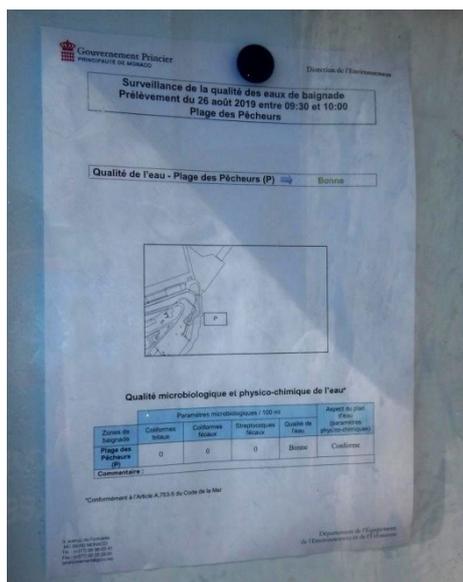


Figure 42 : Rapport de la qualité de l'eau prélevée à la plage des Pêcheurs le 26 août 2019 et affiché en haut de l'escalier d'accès à la plage.

La qualité des eaux de baignade est déterminée, conformément à la réglementation en vigueur, par l'analyse de deux types de paramètres : microbiologiques et physico-chimiques.

Si les valeurs guides obtenues après analyses ne sont pas dépassées pour aucun des paramètres mesurés, l'eau de baignade est déclarée de bonne qualité. Si l'on mesure le dépassement d'une ou plusieurs valeurs guide, sans dépasser les valeurs impératives alors l'eau de baignade est déclarée de moyenne qualité. Si l'on mesure ne serait-ce que le dépassement d'une seule valeur impérative alors l'eau de baignade est déclarée de mauvaise qualité.

8.2.1 Paramètres microbiologiques

Les analyses microbiologiques effectuées concernent la mesure des germes (bactéries) témoins de contaminations fécales par les eaux usées. Les bactéries quantifiées au cours des contrôles sont : les Coliformes totaux ; les *Escherichia coli* au titre des Coliformes fécaux ; les Streptocoques fécaux au titre des Entérocoques intestinaux.

Les analyses sont effectuées au sein des laboratoires de la Direction de l'Environnement. Ce dernier a également mis en place une méthode d'analyse bactériologique rapide qui permet de pouvoir réagir dans des délais très courts en cas de pollution constatée, permettant ainsi de limiter le risque sanitaire. Pour chaque prélèvement et chaque site, les résultats sont comparés aux valeurs seuils (valeurs guides et impératives) définies par la réglementation, permettant ainsi d'établir un état de la qualité de l'eau.

A la suite du dépassement d'une valeur guide (Tableau 13), des investigations complémentaires, pour déterminer l'origine de la contamination, peuvent être diligentées. En cas de dépassement d'une valeur impérative, la zone de baignade est fermée jusqu'au rétablissement de conditions normales ne présentant pas de risque pour les baigneurs.

Tableau 13 : Valeurs seuils bactériologiques de qualité des eaux de baignade

	Valeurs Guides	Valeurs impératives
Coliformes totaux /100ml	2 000	10 000
Coliformes fécaux /100ml	100	2 000
Streptocoques fécaux /100ml	100	*

Concernant les 2 zones de baignade de l'AME (Solarium et Plage des Pêcheurs), les analyses réalisées par la Direction de l'Environnement ont fait état d'une « Bonne » qualité des eaux dans au moins 95 % des analyses. Entre 2012 et 2016, la qualité des eaux n'a jamais été qualifiée de « Mauvaise » (Tableau 14).

Tableau 14 : Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur de 2012 à 2016.

	Années	Bonnes (%)	Moyennes (%)	Mauvaise (%)
SO (Solarium)	2012	100%	0%	0%
	2013	100%	0%	0%
	2014	95%	5%	0%
	2015	95%	5%	0%
	2016	100%	0%	0%
P (Plage des Pêcheurs)	2012	95%	5%	0%
	2013	100%	0%	0%
	2014	95%	5%	0%
	2015	95%	5%	0%
	2016	100%	0%	0%

8.2.2 Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques font l'objet d'une mesure ou d'une évaluation visuelle ou olfactive sur le terrain. Ces paramètres concernent : la présence de mousses ; la présence de phénols (composés chimiques aromatiques) ; la présence d'huiles minérales (mélange d'hydrocarbures) ; la couleur de l'eau ; la transparence de l'eau.

Pour chaque prélèvement et chaque site, ces observations sont comparées aux valeurs seuils de la réglementation en vigueur (Tableau 15).

Tableau 15 : Valeurs seuils des paramètres visuels pour la qualité des eaux de baignade.

	Valeurs Guides	Valeurs impératives
Coloration		Pas de changement anormal de la couleur
Transparence	<2 m	<1 mètre
Substances tensioactives		Pas de mousse persistante
Huiles minérales		Pas de film visible et absence d'odeur
Phénols		Aucune odeur spécifique
Résidus goudronneux, matières flottantes		Présence ou type de résidus

Concernant les 2 zones de baignades de l'AME (Solarium et plage des Pêcheurs), les mesures réalisées par la Direction de l'Environnement font état de 100% des mesures situées sous les valeurs impératives excepté pour les résidus flottants en 2012 à la plage des Pêcheurs (96% des mesures) et en 2015 au Solarium (95% des mesures) (Tableau 16).

Tableau 16 : Synthèse annuelle de la qualité des eaux de baignade pour les paramètres visuels en fonction des valeurs seuils de la réglementation de 2012 à 2016.

Stations	Années	Pourcentage de conformité par rapport à la valeur impérative de chaque paramètre observé					
		Coloration	Transparence	Substances tensioactives	Huile minérale	Odeur phénol	Résidus flottants
SO (Solarium)	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2014	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2015	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%
P (Plage des Pêcheurs)	2012	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2014	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2015	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%

9. Pressions physiques et impacts associés

Pour faire face à une fréquentation importante des usagers de la mer le long du littoral monégasque, une réglementation stricte a été mise en place par le Gouvernement princier. Cette réglementation encadre les zones de mouillages et de navigation, les zones de pêche et de chasse sous-marine (Fig. 43).

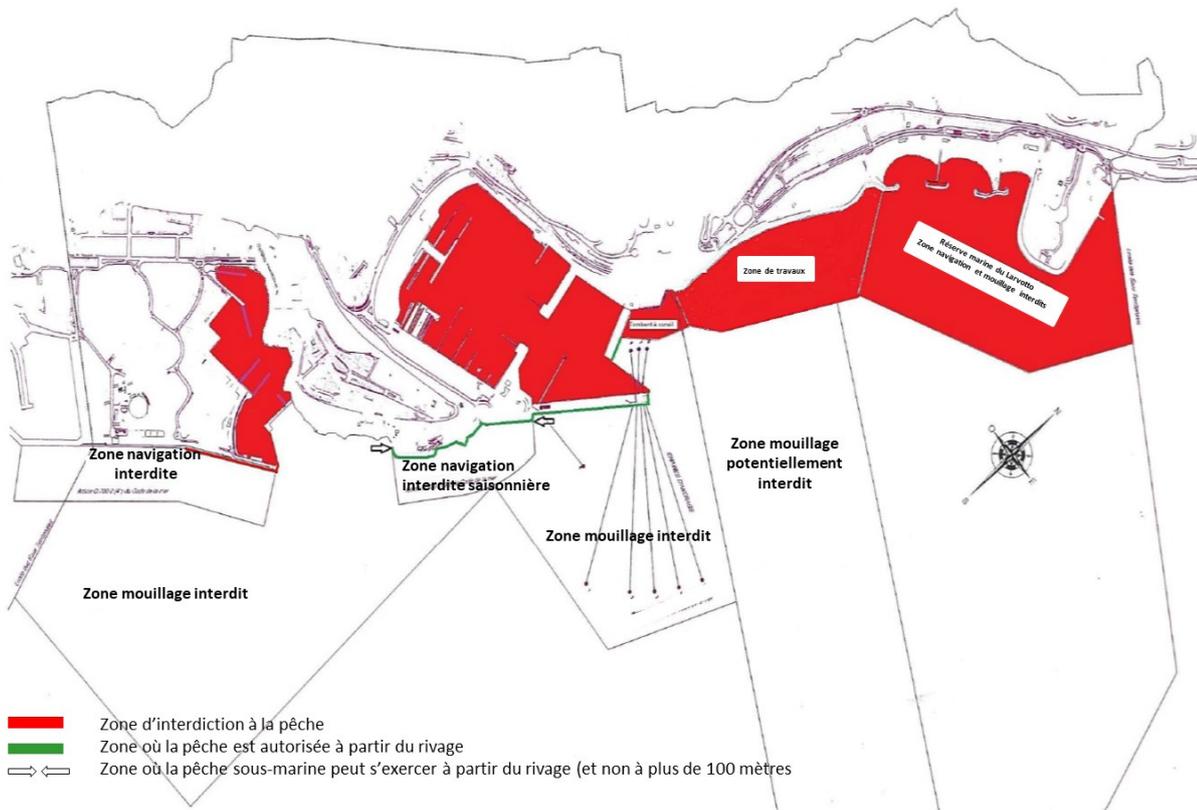


Figure 43 : Cartographie des différents types de réglementations pour le mouillage, la navigation, la pêche et la chasse sous-marine dans les eaux monégasques.

9.1 Pêche

Il existe 2 types de pêche pratiquée le long du littoral monégasque : la pêche artisanale et la pêche récréative qui regroupe la pêche à la ligne et la chasse sous-marine.

9.1.1 Réglementation générale

A Monaco, la pratique de la pêche est réglementée par le Code de la Mer : Livre II Des espaces maritimes monégasques et du milieu marin, Titre IV L'exploration et l'exploitation du milieu marin, du fond de la mer et de son sous-sol, Chapitre IV L'exploitation des ressources vivantes.

Outre la réglementation spécifique interdisant toute pêche dans les aires marines protégées du Larvotto et des Spélugues, de nombreux articles légifèrent la pratique de la pêche et sont directement applicables au sein de l'AME ou en périphérie.

On peut notamment citer les articles suivants :

Article O. 244-10.- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

Toute pêche, quel qu'en soit le genre, est interdite :

- dans les eaux portuaires, ainsi que dans les passes d'entrées des ports de Monaco ;
- dans les zones maritimes de travaux d'accès interdit au public, telles que déterminées par arrêté ministériel.

La pêche récréative à la ligne armée de deux hameçons au plus et pratiquée à pieds depuis le rivage est libre à toute époque de l'année, sauf dispositions contraires la limitant prises par arrêté ministériel.

Article O. 244-11.- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011 ; remplacé par l'ordonnance n° 7.369 du 26 février 2019).

Cet article décrit l'intégralité des espèces vivantes soumises à l'interdiction de pêche :

- Oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*) ;
- Mérout brun (*Epinephelus marginatus*) et corb commun (*Sciaena umbra*) ;
- Homard (*Homarus gammarus*) et langouste (*Palinuridae*) du 15 août au 15 février pour les homards et langoustes mâles ou non œuvés ; Les femelles de langoustes et de homards œuvées sont immédiatement remises à la mer en cas de capture accidentelle ;
- Oursin violet (*Paracentrotus lividus*), du 1er avril au 31 août ;
- Eponge commune (*Hippospongia communis*) ;
- Eponge de toilette oreille d'éléphant (*Spongia agaricina*) ;
- Eponge de toilette (*Spongia officinalis*) ;
- Eponge (*Spongia Zimocca*) ;
- Corail rouge (*Corallium rubrum*) ;
- Ombrine commune (*Umbrina cirrosa*) ;
- Raie blanche (*Raja alba*) ;
- Requin mako (*Isurus oxynrichus*) ;
- Requin taupe (*Lamna nasus*) ;
- Requin bleu (*Prionace glauca*) ;
- Ange des mers (*Squatina squatina*) ;
- Lithophages (*Lithophaga lithophaga*) ;
- Pholades (Pholas dactylus).

Il est également interdit :

- a) de pêcher ou de recueillir, de quelque manière que ce soit, les œufs des poissons et crustacés ;
- b) de pratiquer la pêche à la poutine ou au nonnat ; toutefois les marins pêcheurs professionnels peuvent être admis, pendant une période maximale de 45 jours par an, à se livrer à cette pêche, après autorisation délivrée par le Directeur des Affaires Maritimes ;
- c) de pêcher des poissons dont la longueur totale est inférieure à 12 centimètres, à moins que ces poissons n'appartiennent à des espèces qui, à l'âge adulte, restent au-dessous de cette dimension.

Sans préjudice de l'application des dispositions du point c) de l'alinéa précédent, il est interdit de capturer, détenir à bord, transborder, débarquer, transporter, stocker, vendre, exposer ou de mettre en vente un organisme marin dont la taille est inférieure à la taille minimale prévue à l'article O.244-11-2.

Les poissons ou crustacés qui n'atteindraient pas les dimensions fixées à l'article O.244-11-2 doivent être rejetés à la mer morts ou vifs.

Sont interdits la vente, l'achat, le transport et l'emploi à un usage quelconque des produits des pêches interdites.

Article O. 244-11-2.- (Créé par l'ordonnance n° 7.369 du 26 février 2019)

Les tailles et poids minimaux de capture des organismes marins sont les suivants :

1° Poissons_Noms scientifiques | Noms communs | Tailles minimales |

Argyrosomus regius | Maigre | 45 cm |
Conger conger | Congre | 60 cm |
Dicentrarchus labrax | Bar | 30 cm |
Diplodus annularis | Sparailon | 12 cm |
Diplodus puntazzo | Sar à museau pointu | 18 cm |
Diplodus sargus | Sar commun | 23 cm |
Diplodus vulgaris | Sar à tête noire | 18 cm |
Engraulis encrasicolus | Anchois | 9 cm ou 110 individus par kg |
Epinephelus spp. | Mérous | 45 cm |
Lithognathus mormyrus | Marbré | 20 cm |
Merluccius merluccius | Merlu | 20 cm |
Mullus spp. | Rougets | 15 cm |
Pagellus acarne | Pageot acarné | 17 cm |
Pagellus bogaraveo | Dorade commune | 33 cm |
Pagellus erythrinus | Pageot rouge | 15 cm |
Pagrus pagrus | Pagre commun | 18 cm |
Paracentrotus lividus | Oursin violet | 5 cm piquants exclus |
Phycis spp. | Mostelles | 30 cm |
Polyprion americanus | Cernier atlantique | 45 cm |
Sardina pilchardus | Sardine | 11 cm ou 55 individus par kg |
Scomber spp. | Maquereau | 18 cm |
Scorpanea scofra | Chapon | 30 cm |
Solea vulgaris | Sole commune | 24 cm |
Sparus aurata | Dorade royale | 23 cm |
Spondyliosoma cantharus | Dorade grise | 23 cm |
Trachurus spp. | Chinchards | 15 cm |
Thunnus Thynnus | Thon rouge | 115 cm (LF) ou 30 kg |

2° Crustacés_Noms scientifiques | Noms communs | Tailles minimales |

Homarus gammarus | Homard | 300 mm (LT) 105 mm (LC) |
Nephrops norvegicus | Langoustine | 20 mm (LC) 70 mm (LT) |
Palinuridae | Langoustes | 90 mm (LC) |
Parapenaeus longirostris | Crevette rose du large | 20 mm (LC) |

3° Mollusques bivalves_Noms scientifiques | Noms communs | Tailles minimales |

Pecten jacobaeus | Coquille Saint-Jacques | 10 cm |
Venerupis spp. | Palourdes | 30 mm |
Venus spp. | Praires | 25 mm |

Mesure de la taille d'un organisme marin : LT = longueur totale ; LC = longueur céphalothoracique ; LF = longueur fourche

1. La taille des poissons est mesurée, de la pointe du museau à l'extrémité de la nageoire caudale.
2. La taille des langoustines (*Nephrops norvegicus*) est mesurée :

- soit parallèlement à la ligne médiane à partir de l'arrière d'une des orbites jusqu'au point médian de la bordure distale dorsale du céphalothorax (longueur céphalothoracique),
- soit de la pointe du rostre jusqu'à l'extrémité postérieure du telson, à l'exclusion des setae (longueur totale).

3. La taille des homards (*Homarus gammarus*) est mesurée :

- soit parallèlement à la ligne médiane à partir de l'arrière d'une des orbites jusqu'au point médian de la bordure distale dorsale du céphalothorax (longueur céphalothoracique),
- soit de la pointe du rostre jusqu'à l'extrémité postérieure du telson, à l'exclusion des setae (longueur totale).

4. La taille des langoustes (Palinuridae) est mesurée, parallèlement à la ligne médiane, de la pointe du rostre jusqu'au point médian de la bordure distale dorsale du céphalothorax (longueur céphalothoracique).

5. La taille des mollusques bivalves correspond à la plus grande dimension de la coquille.

6. Toutes les espèces de grands migrateurs, sauf les istiophoridés, sont mesurées en longueur fourche, c'est-à-dire la distance en projection verticale entre l'extrémité de la mâchoire supérieure et l'extrémité du rayon caudal le plus court.

Les istiophoridés sont mesurés de la pointe de la mâchoire inférieure à la fourche de la nageoire caudale.

9.1.2 Pêche artisanale

Pour l'Union européenne, la pêche artisanale, ou pêche aux petits métiers, correspond aux navires de moins de 12m hors tout, sans art traînant utilisant ainsi des techniques de pêche respectueuses de l'environnement. Le critère de la taille est souvent considéré comme le critère principal mais sa définition doit être plus large :

- taille du navire
- techniques de pêche sélectives avec des engins de type dormant (filets, casiers, lignes)
- faible impact sur l'environnement marin (consommation en carburant limitée)
- pêche de qualité et valorisée (peu de rejets de poissons et autres espèces à la mer)
- armateur embarqué et limité à une embarcation en mer à la fois (le pêcheur artisan possède son bateau et travaille à bord)
- ancrage territorial

A Monaco, il ne reste qu'un seul représentant de la pêche artisanale. Il s'agit de Monsieur Eric Rinaldi, patron pêcheur de père en fils qui pose ses filets dans les eaux monégasques et en périphérie française (Figure 44). Concernant l'AME, Monsieur Eric Rinaldi pose parfois ses filets à l'intérieur du périmètre prédéfini. Pour l'heure, aucune étude n'a été menée sur l'effort de la pêche professionnelle à Monaco.



Figure 44 : Bouée signalant la présence d'un filet et le bateau Dédé d'Eric Rinaldi.
©Béatrice Momeux-Salati.

Article O. 244-12 .- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011) relatif aux Mesures visant l'exploitation durable des espèces :

Il est interdit de faire usage, dans l'exercice de la pêche ou de la capture de poissons ou de crustacés, ou de détenir à bord de navires pratiquant la pêche les matières, substances et engins mentionnés ci-après :

- dragues à poissons ou à crustacés ;
- moyens d'électrocution ou appareils générateurs de décharges électriques ;
- matières explosives ou substances pouvant exploser si elles sont mélangées ;
- marteaux pneumatiques ou autres instruments de percussion, en particulier pour la collecte de mollusques bivalves creusant les rochers ;
- armes à feu ;
- substances, appâts toxiques ou de drogues, susceptibles soit d'affaiblir, étourdir, exciter ou tuer les ressources vivantes marines, soit d'infecter les eaux ;
- nappes de filet d'un maillage inférieur à 40 millimètres pour les chaluts de fond ;
- filets maillants de fond pour la capture des espèces suivantes : germon (*Thunnus alalunga*), espadon (*Xiphias gladius*), grande castagnole (*Brama brama*), requins (*Hexanchus griseus* , *Cetorhinus maximus* , Alopiidae , Carcharhinidae , Sphyrnidae , Isuridae et Lamnidae).

L'utilisation des dragues destinées à la capture des coquillages est autorisée, indépendamment de la distance de la côte et de la profondeur, à condition que la capture des espèces autres que des coquillages ne dépasse pas les 10 % du poids total de l'ensemble de la capture.

Par dérogation aux dispositions qui précèdent, les prises accessoires accidentelles d'un maximum de trois spécimens appartenant aux espèces de requins visées précédemment peuvent être détenues à bord ou débarquées, pour autant qu'il ne s'agisse pas d'espèces protégées par les instruments internationaux auxquels Monaco est Partie.

Il est interdit de faire usage comme appâts, dans l'exercice de la pêche ou de la capture de poissons ou de crustacés, des poissons et coquillages dont la pêche et la commercialisation est interdite au titre de l'article O. 244-11.

Article O. 244-13 .- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

L'usage, la tentative et la complicité d'usage des filets de pêche dits «filets maillants dérivants» ou «chaluts pélagiques» sont interdits.

En outre, la détention d'engins de pêche visés à l'alinéa précédent est interdite à bord des navires battant pavillon monégasque en quelque lieu qu'ils se trouvent.

Article O. 244-14 .- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

Les engins de pêche traînants, de quelque nature qu'ils soient, ne peuvent être utilisés qu'entre les lignes de fonds de 200 m et de 1.000 m.

La pêche au moyen de chaluts de fond, de sennes et de filets similaires remorqués par-dessus les herbiers de posidonie (*Posidania oceanica*) ou autres phanérogames marines est interdite.

Les filets, nasses, claies, paniers et casiers, quelle que soit leur forme, doivent avoir des mailles ou ouvertures de 2 centimètres de côté au moins pour les mailles ou ouvertures carrées et de 3 centimètres au moins pour les mailles ou ouvertures triangulaires, alors même que ces engins sont imbibés d'eau.

La fixation de dispositifs permettant d'obstruer les mailles ou ouvertures d'une partie quelconque des engins de pêche visés à l'alinéa précédent, ou d'en réduire effectivement les dimensions, est interdite.

9.1.2 Pêche loisir (ou récréative)

A Monaco, la pêche loisir est autorisée uniquement sur 2 sites (Fig. 43). Le premier, situé à l'intérieur du périmètre de l'AME, commence à l'Ouest du parking des Pêcheurs jusqu'au bout de la digue semi-flottante. Le second est localisé sur la partie Sud de la contre-digue du Port Hercule. Sur le reste du littoral, la pêche y est totalement interdite (Code de la Mer, Article O. 244-10). La pêche loisir est également soumise à l'article O. 244-11-2.- (Créé par l'ordonnance n° 7.369 du 26 février 2019) légiférant sur les tailles et poids minimaux de capture des organismes marins.

Article O. 244-18 .- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

Les pêcheurs non professionnels qui pratiquent la pêche dans les espaces maritimes monégasques, au sens de l'article O. 244-1, à bord de navires ou d'embarcations dont le port d'attache n'est pas à Monaco, ne peuvent utiliser au maximum par navire ou embarcation que :

- des lignes de 12 hameçons au total, répartis sur un nombre de lignes au choix du pêcheur ;
- deux palangres de 30 hameçons chacune ;
- deux casiers à crustacés ;
- une épuisette ;
- une grapette à oursins ;
- une foëne à 4 dents au plus écartées entre elles de 25 millimètres.

Article O. 244-19 .- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

Les pêcheurs non professionnels qui pratiquent la pêche récréative dans les espaces maritimes monégasques au sens de l'article O.244-1, à bord de navires ou d'embarcations dont le port d'attache est à Monaco sont tenus de se conformer aux dispositions de l'article précédent.

Ils peuvent, en outre, utiliser au maximum par navire ou embarcation un filet d'une longueur n'excédant pas 50 m.

Dans un objectif de gestion des ressources, il convient d'apprécier l'intensité de cette pêche loisir, et en particulier la pêche à la ligne. Pour cela, le laboratoire ECOMERS de l'Université de Nice a mené une étude afin d'analyser la pêche à la ligne amateur dans le département du Var (France) grâce à des enquêtes de terrain suivant un protocole standardisé. Entre mai 2013 et février 2014 cette même étude a été reconduite, à la demande de la Direction de l'Environnement, dans la Principauté de Monaco sur les deux digues du port Hercule (hors périmètre AME) et s'est intéressée en particulier aux types de pêches, aux produits de la pêche et aux connaissances de la réglementation (Francour & Gagné, 2016).

Concernant les types de pêche, la très grande majorité des pêcheurs utilise exclusivement une ligne montée sur une canne (97%) ; les autres (3%) utilisent simultanément une ou plusieurs cannes et une ou plusieurs palangrottes (Fig. 45). En moyenne, un pêcheur à la ligne utilise 1,8 lignes (10 lignes maximum par pêcheur), 2,1 hameçons par ligne (10 hameçons maximum par ligne) et la taille des hameçons utilisés est assez variable (tailles de 1 à 4 : 36% ; 5 à 8 : 24% ; 9 à 12 : 14% ; > 12 : 26%) (Fig. 45).



Figure 45 : Palangrotte et tailles d'hameçons.

Concernant les produits de la pêche, les pêcheurs enquêtés ont déclaré pêcher en moyenne 941,3 g par sortie (minimum 250 g/sortie, maximum 3000 g/sortie) et très majoritairement du poisson (92 %) et plus rarement de Céphalopodes (8 % : calmars, 91 % ; poulpes, 9 %). Parmi les poissons, la majorité sont des Sparidae (dorade, sars, bogue, saupe, oblade, pageot) (40 %), suivis des Scombridae (bonites, pélamides, thons, maquereaux) (13 %), des Sphyraenidae (9 %) et des Clupeidae (sardines, anchois) (8 %). Il est important de noter que ni le mérrou (*Epinephelus marginatus*) ni le corb (*Sciaena umbra*) n'ont été mentionnés.

Concernant les connaissances de la réglementation, parmi les pêcheurs interrogés, 64 % déclarent savoir qu'il existe des espèces protégées dans la Principauté de Monaco et ils citent le mérrou. De même, 86 % déclarent savoir qu'il existe des zones à Monaco où la pêche est interdite et citent au moins la réserve du Larvotto.

La conclusion de cette étude est que la pêche loisir est pratiquée majoritairement sur la grande digue semi-flottante du Port Hercule (à proximité immédiate de l'AME) et ce tout au long de l'année par des pêcheurs relativement assidus avec près de deux sorties par semaine. Il n'est pas possible d'estimer le nombre total de pêcheurs à la ligne fréquentant réellement les digues du port Hercule ou l'ensemble des zones accessibles à Monaco. Cependant, l'impact potentiel représenté par cette forme de pêche loisir est loin d'être négligeable. En effet, dans le Var par exemple, un pêcheur artisanal a un rendement d'environ 12,6 kg de poisson par jour et par bateau (source laboratoire ECOSEAS, non publié). En retenant 1 kg de poissons par jour et par pêcheur à la ligne à Monaco, cela signifie que 12 à 13 pêcheurs amateurs exercent la même pression, en termes de rendement, qu'un pêcheur artisanal (Francour & Gagné, 2016). Ce résultat doit être complété par trois éléments importants :

- la diversité d'espèces prélevées par un amateur pratiquant la pêche à la ligne est plus faible que pour un pêcheur aux petits métiers ; cela signifie que la pression exercée par la pêche amateur à la ligne est supérieure au niveau spécifique.
- contrairement à un pêcheur loisir, un pêcheur professionnel aux petits métiers va adapter sa pratique de la pêche en fonction de la saison et de l'abondance des prises.
- un pêcheur professionnel va veiller à ne pas laisser d'engins de pêche au fond (filets, palangres, etc.) en raison notamment du coût unitaire. Au contraire, la pratique de la pêche amateur à la ligne se fait généralement sur des fonds accidentés réputés pour leur richesse en poissons et de très nombreuses lignes sont abandonnées, cassées ou coincées au fond. Il en résulte donc une "pollution" non négligeable, aussi bien en termes de lignes abandonnées et de plomb de pêche perdus.

Avec une fréquentation importante, la grande digue semi-flottante fait l'objet de ce type de pollution. La présence des grandes chaînes positionnées à l'extrémité de la digue pour la stabiliser crée les conditions parfaites pour coincer et casser les lignes jetées depuis la surface (Fig. 46).

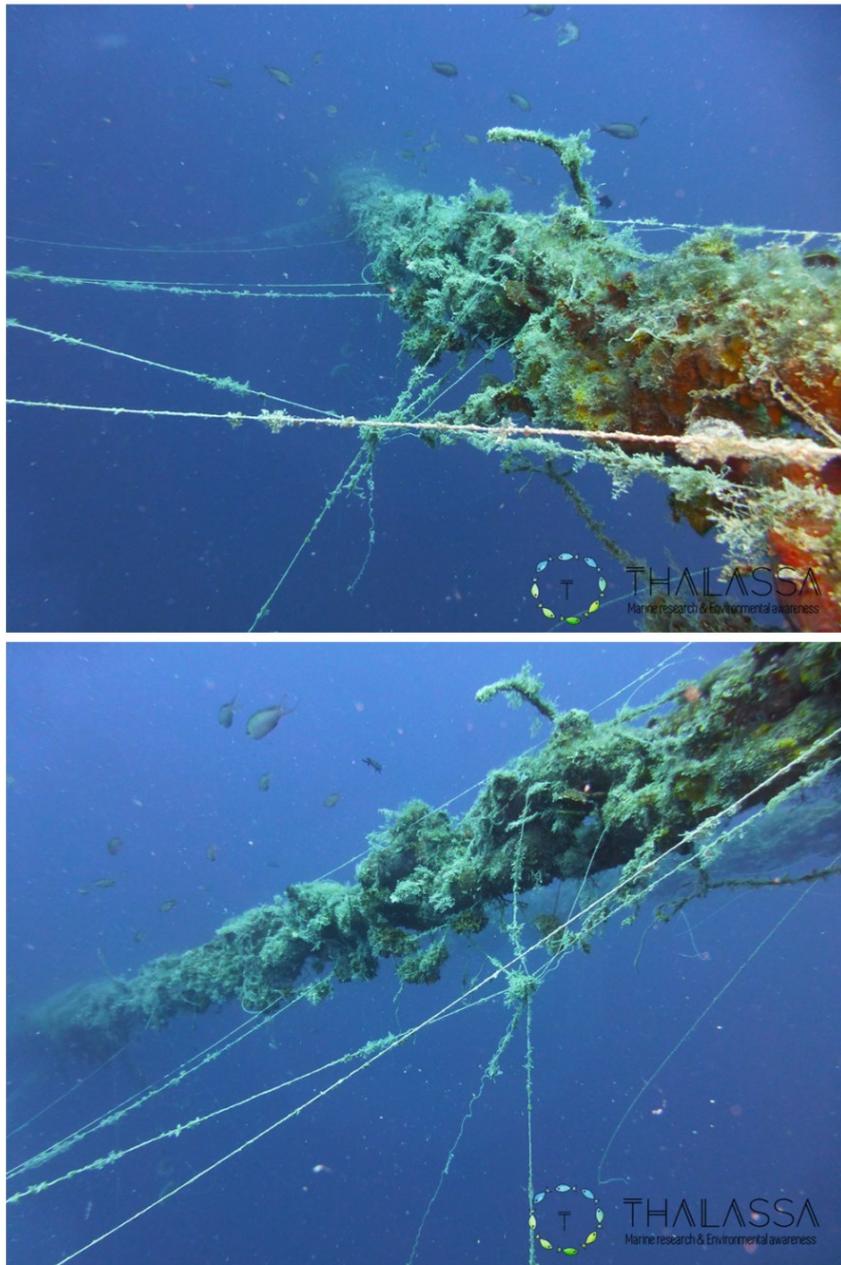


Figure 46 : Pollution par des lignes de pêches sous la grande digue semi-flottante du Port Hercule.
Photographies réalisées à 25 m de profondeur au niveau des 5 chaînes Sud stabilisant la digue.

Bien que cette étude ait été menée hors périmètre AME, des observations récentes font état de pêcheurs loisirs en action de pêche à l'intérieur du périmètre de l'AME. Plusieurs personnes ont été vues au niveau du Solarium, le long de la promenade juste après le Solarium en direction du Musée océanographique ainsi que sur les rochers qui jouxtent la plage des Pêcheurs.

Concernant la pêche amateur pratiquée depuis une embarcation, aucune information n'est pour le moment disponible pour les eaux monégasques.

Concernant les activités sportives, il existe depuis 2017 une Fédération de Pêche en Mer de Monaco reconnue par le Gouvernement princier. Cette fédération est en charge de l'application du code de la mer par les pêcheurs récréatifs et sportifs et de la dynamisation de la pêche en mer en Principauté.

Elle est également le seul organisme habilité à organiser des compétitions nationales ou internationales liées à la pêche loisir. Elle organise des tournois de pêche en totale relâche en collaboration avec d'autres associations situées aux alentours de Monaco. Cette activité ne semble pas concerner le périmètre de l'AME.

9.1.3 Pêche sous-marine

La réglementation en vigueur à Monaco stipule donc que la pêche sous-marine peut s'exercer à partir du rivage à l'intérieur du périmètre de l'AME (Fig. 43).

Les chasseurs sous-marins se déclarent une fois par an auprès de la Direction des Affaires Maritimes qui en détient le listing complet. En 2017, 18 autorisations ont été délivrées et en 2018 puis 2019, 16 autorisations (Direction des Affaires Maritimes). En revanche, le nombre de sorties ainsi que les prises ne sont pas quantifiés. Ainsi, l'impact potentiel représenté par cette forme de pêche s'exerçant exclusivement dans le périmètre de l'AME est inconnu à ce jour.

Divers articles du Code de la mer réglementent la pêche sous-marine :

Article O. 244-20.- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

La pêche sous-marine peut être pratiquée par les seules personnes âgées de plus de seize ans qui se seront déclarées à la Direction des Affaires Maritimes ; la déclaration est annuelle et il en est délivré récépissé. Une copie de cette déclaration est adressée à la Direction de la Sûreté Publique (division de la police maritime et aéroportuaire).

La déclaration visée à l'alinéa précédent doit être accompagnée d'un certificat médical d'aptitude à la pêche sous-marine, ainsi que d'une police d'assurance couvrant pour une somme illimitée la responsabilité civile du déclarant à raison des accidents corporels éventuellement causés aux tiers lors de l'exercice de la pêche sous-marine.

Dans l'intérêt de la protection de la diversité biologique marine et/ou de l'environnement marin, le nombre maximal de personnes admises à pratiquer la pêche sous-marine peut être fixé annuellement par arrêté ministériel sur proposition du Directeur des Affaires Maritimes. Pour le même intérêt, il peut suspendre temporairement l'exercice de la pêche sous-marine dans tout ou partie des espaces maritimes monégasques au sens de l'article O. 244-1.

Article O. 244-21.- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

Sans préjudice de l'application des articles O. 244-9 à O. 244-11, les intéressés peuvent se livrer à la pêche sous-marine :

- du lever au coucher du soleil ;
- à plus de 100 m du rivage ou des ouvrages maritimes hormis la zone comprise entre la pointe Saint-Martin et l'enracinement de la digue Rainier III) (Fig. 47) ;
- à plus de 50 m des filets fixes ou des filets de navires ou embarcations procédant à des opérations de pêche

Toute personne pratiquant la pêche sous-marine doit signaler sa présence au moyen d'une bouée permettant de repérer sa position et portant, soit le pavillon Alpha du code international des signaux (bleu et blanc), soit le pavillon rouge à Croix de Saint André blanche.

L'exercice de la pêche sous-marine est interdit du 15 octobre au 15 mars, sauf dérogation accordée par le Directeur des Affaires Maritimes pour les compétitions et les sorties d'entraînement groupé organisées sous la responsabilité et le contrôle effectif d'un club agréé.



Figure 47 : Carte relative à l'article Article O. 244-21 autorisant la chasse sous-marine entre la pointe Saint-Martin et l'enracinement de la digue Rainier III à 100 m maximum du rivage (zone rouge).

Article O. 244-22.- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

L'emploi, pour la pêche sous-marine, d'un fusil ou d'un revolver utilisé pour le lancement d'une flèche destinée à transpercer le poisson est interdit si la force propulsive de l'appareil est empruntée au pouvoir détonant d'un mélange chimique ou à la détente d'un gaz comprimé, à moins que la détente de ce gaz ne soit obtenue par l'action d'un mécanisme manœuvré par l'utilisateur. En outre, il ne peut être fait usage :

- de foyers lumineux ou d'appâts ;
- d'appareils permettant de respirer en plongée et notamment de bouteilles d'air ou d'oxygène ;
- de tout type de harpon, tel que foëne, fouine ou trident, autre que la flèche armée d'une seule pointe.

Article O. 244-23.- (Créé par l'ordonnance n° 3.131 du 14 février 2011)

Il est interdit :

- de capturer les animaux marins pris dans les engins ou filets placés par les pêcheurs ;
- de perturber volontairement les espèces ciblées ainsi que de prélever toutes les espèces protégées telles qu'elles figurent dans les accords internationaux auxquels Monaco est Partie ;
- de tenir chargé, hors de l'eau, une arme ou appareil destiné à la pêche sous-marine.

Le nombre d'individus pêchés ne peut en aucun cas dépasser sept pièces par pêcheur au cours d'une même journée de pêche.

9.2 Plongée sous-marine

La plongée sous-marine est une des principales activités au sein des aires marines protégées à travers le monde et le contrôle de son potentiel impact sur l'environnement marin représente un outil fondamental pour encadrer cette pratique récréative dans les zones très fréquentées.

9.2.1 Fréquentation de l'épave du Toulonnais

Les plongées réalisées dans le périmètre de l'AME se font majoritairement sur le site du Toulonnais et ses alentours. Une dizaine de clubs et associations de plongées visitent régulièrement ou occasionnellement cette épave relativement accessible et peu profonde. Parmi les structures monégasques fréquentant l'épave toute la saison figurent le Club d'Exploration Sous-Marine de Monaco (CESMM) et le Centre de Sauvetage Aquatique et de Plongée de Monaco (CSAPM).

Les données recueillies auprès du CESMM attestent que 114 plongeurs ont visité ces sites en 2017. En 2018 ce sont 47 plongeurs qui l'ont fréquenté et 39 en 2019 (données transmises par le CESMM au mois de septembre 2019). A la fréquentation « régulière » s'ajoute une fois par an un événement exceptionnel organisé par le CESMM : le concours de photographies sous-marines dont la 16ème édition a eu lieu en septembre 2019. Chaque année, les participants au concours effectuent deux plongées, une en France et une à Monaco, celle-ci étant le plus souvent organisée sur le site du Toulonnais.

Le CSAPM de Pierre Frolla visite également tout au long de l'année l'épave du Toulonnais, que ce soit en plongée sous-marine ou en apnée. En été, ce sont en moyenne 30 plongeurs sous-marins adultes par semaine qui plongent sur le Toulonnais et 30 apnéistes adultes par semaine. EN hiver, ce sont en moyenne 30 apnéistes adultes par semaine qui fréquentent le Toulonnais.

D'autres clubs situés dans la région se rendent sur le site en moyenne 3 fois par saison. Il s'agit du CIP de Nice (30 plongeurs par sortie) et de l'Aigle Nautique de Nice (15 plongeurs par sortie). Dans une moindre mesure, ce site est également fréquenté par le club de plongée Télémaque et le Palm Beach de Menton, 2 clubs de plongée italiens (1 sortie par saison) et des particuliers partant du bord, au niveau de la plage des pêcheurs.

Les données de fréquentation du site par les plongeurs sous-marins recueillies auprès des différentes structures (nombre de plongeurs par semaine ou par an) ont été complétées par les informations relatives au nombre de mouillages. En effet, la Direction des Affaires Maritimes accorde chaque année les autorisations de mouillage sur les coffres de l'épave (Fig. 23). Celles-ci sont valables pour un an et doivent être renouvelées systématiquement. En 2017, 21 bateaux ont été autorisés à s'amarrer, en 2018 20 bateaux et en 2019 15 bateaux (données de septembre 2019).

En comptabilisant les fréquentations des structures monégasques et des structures environnantes, la fréquentation du Toulonnais s'élève à environ 1200 plongeurs/apnéistes par an. Cette fréquentation est inférieure à celle de certaines épaves emblématiques du Var telles que le Donator, le Rubi et le Grec, celle-ci étant estimée à plus de 5000 plongées par an (Rouanet et al., 2017). D'après le rapport rédigé par Rouanet et al. (2017) pour l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) et la Direction Inter-

Régionale de la Mer Méditerranée (DIRM), les fréquentations sont classées en 5 catégories de faible à très élevée. Avec environ 1200 plongées par an, la fréquentation du Toulonnais se classe dans la catégorie *peu élevée*. Voici le détail des différentes catégories de fréquentation selon l'AFB et la DIRM (Rouanet et al., 2017) :

- a) Fréquentation très élevée : > 5000 plongeurs par an
- b) Fréquentation élevée : 2500/5000 plongeurs par an
- c) Fréquentation peu élevée : 1000/2500 plongeurs par an
- d) Fréquentation moyenne : 250/1000 plongeurs par an
- e) Fréquentation faible : 100/250 plongeurs par an

9.2.1 Impact de la plongée sous-marine

Les communautés benthiques qui se développent sur le Toulonnais sont ainsi soumises à une forte pression liée à une fréquentation importante tout au long de l'année. En effet, l'activité de plongée sous-marine peut avoir des conséquences sur l'environnement marin. Les plongeurs peuvent affecter les organismes de différentes manières, intentionnellement ou non. Les dommages sont principalement liés à des contacts physiques (corps, palmes, gilet stabilisateur), aux bulles d'air piégées (Fig. 48), à la mise en suspension des sédiments affectant les organismes sessiles ou bien par la simple présence des plongeurs entraînant un changement dans le comportement des organismes (Di Franco et al., 2009). Dans des environnements confinés (épave ou grotte sous-marine) les bulles d'air expirées par les plongeurs s'accumulent sous les plafonds créant parfois de véritables poches d'air dans lesquelles la faune fixée se retrouve hors de l'eau (dessiccation) et meurt (Fig. 48).



Figure 48 : Bulle d'air emprisonnant une colonie d'*Haliclona mediterranea* et les anémones bijoux *Corynactis viridis* sous la digue semi-flottante.

Pour l'heure aucune étude n'a été effectuée afin d'évaluer les impacts potentiels que cette activité pourrait avoir sur les organismes marins de l'épave. Généralement, 2 types d'études sont menés pour répondre à cette problématique :

- 1) évaluer l'impact en comparant des sites fréquentés et des sites peu fréquentés, permettant généralement de déterminer la capacité de charge de l'habitat considéré.
- 2) évaluer l'impact en observant directement le comportement des plongeurs, permettant généralement de produire des recommandations pour une meilleure pratique du site et ainsi de réduire les impacts directs (Di Franco et al., 2009).

9.3 Rejets en mer

9.3.1 Rejets d'eau de mer du Musée océanographique

De par son positionnement direct sur le littoral monégasque, le Musée océanographique a fait le choix depuis de nombreuses années d'utiliser en continu de l'eau de mer pour :

- Alimenter ses aquariums tropicaux et méditerranéens ainsi que le Centre Monégasque de Soins des Espèces Marines (CMSEM) ;
- Réguler la température du Musée de manière durable en récupérant les calories de la mer (pompe à chaleur eau de mer)

Le système actuel de pompage a été mis en place par l'Etat monégasque il y a quelques années. Il permet de prélever l'eau à 300 m au large du Musée, par 50 m de fond, ce qui garantit la qualité. L'eau est ensuite acheminée au pied du Musée par une conduite sous-marine. Ce pompage n'alimente pas que le Musée mais également les installations de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique et du Centre Scientifique de Monaco sur le port Hercule.

L'eau pompée pour les aquariums et le CMSEM arrive dans de grandes cuves qui servent de réservoirs, quelques mètres sous le parvis (Fig. 49). Elle passe ensuite dans différents systèmes de filtration, réchauffement ou refroidissement avant d'arriver dans les bassins. Cela permet :

- D'éliminer les parasites et micro-organismes potentiellement nocifs pour les animaux (virus, bactéries etc...). Ce traitement se fait par des lampes à ultra-violet ;
- D'éliminer les particules en suspension qui troublent l'eau (argile, micro-algues etc...). Ce traitement mécanique est réalisé soit à l'aide de filtres à sables (identiques à ceux des piscines), soit d'écumeurs qui éliminent ces particules dans la mousse qu'ils créent naturellement grâce aux protéines contenues dans l'eau ;
- De chauffer ou refroidir l'eau selon leur destination (bassins tropicaux / bassins méditerranéens)

Une fois passée dans les bassins, l'eau retourne à la mer grâce à deux canalisations visibles depuis la mer, de chaque côté du Musée après avoir subi un traitement visant à éviter tout risque de contamination du milieu marin (Fig. 50).

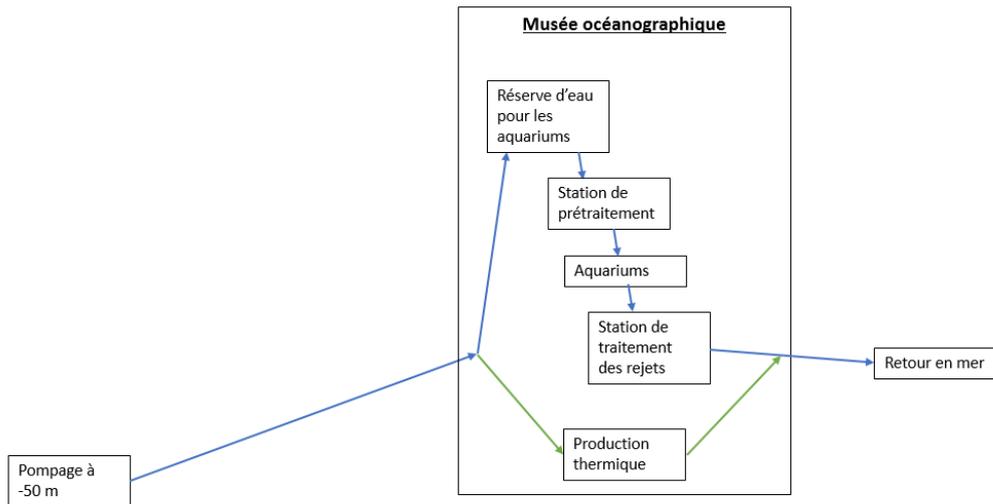


Figure 49 : Schéma de principe des circuits d'eau au Musée océanographique.
©Musée océanographique de Monaco.

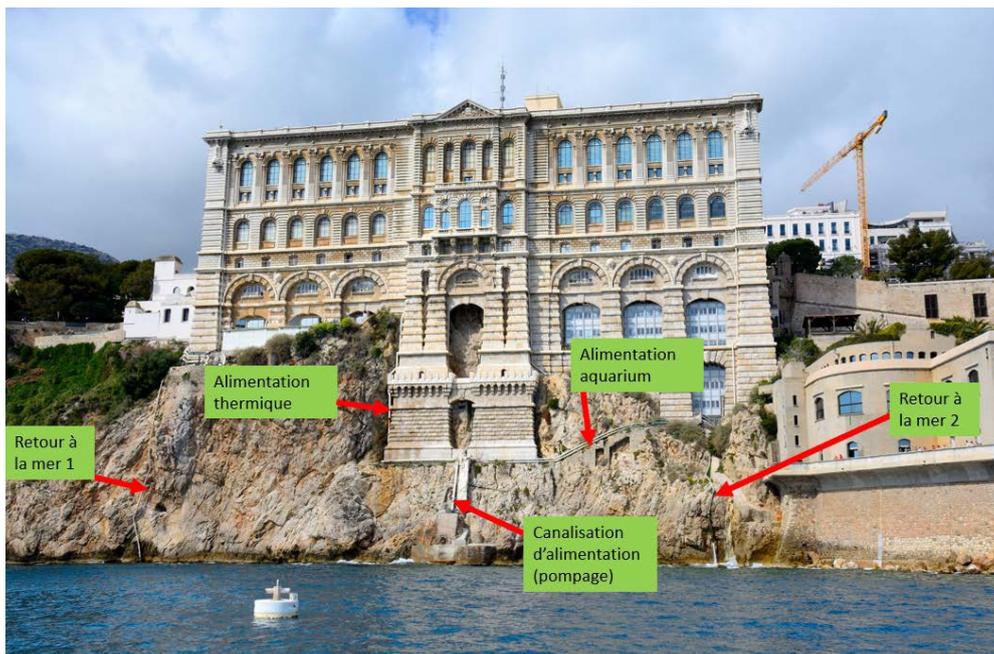


Figure 50 : Photographie des canalisations d'eau de mer du Musée océanographique.
©Musée océanographique de Monaco.

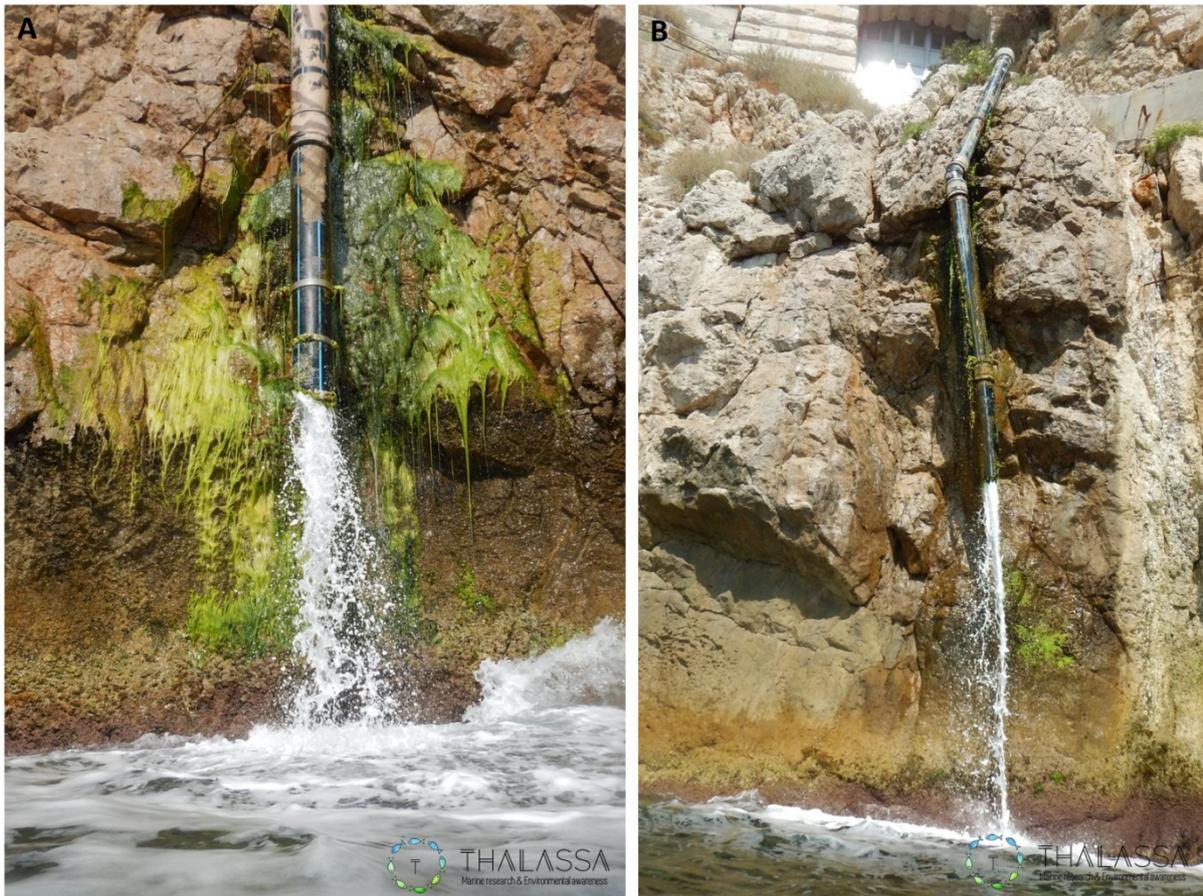


Figure 51 : Rejets d'eau situés de part et d'autre du Musée océanographique de Monaco.
Photographies prises le 6 septembre 2019.

Le rejet situé à l'Est du Musée océanographique est positionné dans une zone relativement confinée (voir Fig. 51). En septembre 2019, nous avons observé que l'eau rejetée provenant des aquariums était significativement plus froide que l'eau de mer (température non mesurée). Nous avons observé une perte de complexité des communautés benthiques autour de la zone du rejet jusqu'à une vingtaine de mètres (Fig. 52). Sous le rejet, les roches sont couvertes d'un biofilm bactérien et de gazons algaux très peu complexes appelés turf, signe d'un milieu perturbé (Fig. 52 A). A partir d'une dizaine de mètres, nous avons observé quelques fragments d'algues photophiles du genre *Laurencia* sp et des algues vertes filamenteuses (Fig. 52 F). Plus loin, des corallinales érigées recommencent à coloniser les gros blocs de rochers jusqu'à observer de nouveau des communautés observables le long du musée ou sous le parking des Pêcheurs (Fig. 52 I). Le rejet semble donc avoir un impact direct sur les communautés benthiques à proximité entraînant une diminution de la complexité algale nécessitant des études complémentaires.

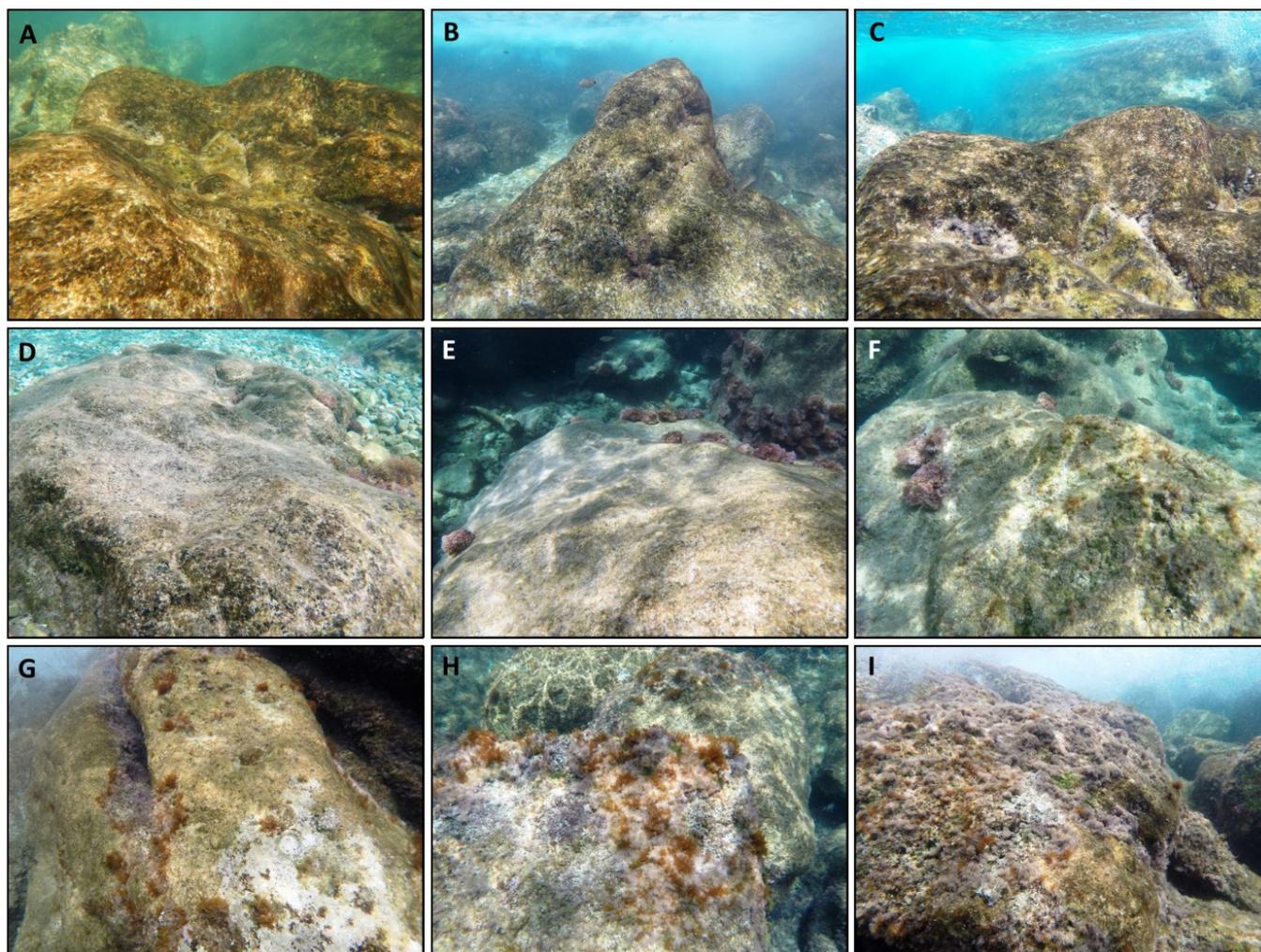


Figure 52 : Photographies des communautés benthiques à partir du rejet Est jusqu'à une dizaine de mètres vers le parking des Pêcheurs.

Gradient photographique débutant à proximité du rejet (A) jusqu'à une dizaine de mètres de distance (I) révélant une diminution de la complexité algale à proximité du rejet Est du Musée océanographique.

Concernant le rejet situé à l'Ouest du Musée océanographique, il est situé au-dessus d'un tombant soumis à un hydrodynamisme intense (Fig. 51). En Septembre 2019 nous avons pu observer que l'eau rejetée était significativement plus chaude que l'eau de mer (température non mesurée). Ce rejet devrait ainsi correspondre au rejet d'eau provenant de la pompe à chaleur. Le principe même des pompes à chaleur eau de mer est de capter de l'eau froide en profondeur pour alimenter des échangeurs thermiques. Selon la saison, l'eau de mer sert à réchauffer ou refroidir un circuit d'eau douce, via une série d'échangeurs thermiques expliquant le rejet d'eau chaude observé en Septembre 2019. Cependant, aucun effet notable n'a été observé quant à des modifications des communautés benthiques à proximité directe du rejet.

A notre connaissance, et malgré la présence de macroalgues protégées (*Cystoseira amentacea* var. *stricta*), il n'existe aucune étude sur l'impact de ces 2 rejets sur les communautés macroalgales complexes et patrimoniales qui se trouvent à proximité alors que ce type de suivi avait été mis en place notamment autour du rejet de la pompe à chaleur eau de mer située sur la digue du Sporting (Projet Optima PAC).

9.3.2 Les avaloirs d'eau de pluie et poubelles présents au niveau de l'AME ; Le protocole de nettoyage.

Les avaloirs présents sur le sol des littoraux sont destinés principalement à recueillir les eaux de ruissellement. Ces eaux, parfois redirigées vers le circuit de traitement des eaux, se déversent en général directement dans le milieu marin. L'eau de pluie lessive ainsi les sols et emporte avec elle tout ce qui se trouve sur son passage : huiles, essences, déjections canines, plastiques ou mégots. Des avaloirs peuvent être mis en place pour capter l'eau et filtrer, lorsque la grille le permet, les macrodéchets. Dans cette optique, un recensement des installations de types avaloirs et poubelles a été réalisé en septembre 2019 par l'AMPN le long du littoral de l'AME ainsi qu'à proximité, le long de la digue semi-flottante (Fig. 53). L'ensemble des observations a été rapporté dans le tableau 17 qui répertorie le nombre d'avaloirs au sol, les évacuations au niveau des murs et le nombre total de poubelles dont le nombre de poubelles de tri sélectif.



Figure 53 : Carte des différentes zones du littoral de l'AME et à proximité dans lesquelles les installations de types poubelles et avaloirs ont été recensées.

Orange, Promenade parking des Pêcheurs ; Violet, Plage des Pêcheurs ; Bleu ciel, Promenade entre plage et Solarium ; Jaune, Solarium supérieur ; Rose, Solarium inférieur ; Vert, Digue semi-flottante Ouest ; Rouge, Digue semi-flottante Est supérieure ; Bleu foncé, Digue semi-flottante Est inférieure.

Tableau 17 : Recensement des installations de types avaloirs et poubelles réalisé en septembre 2019 par l'AMPN le long du littoral de l'AME ainsi qu'à proximité.

Sites	Couleur (carte)	Avaloirs au sol	Evacuations au mur	Total des poubelles	Poubelles tri sélectif
Promenade parking des Pêcheurs	Orange	1 grand	16	1	0
Observations :	Le grand avaloir situé à l'entrée du parking des pêcheurs se déverse directement à la mer ; aucun des 16 trous d'évacuation au mur ne possède de grille alors que tous déversent directement en mer ; la poubelle n'est pas équipée de cendrier ; aucune poubelle à proximité du Musée océanographique au niveau de l'accès aux escalators et ascenseurs du parking des Pêcheurs				
Plage des Pêcheurs	Violet	0	14	4	1
Observations :	Aucun des 14 trous d'évacuation au mur se déversant directement à la mer ne possède de grille ; 2 poubelles avec cendrier intégré				
Promenade entre Plage et Solarium	Bleu ciel	1	32	2	0
Observations :	Aucun des 32 trous d'évacuation au mur se déversant directement à la mer ne possède de grille ; 1 poubelle avec cendrier intégré ; présence d'un distributeur de sacs de récupération de déjections canines				
Solarium supérieur	Jaune	1 grand ; 1 petit	14	5	1
Observations :	Un grand avaloir séparant la digue et la route se déverse à proximité de la mer ; le petit avaloir de cette zone ne possède pas de grille ; les évacuations au mur, sans grilles, se déversent sur le Solarium ; présence d'un distributeur de sacs de récupération de déjections canines				
Solarium inférieur	Rose	1		5	0
Observations :	Poubelles situées uniquement sur la partie haute du Solarium ; 2 boîtes pour mise à disposition de cendriers de poche ; 3 douches sans interdiction mentionnée d'utiliser shampoing et savon				
Digue semi-flottante Ouest	Vert	43 petits		2	0
Observations :	Parmi les 43 avaloirs, 2 n'ont pas de grille ; les 2 poubelles ne sont pas équipées de cendriers				
Digue semi-flottante Est supérieure	Rouge	25 petits		2	0
Observations :	Parmi les 25 avaloirs, 2 n'ont pas de grille ; les 2 poubelles ne sont pas équipées de cendriers				
Digue semi-flottante Est inférieure	Bleu foncé	0		0	0
Observations :	Accès direct à la mer ; fréquentation par les jeunes et les pêcheurs (nombreux fils de pêche présents sur le sol)				

Globalement, ces observations font état de bons nombres de rejets (avaloirs au sol ou évacuations au mur) directement en mer sans système de filtration (Fig. 54). Les grilles présentes possèdent généralement un maillage trop gros pour empêcher les mégots d'atteindre la mer. Nous noterons également l'absence totale de poubelles sur la zone « digue semi-flottante Est inférieure » alors qu'elle est régulièrement fréquentée par des jeunes et des pêcheurs laissant des déchets derrière eux. Par ailleurs, il n'existe aucune poubelle ni cendrier au niveau de l'accès Ouest desservant les ascenseurs du parking des Pêcheurs où de nombreux mégots ont été observés sur le sol. Concernant les douches localisées au Solarium, aucune recommandation n'est faite pour éviter d'utiliser shampoing et savon qui sont toxiques pour le milieu marin.



Poubelle avec
racleur à mégots
sans cendrier



Poubelle avec
cendrier



Grandes poubelles (tri sélectif)



Trous d'évacuation des eaux sur parois verticales sans grille



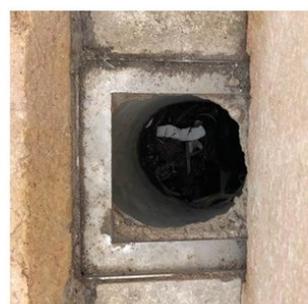
Distributeur de sacs de
récupération de déjections
canines



Evacuation d'eau au sol avec
des « trous » taille mégot



Grand avaloir



Evacuations sans pas de grille

Figure 54 : Photographies des différents types d'avaloirs, poubelles et autre installations présents le long du littoral de l'AME ainsi qu'à proximité.

La Direction de l'Aménagement Urbain a prévu d'améliorer ces installations en augmentant le nombre de poubelles dotées de cendriers ou affectées au tri sélectif.

Outre la mise à disposition de moyens supplémentaires, des campagnes de sensibilisation des usagers à la protection du milieu marin peuvent être mises en place. Comme le propose la Surfrider Foundation, des affiches peuvent être accolées au niveau des douches pour inciter les usagers à ne pas utiliser de savon (Fig. 55). D'autres initiatives visent à rappeler que les avaloirs d'eaux de pluie sont des fenêtres directes sur la mer grâce à des signalétiques sur les avaloirs telles que « Ici commence la mer » mises en place par la Mairie de Cannes (06) ou « Ne rien jeter, tout part à la mer » par l'association Paddle Cleaner à Nice (06) (Fig. 55).



Signalétique apposée par la Mairie de Cannes (06)



Signalétique observée à Villeneuve-Loubet (06)



Sensibilisation par la Surfrider Foundation Europe



Signalétique de l'association Paddle Cleaner à Nice (06)

Figure 55 : Signalétiques pouvant sensibiliser les usagers du littoral à la protection du milieu marin.

Le nettoyage terrestre de la zone est effectué quotidiennement par les cantonniers de la Société monégasque d'Assainissement (SMA). Ils balayent ou récupèrent les déchets au sol et vident les poubelles (les déchets ne sont pas quantifiés ni triés). Les agents de la SMA interviennent de 5h à 19h. Les informations recueillies auprès d'eux attestent d'une fréquentation nocturne du site importante (notamment le long de la promenade et du Solarium) induisant de nombreux déchets récoltés au petit matin avant l'arrivée des usagers.

9.4 Activités balnéaires et nautiques

Les activités balnéaires au sein de l'AME sont principalement localisées au niveau de la plage des Pêcheurs et du Solarium mais il n'existe aucune donnée de fréquentation (Fig. 56). Un périmètre de zone de baignade est mis en place par la Direction des Affaires Maritimes du 1^{er} mai au 1^{er} octobre grâce à un balisage en mer. Durant cette période, la navigation est interdite dans la zone des 300 m mais autorisée ailleurs dans l'AME en respectant la limitation de vitesse à l'intérieur de la zone des 300 m.

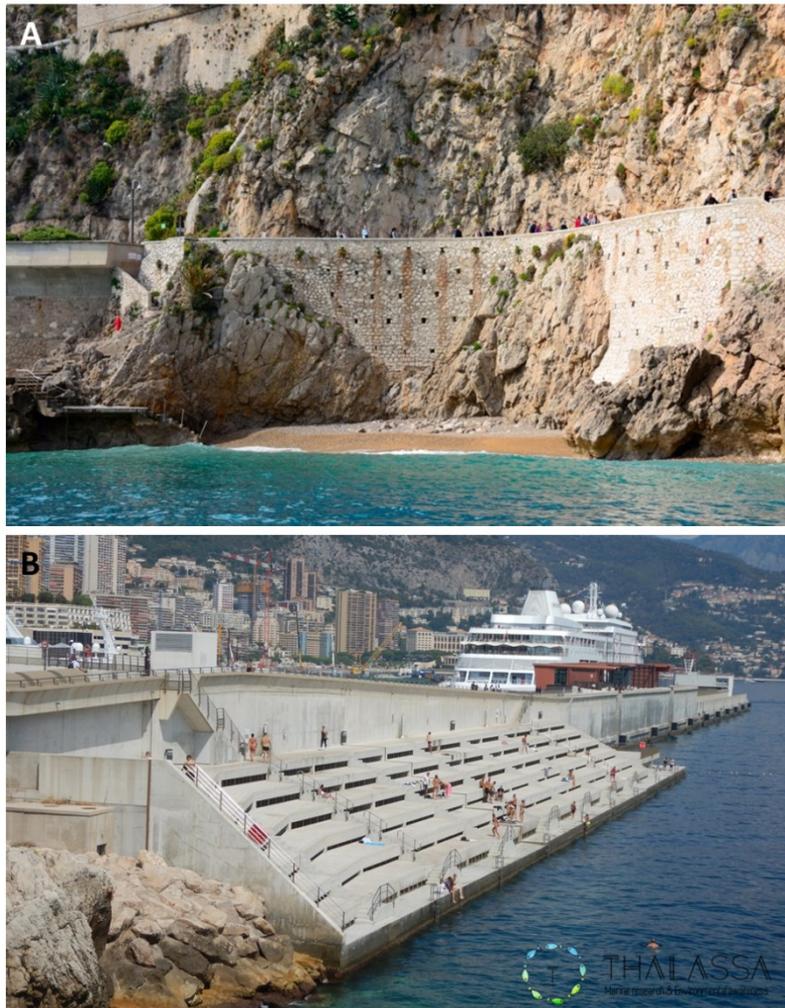


Figure 56 : Activités balnéaires au sein de l'AME (plage des Pêcheurs et Solarium).
(A) La plage des Pêcheurs (©Patrice Francour) ; (B) Le Solarium.

La plage naturelle des Pêcheurs est une zone de baignade non surveillée dont la profondeur augmente rapidement au départ de la plage. L'exiguïté de la plage et la proximité des rochers rendent la baignade déconseillée lorsque la mer est agitée (Fig. 57).



Figure 57 : Signalisation du bord de mer.
©Jacques Debat.

Le Solarium est la seconde zone de baignade non surveillée de l'AME. Pour des questions d'hygiène des panneaux signalent que l'accès aux chiens y est interdit. Pour des raisons de sécurité la baignade y est interdite lorsque la mer est agitée. Il est par ailleurs interdit de plonger depuis la digue en dehors de la zone de baignade (Fig. 57).

Bien que la baignade ne soit pas surveillée, il est toutefois important de signaler que la Division de Police Maritime et Aéroportuaire effectue régulièrement des rondes afin de garantir la sécurité de tous et de rappeler la réglementation en vigueur.

9.5 Grande plaisance

Les informations ci-après concernant la grande plaisance en Principauté de Monaco ont été extraites de site de la Société d'Exploitation des Ports de Monaco (SEPM 2019).

Depuis Mars 2003 le port Hercule a développé une nouvelle activité commerciale avec l'accueil des bateaux de croisières à quai (Fig. 58). Auparavant les navires de croisières n'avaient d'autre choix que de mouiller en rade de Monaco, ce qui ne facilitait pas les déplacements des croisiéristes, ou le long du quai des Etats-Unis pour des embarcations ne dépassant pas 100 m. La mise en service de la nouvelle digue semi flottante a permis le développement de cette activité. Longue de 352 m et abritant parfaitement les bateaux des coups de mer, la digue permet l'accueil de navires de croisière jusqu'à 300 m.



Figure 58 : Bateau de croisière accosté au quai du port Hercule (© Patrice Francour).

L'évolution des chiffres atteste la forte augmentation de la fréquentation par la grande plaisance : le nombre des escales est passé de 101 en 2002 à 214 en 2011 ce qui correspond à 285 000 passagers. Depuis 2011, ce sont entre 168 et 221 escales qui sont réalisées chaque année (Tableau 18).

Tableau 18 : Statistiques sur l'accueil des bateaux de croisières à quai entre 2012 et 2018 (SEPM).

Années	Nombre d'escales	Nombre de passagers
2012	185	232 921
2013	221	249 806
2014	182	200 039
2015	209	259 325
2016	181	185 392
2017	168	168 017
2018	178	170 571

Le périmètre de l'AME se situe certes à l'extérieur du port Hercule. Toutefois, il est important de prendre en compte l'ensemble des activités humaines en périphérie du site.

9.6 Plan d'eau et feux d'artifice

A la différence des pétards classiques, les feux d'artifice se composent de cocktails de produits chimiques. Pour produire les différentes couleurs, des substances sont utilisées, généralement des métaux lourds (plomb, chrome, cadmium, strontium, manganèse, nickel...) qui posent problème car persistants dans l'environnement et peuvent s'avérer toxiques ou cancérigènes lorsqu'on s'y expose à fortes doses. Outre les problèmes chimiques, les débris de fusées retombent inévitablement en mer. Il s'agit essentiellement de plastiques, de cartons compressés et de restes de mortier en fibres de verre qui sont des matières nocives pour la faune et la flore marine.

La Mairie de Monaco organise chaque année des tirs de feux d'artifice depuis la digue semi-flottante située à proximité de l'AME : 3 feux sont tirés lors de célébrations particulières (Saint Sylvestre, 31 décembre ; Sainte Devote, 27 janvier ; Fête Nationale, 19 novembre) et 4 feux à l'occasion du festival pyrotechnique qui a lieu en été.

Lors du premier tir de feux du festival pyrotechnique 2019 (le samedi 20 juillet 2019) divers déchets plastiques ont été observés sur le plan d'eau de l'AME, sur le solarium et la grande majorité ont été entraînés par les courants jusqu'à la plage du Larvotto située au cœur de l'aire marine protégée (Fig. 59). Ayant effectué ce constat, l'AMPN a transmis l'information à la Direction de la Prospective, de l'Urbanisme et de la Mobilité ainsi qu'à la Direction de l'Environnement. Les Services de l'Etat ont pris attache avec la Mairie de Monaco et un protocole similaire à celui adopté dans l'AMP du Larvotto pour les tirs de feux de la Société des Bains de Mer (SBM) a été mis en place. Les tirs postérieurs au 20 juillet ont été assortis d'un nettoyage de surface du plan d'eau par la SMA afin de limiter la pollution engendrée par ce genre d'activité.



Figure 59 : Exemple de débris plastiques retrouvés sur le plan d'eau de l'AME en juillet 2019.

© Jacqueline Gautier-Debernardi.

Afin de limiter au maximum l'impact environnemental et protéger la qualité de l'eau de mer, une série de mesures peuvent être mises en place visant à encadrer au mieux les tirs de feux d'artifice :

- poursuivre le nettoyage du plan d'eau après chaque tir et éventuellement mettre à disposition des plongeurs pour la récupération des débris coulés ;
- informer le public sur les produits utilisés et leurs effets nocifs ;
- réaliser un monitoring de la pollution occasionnée pendant et après le feu avec des analyses de l'eau ;
- encourager l'utilisation de matériaux biodégradables dans le cadre d'un cahier des charges proposé par la Mairie de Monaco (privilégier les cartons compressés aux plastiques).

Outre la problématique spécifique des feux d'artifice, la SMA effectue le nettoyage quotidien de la partie marine de l'AME du 1^{er} mai au 15 octobre, durant la saison estivale. Celui-ci est effectué de 7 heures à 17 heures au moyen d'un scooter des mers équipé de paniers de récupération des déchets. (Fig. 60).



Figure 60 : Un scooter des mers procédant au nettoyage en surface de l'AME durant la saison estivale.

© Axel Bastello – Palais Princier.

10. Richesses terrestres

L'AME offre également une grande richesse du point de vue de la biodiversité terrestre par la présence des falaises le long de la promenade des pêcheurs et au niveau du Musée océanographique. Ces falaises ont un intérêt écologique remarquable du point de vue de la flore terrestre avec des espèces endémiques ou à forte valeur patrimoniale et représentent ainsi un enjeu majeur de conservation.

Colonisées par endroits par une végétation « exotique », ces falaises représentent en effet une véritable zone sauvage servant de refuge et de lieu de nidification à un certain nombre d'espèces aviaires migratrices ou sédentaires. Deux espèces remarquables ont été recensées par la Direction de l'Environnement (Fig. 61) :

- le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), rapace diurne rupestre, espèce vulnérable : un couple nicheur et reproducteur a été observé sur la falaise du Rocher en 2006 dans le cadre du programme MONACOBIODIV ; 3 jeunes sont nés en 2010 et 2 en 2017 ;
- le cormoran huppé de Méditerranée (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), espèce marine sédentaire vulnérable, a été observé pour la première fois en 2010 dans la rade du port de Fontvieille au pied du Rocher ; 6 individus dont 4 juvéniles ont été observés en 2014 puis 8 jeunes en 2017.

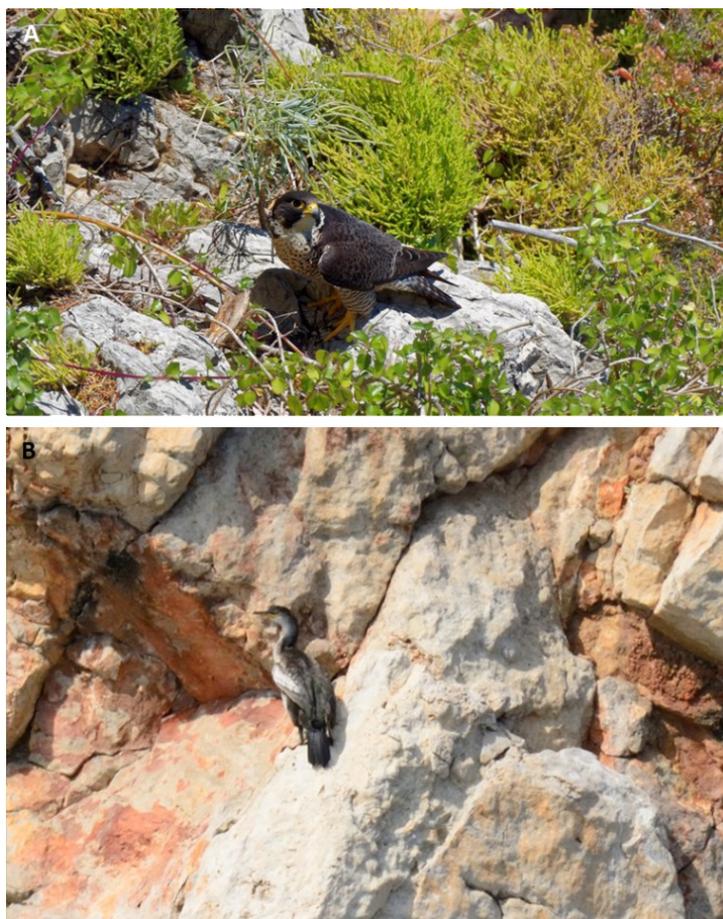


Figure 61 : Photographies du faucon pèlerin *Falco peregrinus* et du cormoran huppé de Méditerranée (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*).

(A) *Falco peregrinus* (©V.Gaglio – Direction de l'Environnement) ; (B) *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* (©Patrice Francour).

Parmi les espèces d'oiseaux « marins », l'espèce la plus représentée est le Goéland leucophée (*Larus michahellis*) (Fig. 62). L'importance de la population de cette espèce opportuniste n'est pas sans incidence sur la faune du rocher : sa prédation non sélective pèse sur les populations de passereaux et de micro mammifères. Ces impacts socio-économiques (nidification en milieu urbain, transmission de maladies, comportement agressif lors de la période d'incubation et de nourrissage) sont également de plus en plus préoccupants (Fig. X). À ce titre, le Gouvernement princier a initié en 2014 une étude scientifique sur l'évolution démographique de la population de Goéland leucophée, dont les résultats serviront de support aux mesures de gestion (Source Direction de l'Environnement).



Figure 62 : Photographies du Goéland Leucophée *Larus michahellis* dans l'AME.
©Jacques Debat ©Patrice Francour.

D'autres espèces ont également été observées sur le littoral monégasque :

- La mouette rieuse, *Larus ridibundus*
- La mouette mélanocéphale, *Larus melanocephalus*
- La sterne caugek, *Sterna sandvicensis*
- Le puffin yelkouan, *Puffinus yelkouan*
- Le puffin cendré, *Calonectris diomedea*
- Le fou de Bassan, *Sula bassana*
- Le grand cormoran, *Phalacrocorax carbo*

D'un point de vue floristique, 6 taxons endémiques *sensu lato* ; endémiques *stricto sensu* (Alpes-Maritimes) et sub-endémiques (Apennins, Corse et Provence) ont été recensés, soit 2 % de la flore monégasque :

- la nivéole de Nice, *Acis nicaeensis* (Arduino) Lledo, Davis et Crespo ;
- l'ail à fleurs aiguës, *Allium acutiflorum* Loisel ;
- le chou de Robert, *Brassica montana* Pourret ;
- la campanule à racine épaisse, *Campanula macrorhiza* Gay ex A. DC. ;
- le chardon litigieux, *Carduus litigiosus* Nocca & Balbis ;
- le statice à feuilles cordées, *Limonium cordatum* (L.) Miller.

La nivéole de Nice est une espèce endémique très rare qu'on ne trouve qu'entre Vence et Grimaldi (frontière italienne) (Fig. 63). Mentionnée sur la Principauté de Monaco depuis 1844 par les botanistes, la Nivéole de Nice persiste aujourd'hui en quatre stations au niveau du vallon Sainte-Dévote, de la Rampe Major, de la falaise du Palais Princier et de la Tour de l'Eperon.



Figure 63 : Nivéole de Nice *Acis nicaeensis*.
©Direction de l'Environnement.

Liste des références

- Airoldi L, Beck MW (2007) Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review* 45: 345–405
- Asnaghi V, Chiantore M, Bertolotto R, Parravicini V, Cattaneo-Vietti R, Gaino E, Moretto P, Privitera D, Mangialajo L (2009). Implementation of the European Water Framework Directive: natural variability associated to the CARLIT method on the rocky shores of the Ligurian Sea (Italy). *Marine Ecology* 30: 505-513
- Azzuro E, Soto S, Garofalo G, Maynou F (2013) *Fistularia commersonii* in the Mediterranean Sea: invasion history and distribution modeling based on presence-only records. *Biol Invasions*, 15: 977-990
- Ballesteros E, Torras X, Pinedo S, Garcia M, Mangialajo L, de Torres M (2007) A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 172-180
- Ballesteros E, Sala E, Garrabou J, Zabala M (1998) Community structure and frond size distribution of a deep water stand of *Cystoseira spinosa* (Phaeophyta) in the Northwestern Mediterranean. *European Journal of Phycology* 33: 121–128
- Bariche M, Alwan N, El Assi H, Zurayk R (2009) Diet composition of the Lessepsian bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* in the eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4), 460-465
- Bodilis P, Arceo H, Francour P (2011) Further evidence of the establishment of *Fistularia commersonii* (Osteichthyes: Fistulariidae) in the north-western Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 1-4
- Boudouresque CF (2004) Marine biodiversity in the Mediterranean: Status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park, France* 20: 97–146
- Bouma TJ, Olenin S, Reise K, Ysebaert T (2009) Ecosystem engineering and biodiversity in coastal sediments: posing hypotheses. *Helgoland Marine Research*, 63: 95–106
- Bulleri F, Malquori F (2015). High tolerance to simulated herbivory in the clonal seaweed, *Caulerpa cylindracea*. *Marine environmental research*, 107: 61-65
- Cevik C, Yokes MB, Cavas L, Erkol LI, Derici OB, Verlaque M (2007) First report of *Caulerpa taxifolia* (Bryopsidales, Chlorophyta) on the Levantine coast (Turkey, Eastern mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74: 549-556
- Chemello R, Milazzo M (2002) Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal mollusks. *Marine Biology*, 140: 981–990
- Cheminée A, Sala E, Pastor J, Bodilis P, Thiriet P, Mangialajo L, Cottalorda JM, Francour P (2013) Nursery value of *Cystoseira* forests for Mediterranean rocky reef fishes. *Journal of experimental marine biology*, 442: 70–79
- Clarke KR, Warwick RM (2001) A further biodiversity index applicable to species lists: Variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series*, 216: 265-278
- Connell SD, Foster MS, Airoldi L (2014) What are algal turfs? Towards a better description of turfs. *Marine Ecology Progress Series*, 495: 299–307
- Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, Serio D (2004) Alien macrophytes in the Mediterranean Sea: a review. *Recent Research Developments in Environmental Biology* 1: 153-202
- Cottalorda JM, Francour P (2007) Evolution de la population de mérours bruns (*Epinephelus marginatus*) entre 1995 et 2006 dans les eaux de la Principauté de Monaco. Dans 2nd Symposium on Mediterranean Groupers, Francour P, Gratiot J (eds), 4 pp
- Cottalorda JM, Gratiot J, Mannoni PA, Vaugelas J, Meinesz A (2008) Suivi de l'invasion des algues introduites *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* en Méditerranée : situation devant les côtes françaises au 31 décembre 2007. ECOMERS publications, 42 pp
- Cottalorda JM, Gratiot J, Mannoni PA, Vaugelas J (2008) Evaluation cartographique de l'expansion des Caulerpes envahissantes le long du littoral monégasque et de ses parages immédiats (Cap d'Ail - Cap Martin). Campagne 2006-2008. ECOMERS publications, 46 pp
- Crain CM, Bertness MD (2006) Ecosystem engineering across environmental gradients: implications for conservation and management. *Bioscience*, 56: 211-218
- Crooks JA (2002) Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos*, 97: 153–166
- Dalias N, Sialelli J (2010) Cartographie et caractérisation des fonds marins de la Principauté de Monaco – Analyse de l'existant. OCEANIDE publication, 96 p.
- De La Fuente G, Chiantore M, Gaino F, Asnaghi V (2018) Ecological status improvement over a decade along the Ligurian coast according to a macroalgae based index (CARLIT). *Plos One* 13(12): e0206826
- Di Franco A, Milazzo M, Baiata P, Tomasello A, Chemello R (2009) Scuba diver behaviour and its effects on the biota of a Mediterranean marine protected area. *Environmental Conservation* 36: 32–40
- Dufour F, Guidetti P, Francour P (2007) Comparaison des inventaires de poissons dans les aires marines protégées de Méditerranée: influence de la surface et de l'ancienneté. *Cybiurn*, 31(1): 19-31

- Félix-Hackradt FC, Sanchis-Martínez AM, Hackradt CW, Treviño-Otón J, García-Charton JA (2018). Distribution and ecological relations among the alien crab, *Percnon gibbesi* (H. Milne-Edwards 1853) and autochthonous species, in and out of an SW Mediterranean MPA. *Hydrobiologia*, 806(1): 187-201
- Francour P, Gagné L (2016) La pêche amateur du bord dans la Principauté de Monaco. ECOMERS publications, 25 pp
- Francour P, Cottalorda JM, Dufour F (2005) Mise à jour de l'inventaire de la faune ichtyologique de la Principauté de Monaco. LEML publication, 30 p
- Francour P (2007) Mise à jour de l'inventaire de la faune ichtyologique de la Principauté de Monaco: campagne 2006. LEML Publications, 1-24
- Francour P (2017) Evaluation des peuplements de poissons au sein de l'observatoire de la biodiversité du Parc national de Port-Cros: synthèse des données FAST. ECOMERS publications, 40 p
- Francour P (1998) Inventaire de la faune ichtyologique de la Principauté de Monaco. Ministère d'État de la Principauté de Monaco-Service Environnement et GIS Posidonie publications, 1-38
- Francour P, Gautier-Debernardi J, Dompé S (2017) Comptages de mérus et de corbs à Monaco durant l'été 2017 pour GEM. AMPN publication, 1-7
- Geertz-Hansen O, Enriquez S, Duarte CM, Agusti S, Vaquer D, Vidondo B (1994) Functional implications of the form of *Codium bursa*, a balloon-like Mediterranean macroalga. *Marine Ecology Progress Series* 108: 153-160
- Giakoumi S, Scianna C, Plass-Johnson J, Micheli F, Grorud-Colvert K, Thiriet P, Claudet J, Di Carlo G, Di Franco A, Gaines SD, García-Charton JA, Lubchenco J, Reimer J, Sala E, Guidetti P (2017) Ecological effects of full and partial protection in the crowded Mediterranean Sea: a regional meta-analysis. *Scientific Reports* 7:8940.
- Gianni F, Bartolini F, Pey A, Laurent M, Martins GM, Airoidi L, Mangialajo L (2017). Threats to large brown algal forests in temperate seas: the overlooked role of native herbivorous fish. *Scientific reports*, 7(1): 6012
- Gianni F, Bartolini F, Airoidi L, Ballesteros E, Francour P, Guidetti P, Meinesz A, Thibaut T, Mangialajo L (2013). Conservation and restoration of marine forests in the Mediterranean Sea and the potential role of Marine Protected Areas. *Advances in oceanography and limnology*, 4(2): 83-101
- Golani D (2000) First record of the bluespotted cornetfish from the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 56: 1545–1547
- Gravez V, Boudouresque CF, Ruitton S (2005) Proposition d'une stratégie de contrôle des espèces envahissantes marines dans les eaux du Parc national de Port-Cros, illustrée par le cas de deux espèces de *Caulerpa*. GIS Posidonie et Parc national de Port-Cros publications, 68 pp
- Guidetti P (2006) Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecological Applications*, 16(3): 963-976
- Hackradt CW, García-Charton JA, Harmelin-Vivien M, Pérez-Ruzafa A, Le Diréach L, Bayle-Sempere J, Charbonnel E, Ody D, Renones O, Sanchez-Jerez P, Valle C (2014) Response of rocky reef top predators (Serranidae: Epinephelinae) in and around marine protected areas in the Western Mediterranean Sea. *PLOS ONE* 9, e98206 (2014).
- Harmelin JG, Robert P, Cantou M, Harmelin-Vivien M (2007) Long term changes in the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) population from a NW Mediterranean marine protected area, the national park of Port-Cros (France). Dans: Second International Symposium on the Mediterranean Groupers. Francour P., Gratiot J. (ed), ECOMERS publications
- Harmelin JG, Harmelin-Vivien (1999) A review on habitat, diet and growth of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Marine Life review*, 9(2): 11-20
- Harmelin JG (1991) Statut du corb (*Sciaena umbra*) en Méditerranée. Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, Boudouresque CF, Avon M, Gravez V éditeurs, GIS Posidonie Publications, 219-227
- Jones CG, Lawton JH, Shachak M (1994) Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69: 373-386
- Jones GP, Andrew NL (1992) Temperate reefs and the scope of seascape ecology. Dans Battershill CN, Schiel DR, Jones GP, Creese RG, MacDiarmid AB (eds) Proceedings of the 2nd international temperate reef symposium. NIWA Marine Publication, Wellington, 63–76
- Klein J, Verlaque M (2008) The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Marine pollution bulletin*, 56(2): 205-225.
- Lembo G, Fleming IA, Okland F, Carbonara P, Spedicato MT (1999) Site fidelity of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) studied by acoustic telemetry. *Marine Life review*, 9(2): 37-43
- Lenfant P, Louisy P, Licari ML (2003) Recensement des mérus bruns (*Epinephelus marginatus*) de la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls (France, Méditerranée) effectué en septembre 2001 après 17 années de protection. *Cybium*, 27: 27-36
- Lloret J, Zaragoza N, Caballero D, Font T, Casadevall M, Riera V (2008) Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area. *Fisheries Research*, 94(1): 84-91
- Mangialajo L, Chiantore M, Cattaneo-Vietti R (2008) Loss of furoid algae along a gradient of urbanisation, and structure of benthic assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 358: 63-74
- Manning RB, Holthuis LB (1981) West African brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda). *Smithsonian Contributions to Zoology* 306: 1–379

- Meinesz A, De Vaugelas J, Hesse B, Mari X (1993) Spread of the introduced tropical green alga *Caulerpa taxifolia* in northern Mediterranean waters. *Journal of applied Phycology*, 5(2), 141
- Meinesz A, Belsher T, Thibaut T, Antolic B, Mustapha KB, Boudouresque CF, Chiaverini D, Cinelli F, Cottalorda JM, Djellouli A, Orestano C, Grau AM, Ivesa L, Jaklin A, Langar H, Mussuti-Pascual E, Peirano A, Tunesi L, De Vaugelas J, Zavodnik N, Zuljevic A (2001) The introduced green alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. *Biological invasions*, 3(2): 201-210
- Meinesz A, Chancollon O, Cottalorda JM (2010) Observatoire sur l'expansion de *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* en Méditerranée: campagne Janvier 2008 – Juin 2010. ECOMERS publications, 50 pp
- Mussat SR, Battuello M, Nurra N, Squadrone S (2016) On the presence of *Ganonema farinosum* (Rhodophyta, Liagoriaceae) along the coast of the AMP island of Bergeggi (Ligurian Sea). Dans 47^e Congresso SIBM-Società Italiana di Biologia Marina, 213-214
- Nikolić V, Žuljević A, Mangialajo L, Antolić B, Kušpilić G, Ballesteros E (2013) Cartography of littoral rocky-shore communities (CARLIT) as a tool for ecological quality assessment of coastal waters in the Eastern Adriatic Sea. *Ecological indicators*, 34: 87-93
- Nizamuddin M (1991) *The Green Marine Algae of Libya*. Koeltz Scientific Books, 227 p
- Perkol-Finkel S, Airoldi L (2010) Loss and recovery potential of marine habitats: an experimental study of factors maintaining resilience in subtidal algal forests at the Adriatic Sea. *PLoS One* 5, e10791
- Pezzolesi L, Falace A, Hernandez-Kantun JJ, Cerrano C, Rindi F (2017) Genetic morphological variation in an ecosystem engineer *Lithophyllum byssoides* (Corallinales, Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 53: 146-160
- Pimentel D (2002) Introduction: non-native species in the world. Dans *Biological invasions. Economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species*. CRC Press, London, 3–8
- Por FD (1990) Lessepsian migration. An appraisal and new data. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, 7: 1–10
- Relini M, Orsi L, Puccio V, Azzurro E (2000) The exotic crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda, Grapsidae) in the central Mediterranean. *Scientia Marina*, 64: 337–340
- Rodriguez-Prieto C, Ballesteros E, Boisset F, Afonso-Carrillo J (2010) *Alge e fanerogame del mediterraneo*. Éditeur Il Catello, 656 pp
- Rouanet E, Belloni B, Astruch P, de Monbrison D, Goujard A, Leteurtois M, Berthier L (2017) Etat des connaissances des activités de plongée subaquatiques sur la façade méditerranéenne et appui à l'élaboration d'une stratégie de gestion durable des sites de plongée. Contrat d'étude Agence Française pour la Biodiversité – Direction Interrégionale de la Mer Méditerranée & GIS Posidonie – BRL ingénierie, GIS Posidonie publication, 1 – 184
- Santamaría J, Tomas F, Ballesteros E, Ruiz JM, Terrados J, Cebrian E (2018) A little can be enough. Native fish from the Western Mediterranean Sea can act as a control agent for the invasive alga *Caulerpa cylindracea*. *PeerJ Preprints*
- SEPM (2019) <https://www.ports-monaco.com/fr/croisieres.html>
- Seytre C, Clozza M, Cottalorda JM, Bodilis P, Spennato G, Hurel C, Marmier N, Francour P (2012) Etudes préalables à la mise en place de récifs artificiels dans les eaux de la Principauté de Monaco. ECOMERS publications, Nice: 1-51
- Seytre C, Francour P (2009) The Cap Roux MPA (Saint-Raphaël, French Mediterranean): Changes in fish assemblages within four years of protection. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 180-187
- Streftaris N, Zenetos A (2006) Alien marine species in the Mediterranean-the 100 'Worst Invasives' and their impact. *Mediterranean Marine Science*, 7(1): 87-118
- Thibaut T, Blanfuné A (2014). Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau – Rapport d'état écologique des masses d'eau – Littoral rocheux méditerranéen français – Réévaluation de 12 masses d'eau. Contrat Agence de l'eau RMC – UNS: 36 p + Atlas cartographique
- Thibaut T, Mannoni PA, Markovic L, Geoffroy K, Cottalorda JM (2008) Préfiguration du réseau macroalgues - Bassin Rhône Méditerranée Corse - Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau.
- Thibaut T, Markovic L, Blanfuné A (2010) Préfiguration du réseau macroalgues - Bassin Rhône Méditerranée Corse - Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Littoral rocheux de la Corse. Contrat Agence de l'Eau RMC - Unsa : 24 p. + Atlas cartographique
- Thibaut T, Pinedo S, Torras X, Ballesteros E (2005) Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 50: 1472–1489
- Thiriet P, Di Franco, A, Cheminée A, Guidetti P, Bianchimani O, Basthard-Bogain S, Cottalorda JM, Arceo H, Lejeune P, Moranta J, Escoubet P, Francour P, Mangialajo L (2016) Abundance and diversity of crypto-and necto-benthic coastal fish are higher in marine forests than in structurally less complex macroalgal assemblages. *PLoS One* 11(10): e0164121
- Veiga P, Rubal M, Cacabelos E, Moreira J, Sousa-Pinta I (2013) Abundance and fragmentation patterns of the ecosystem engineer *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie along the Iberian Peninsula Atlantic coast. Conservation and management implications. *Journal of sea research*, 83: 40–6
- Verlaque M, Fritayre P (1994) Modifications des communautés algales méditerranéennes en présence de l'algue envahissante *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh. *Oceanologica Acta*, 17: 659–672

Verlaque M (2010) Field-methods to analyse the condition of Mediterranean *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie rims. Scientific Reports Port-Cros National Park 24: 185–96

Verlaque M (1994) Inventaire des plantes introduites en Méditerranée: origine et répercussions sur l'environnement et les activités humaines. Oceanologica Acta, 17 (1): 1-23.

Vidondo B, Duarte CM (1995) Seasonal growth of *Codium bursa*, a slow-growing Mediterranean macroalga: in situ experimental evidence of nutrient limitation. Marine Ecology Progress Series, 123: 185-191

Zabala M, Louisy P, García-Rubies A, Gràcia V (1997) Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean, Spain).

ANNEXE 1 : Sanctuaire PELAGOS



PELAGOS, Sanctuaire pour les mammifères marins en Méditerranée

Une décennie de discussion et de partage d'information dans une volonté commune a été nécessaire pour que, le 25 novembre 1999, la France, l'Italie et la principauté de Monaco signent un Accord relatif à la création en Méditerranée d'un sanctuaire pour les mammifères marins. Son entrée en vigueur a lieu le 21 février 2002 après la ratification par ces trois pays. Sa zone de compétence s'étend sur un vaste espace maritime de 87 500 km² et englobe la partie maritime du bassin Corso-Liguro-Provençal.

Créé dans le but de protéger les mammifères marins contre toutes les causes de perturbations provenant des activités humaines, le Sanctuaire doit concilier le développement harmonieux des activités socio-économiques avec la nécessaire protection des habitats et des espèces.

Pour cela, chaque Partie de l'Accord organise sa réflexion et ses projets de gestion en concertation avec les autres Parties. Du côté français, le Ministère chargé de l'environnement a confié l'animation du Sanctuaire au Parc national de Port-Cros. La création de plusieurs groupes de travail, composés de représentants des services de l'État, des collectivités territoriales, de laboratoires scientifiques, des professionnels du transport, de la pêche, du tourisme, d'associations et ONG, permet de traiter l'ensemble des questions de manière globale et concertée.



Les Parties contribuent activement au projet sur plusieurs niveaux, comme par exemple l'élaboration d'un code de bonne conduite pour l'observation des cétacés en mer ou la proposition de réglementer les compétitions d'engins à moteur rapide dans le Sanctuaire. Sur le plan de la communication, l'édition d'une plaquette d'information du public en trois langues (français, italien et anglais) ou l'élaboration d'une exposition sur les cétacés, témoignent de la volonté de diffuser à tous les messages du Sanctuaire.

Une des stratégies d'action du Sanctuaire est la mise en synergie des différents moyens techniques, scientifiques, pédagogiques ou juridiques, applicables sur ce vaste périmètre. L'aspect international se développe avec la création du Secrétariat Permanent de l'Accord et la tenue de réunions tripartites pour définir progressivement une ligne de conduite commune.

L'inscription du Sanctuaire sur la liste des Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIM) en novembre 2001, lui apporte la reconnaissance officielle des autres États méditerranéens. Dans ce cadre, un plan de gestion a été adopté par les Parties en 2004.

C'est ainsi que la dimension internationale de la gestion du Sanctuaire, la rédaction du plan de gestion, l'approche concertée des problématiques socio-économiques, constituent les enjeux auxquels doivent désormais s'attacher les trois pays pour que les mammifères marins n'aient plus à subir les conséquences des activités de l'Homme.

ACCORD

RELATIF A LA CREATION

EN MEDITERRANEE

D'UN SANCTUAIRE

POUR LES MAMMIFERES MARINS

Les Parties au présent Accord,

Considérant les menaces qui pèsent sur les mammifères marins en Méditerranée et plus particulièrement sur leurs habitats ;

Considérant que dans la Mer Méditerranée il existe une zone de l'aire de répartition de ces animaux particulièrement importante pour leur conservation ;

Considérant que, sur la base de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, la zone en question est constituée en partie par des eaux à l'égard desquelles chacune des parties exerce sa souveraineté ou sa juridiction ;

Considérant que la Communauté Européenne exerce, pour deux Etats parties, une compétence exclusive en matière de conservation et de gestion des ressources aquatiques marines vivantes ; que les mesures techniques de conservation des ressources de pêche en Méditerranée sont, actuellement, régies par le règlement (CE) N° 1626/94 du Conseil du 27 juin 1994 ;

Reconnaissant que, pour deux Etats parties, les dispositions qui seront adoptées en application du présent accord ne peuvent pas porter atteinte aux principes et aux dispositions communautaires pertinentes, ni remettre en cause leurs obligations et leurs engagements en tant qu'Etats membres de la Communauté ;

Prenant en compte les traités et les autres instruments internationaux pertinents et notamment :

Les conventions sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage et relatives à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ;

La convention internationale pour la réglementation de la chasse à la baleine et l'Accord sur la conservation des cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de la zone atlantique adjacente ;

La convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et les protocoles y afférents ;

Soucieuses d'oeuvrer pour la conservation des mammifères marins en Méditerranée ;

Sont convenues de ce qui suit :

Article 1

Aux fins du présent Accord :

a) L'état de conservation est jugé « favorable » quand les connaissances sur les populations indiquent que les mammifères marins de la région constituent un élément viable des écosystèmes auxquels ils appartiennent ;

b) Le mot « habitat » signifie toute zone de l'aire de répartition des mammifères marins occupée temporairement ou en permanence par ceux-ci en particulier pour la reproduction, la mise bas, le nourrissage, ainsi que les voies de migrations ;

c) Le mot « prise » signifie la chasse, la capture, la mise à mort ou le harcèlement des mammifères marins, ainsi que les tentatives de tels actes.

Article 2

1. Les Parties instituent un sanctuaire marin dans la zone de la mer Méditerranée définie à l'article 3, dont la diversité et la richesse biologique constituent des facteurs indispensables à la protection des mammifères marins dans leurs habitats.

2. Dans le sanctuaire les Parties protègent les mammifères marins de toutes espèces.

Article 3

Le sanctuaire est constitué de zones maritimes situées dans les eaux intérieures et dans les mers territoriales de la République Française, de la République Italienne et de la Principauté de Monaco, ainsi que de parties de haute mer adjacentes. Ses limites sont les suivantes :

à l'Ouest, une ligne allant de la pointe Escampobariou (pointe ouest de la presqu'île de Giens : (43° 01' 70'' N, 06° 05' 90'' E) à Capo Falcone, situé sur la côté occidentale de la Sardaigne (40° 58' 00'' N, 008° 12' 00'' E) ;

à l'Est, une ligne allant de Capo Ferro, situé sur la côte nord-orientale de la Sardaigne (41° 09' 18'' N, 009° 31' 18'' E) à Fosso Chiarone, situé sur la côte occidentale de l'Italie (42° 21' 24'' N, 011° 31' 00'' E).

Article 4

Les Parties s'engagent à prendre dans le sanctuaire les mesures appropriées mentionnées aux articles ci-après pour garantir un état de conservation favorable des mammifères marins en les protégeant, ainsi que leur habitat, des impacts négatifs directs ou indirects des activités humaines.

Article 5

Les Parties coopèrent dans le but d'évaluer de manière périodique l'état des populations des mammifères marins, les causes de mortalité et les menaces pesant sur leurs habitats et, plus particulièrement, sur leurs fonctions vitales, telles que l'alimentation et la reproduction.

Article 6

1. En tenant compte de leurs engagements internationaux, les Parties exercent leur surveillance dans le sanctuaire et intensifient la lutte contre toutes les formes de pollution, d'origine maritime ou tellurique, ayant ou susceptibles d'avoir un impact direct ou indirect sur l'état de conservation des mammifères marins.

2. Les Parties adoptent des stratégies nationales visant à la suppression progressive des rejets de composés toxiques dans le sanctuaire, en accordant la priorité aux substances énumérées à l'annexe I du Protocole de la Convention de Barcelone relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution provenant de sources et activités situées à terre.

Article 7

Dans le sanctuaire, les Parties :

a) interdisent toute prise délibérée ou perturbation intentionnelle de mammifères ; elles peuvent toutefois autoriser des prises non létales dans les situations d'urgence ou dans le cadre de travaux de recherches scientifiques « in situ » menées dans le respect du présent accord ;

b) se conforment à la réglementation internationale et de la Communauté Européenne, en particulier en ce qui concerne l'utilisation et la détention de l'engin de pêche dénommé « filet maillant dérivant » ;

c) se concertent, en tant que de besoin, en vue de promouvoir dans les enceintes compétentes, après évaluation scientifique, l'adoption de réglementations concernant l'usage de nouveaux systèmes de pêche qui pourraient entraîner la capture de mammifères marins ou porter atteinte à leurs ressources alimentaires, en tenant compte du risque de perte ou d'abandon des engins de pêche en mer.

Article 8

Dans le sanctuaire, les Parties réglementent l'observation des mammifères marins à des fins touristiques.

Article 9

Les Parties se concertent en vue de réglementer et, le cas échéant, interdire dans le sanctuaire les compétitions d'engins à moteur rapides.

Article 10

Les Parties se concertent en vue d'harmoniser autant que possible les mesures établies en application des articles précédents.

Article 11

Sans préjudice des dispositions pertinentes du droit international et le cas échéant de la réglementation de la Communauté Européenne, les dispositions qui précèdent n'affectent pas le droit des Parties d'établir des mesures nationales plus strictes.

Article 12

1. Les Parties tiennent régulièrement des réunions pour la mise en œuvre et le suivi du présent accord. Elles fixent les conditions d'organisation de ces réunions en tenant compte des structures déjà existantes.

2. Dans ce cadre elles encouragent et favorisent :

a) Les programmes de recherche, nationaux et internationaux, visant à permettre le suivi scientifique des dispositions du présent accord ;

b) Les campagnes de sensibilisation auprès des professionnels et autres usagers de la mer et des organisations non gouvernementales, notamment en ce qui concerne la prévention des collisions entre navires et mammifères marins et la communication aux autorités compétentes de la présence de mammifères marins morts ou en difficulté.

Article 13

Pour assurer l'application des dispositions du présent Accord, les Parties font appel en particulier aux services habilités à exercer la surveillance en mer. Elles s'engagent à coopérer et à s'échanger toute information nécessaire à cet égard. A cette fin, les Parties facilitent l'utilisation mutuelle de leurs ports aériens ou maritimes selon des procédures simplifiées.

Article 14

1. Dans la partie du sanctuaire située dans les eaux placées sous sa souveraineté ou juridiction, chacun des Etats Parties au présent accord est compétent pour assurer l'application des dispositions y prévues.

2. Dans les autres parties du sanctuaire, chacun des Etats Parties est compétent pour assurer l'application des dispositions du présent accord à l'égard des navires battant son pavillon, ainsi que, dans les limites prévues par les règles de droit international, à l'égard des navires battant le pavillon d'Etats tiers.

Article 15

Rien dans le présent accord ne porte atteinte à l'immunité souveraine des navires de guerre ou autres navires appartenant à/ou exploités par un Etat pendant qu'ils sont affectés à un service public non commercial. Toutefois, chaque Etat Partie doit s'assurer que ses navires et aéronefs qui jouissent d'immunité souveraine selon le droit international agissent d'une manière compatible avec le présent accord.

Article 16

Aussitôt que le Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée entrera pour elles en vigueur, les Parties présenteront une proposition conjointe d'inscription du sanctuaire sur la liste des aires spécialement protégées d'importance méditerranéenne.

Article 17

1. Les Parties invitent les autres Etats, qui exercent des activités dans la zone définie à l'article 3, à prendre des mesures de protection similaires à celles prévues par le présent accord, compte tenu du plan d'action adopté dans le cadre du PAM/PNUE pour la conservation des cétacés en Méditerranée et de l'accord sur la conservation des cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de la zone atlantique adjacente, ou de tout autre traité pertinent.

2. Le présent accord est communiqué à toutes les organisations internationales compétentes au plan international ou régional, ainsi qu'aux Parties à la Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée.

Article 18

Le présent accord est soumis à ratification, acceptation ou approbation des Parties Signataires.

Article 19

1. Les instruments de ratification, d'acceptation ou d'approbation sont déposés auprès du Gouvernement désigné comme dépositaire du présent accord.

2. Le présent accord entrera en vigueur le trentième jour suivant la date du dépôt des instruments de ratification, d'acceptation ou d'approbation des Parties signataires.

Article 20

1. Les Parties peuvent inviter tout autre Etat ou organisation internationale intéressé à adhérer au Présent accord. L'adhésion sera ouverte après l'entrée en vigueur de l'accord.

2. Le présent accord entrera en vigueur, à l'égard des Parties y adhérant, le trentième jour suivant la date du dépôt de l'instrument d'adhésion, d'acceptation ou d'approbation.

Article 21

1. Toute Partie pourra demander la convocation d'une conférence de révision de l'accord. Toute révision nécessite l'accord des Parties signataires.

2. Toute Partie pourra dénoncer l'accord. La dénonciation prendra effet trois mois après sa notification au dépositaire. La dénonciation par une partie adhérente ne comporte pas l'extinction de l'accord pour les autres Parties.

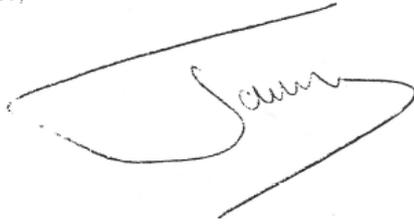
Article 22

1. Le présent Accord, rédigé en langues française et italienne, chaque version faisant également foi, est déposé aux archives du Gouvernement de la Principauté de Monaco.

2. Le présent Accord sera enregistré par le dépositaire conformément à l'article 102 de la Charte des Nations Unies.

Fait à Rome, le vingt-cinq novembre mil neuf cent quatre-vingt-dix-neuf.

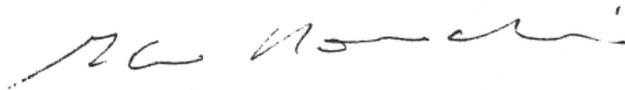
Pour la Principauté de Monaco,



Pour la République Française,

Dominique Vayel


Pour la République Italienne,



DECLARATION

Les représentants des trois Parties signataires se félicitent de l'heureux aboutissement d'un dossier sur lequel elles ont travaillé depuis plus de six ans. Bien entendu, comme toute oeuvre humaine, cet accord est perfectible, mais il constitue une première étape cruciale vers une réelle et efficace protection des mammifères en Méditerranée Occidentale.

Sans même attendre les procédures de ratification, les Parties signataires vont dès à présent, s'employer à faciliter la mise en oeuvre de l'accord en établissant les bases de gestion du sanctuaire.

Les Parties signataires pourront s'appuyer sur les travaux d'ores et déjà engagés entre elles, tant au niveau des Etats que des collectivités territoriales. En particulier, l'expérience acquise dans les instances de l'accord RAMOGE contribuera positivement à la mise en place et à la gestion du sanctuaire.

Les Parties souhaitent, au-delà d'une mise en oeuvre rapide des engagements figurant dans l'accord par les autorités compétentes des Etats et des collectivités territoriales, que soient dès à présent conduites, en application du principe de précaution, des études sur un certain nombre de points qui pourraient venir en compléter la substance. Il s'agit notamment des conséquences sur les mammifères marins, de l'utilisation des moyens de prospection et de détection sismique ou acoustique et de celles de l'exploitation éventuelle de ressources naturelles non vivantes. Enfin, la question du bruit et de la vitesse des embarcations, déjà évoquée dans l'accord pour les compétitions d'engins rapides, méritera d'être également examinée.

POUR COPIE CONFORME
MONACO, le - 3 FEV. 2000



Le Secrétaire Général
du Ministère d'Etat

[Signature]
Painier IMPERTI

ANNEXE 2 : Inventaire Poissons de Dufour et al. (2007)

Comparaison d'inventaires de poissons en Méditerranée

DUFOUR ET AL.

Annexe 1. – Liste des espèces inventoriées dans les différents espaces marins protégés de Méditerranée et d'Adriatique, présentées par ordre alphabétique des familles. La nomenclature systématique utilisée correspond à celle qui est adoptée dans FishBase. [Inventory of the fish species recorded in the different marine protected areas of Mediterranean and Adriatic, presented by alphabetic order of families. The systematic nomenclature follows that in FishBase.]

Taxon	Porto Cesaro	Tremiti	Torre Guaceto	Monaco	Port-Cros	Scandola	Lavezzi	Mèdes
Alopiidae								
<i>Alopias vulpinus</i> (Bonnaterre, 1788)					x			
Ammodytidae								
<i>Ammodytes tobianus</i> Linnaeus, 1758								
<i>Gynnammodytes cicerelus</i> (Rafinesque, 1810)				x	x	x	x	
Anguillidae								
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
Apogonidae								
<i>Apogon imberbis</i> (Linnaeus, 1758)	x	x		x	x	x	x	x
Argentinidae								
<i>Argentina sphyraena</i> Linnaeus, 1758						x		
Atherinidae								
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810				x	x	x	x	x
<i>Atherina hepsetus</i> Linnaeus, 1758					x	x	x	x
Balistidae								
<i>Balistes carolinensis</i> Gmelin, 1788					x	x	x	x
Batrachoididae								
<i>Halobatrachus didactylus</i> (Bloch & Schneider, 1801)								
Belonidae								
<i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1761)	x		x		x	x	x	
Blenniidae								
<i>Aidablennius sphyinx</i> (Valenciennes, 1836)	x	x	x		x	x	x	x
<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758				x	x	x		
<i>Coryphoblennius galerita</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x		x	x	x	x
<i>Hypoleurochilus bananensis</i> (Poll, 1859)								
<i>Lipophrys adriaticus</i> (Steindachner & Kolombatovic, 1883)								
<i>Lipophrys canevai</i> (Vinciguerra, 1880)	x	x	x		x	x		x
<i>Lipophrys dalmatinus</i> (Steindachner & Kolombatovic, 1883)	x		x			x	x	
<i>Lipophrys nigriceps</i> (Vinciguerra, 1883)	x			x	x	x	x	x
<i>Lipophrys pholis</i> (Linnaeus, 1758)								
<i>Parablennius gattorugine</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Parablennius incognitus</i> (Bath, 1968)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	x	x	x		x			x
<i>Parablennius rouxi</i> (Cocco, 1833)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814)				x	x	x	x	x
<i>Parablennius tentacularis</i> (Brünnich, 1768)	x		x	x		x		x
<i>Parablennius zvonimiri</i> (Kolombatovic, 1892)		x	x	x	x	x	x	x
<i>Paralipophrys trigloides</i> (Valenciennes, 1836)	x	x	x		x	x		x
<i>Salaria basilisca</i> (Valenciennes, 1836)						x		
<i>Salaria pavo</i> (Risso, 1810)		x	x		x	x	x	x
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)								x
Bothidae								
<i>Arnoglossus imperialis</i> (Rafinesque, 1810)						x		
<i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)					x			x
<i>Arnoglossus rueppelii</i> (Cocco, 1844)						x		
<i>Arnoglossus thori</i> Kyle, 1913						x		x
<i>Bothus podas</i> (Delaroche, 1809)	x	x	x	x	x	x	x	x
Bramidae								
<i>Brama brama</i> Bonnaterre, 1788						x		
Bythitidae								
<i>Grammonus ater</i> (Risso, 1810)					x		x	x
Callionymidae								
<i>Callionymus fasciatus</i> Valenciennes, 1837								
<i>Callionymus lyra</i> Linnaeus, 1758								
<i>Callionymus maculatus</i> Rafinesque, 1810								
<i>Callionymus pusillus</i> Delaroche, 1809								
<i>Callionymus risso</i> Le Sueur, 1814						x	x	
Caproidae								
<i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758)				x	x			
Carangidae								
<i>Campogramma glaycos</i> (Lacépède, 1801)							x	
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)								
<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1758)								
<i>Lichia amia</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x		x		x	
<i>Naucrates ductor</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
<i>Pseudocaranx dentex</i> (Bloch & Schneider, 1801)								
<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Seriola fasciata</i> (Bloch, 1793)						x		
<i>Trachinotus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x			
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)			x	x	x	x	x	
<i>Trachurus picturatus</i> (Bowdich, 1825)								
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)		x			x	x	x	x
Carapidae								
<i>Carapus acus</i> (Brünnich, 1768)						x	x	x
Carcharhinidae								
<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)					x	x	x	
<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)					x		x	

Taxon	Porto Cesaro	Tremiti	Torre Guaceto	Monaco	Port-Cros	Scandola	Lavezzi	Mèdes
Centracanthidae								
<i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
Centrolophidae								
<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin, 1789)								
<i>Hyperoglyphe perciformis</i> (Mitchill, 1818)								
<i>Schedophilus medusophagus</i> Cocco, 1839								
<i>Schedophilus ovalis</i> (Cuvier, 1833)					x	x	x	
<i>Centrophorus granulosus</i> (Bloch & Schneider, 1801)					x			
Cetorhinidae								
<i>Cetorhinus maximus</i> Gunnerus, 1765					x	x	x	
Citharidae								
<i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758)								
Clinidae								
<i>Clinitrachus argentatus</i> Risso, 1810			x	x	x		x	x
Clupeidae								
<i>Alosa alosa</i> (Linnaeus, 1758)								
<i>Alosa fallax</i> (Lacépède, 1803)							x	
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)					x	x	x	x
<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847					x	x	x	
<i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758)						x	x	
Congridae								
<i>Ariosoma balearicum</i> (Delaroche, 1809)						x	x	
<i>Conger conger</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gnathophis mystax</i> (Delaroche, 1809)						x		
Coryphaenidae								
<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758						x	x	
Cyprinodontidae								
<i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821)						x	x	
Dactylopteridae								
<i>Dactylopterus volitans</i> Linnaeus, 1758						x	x	x
Dasyatidae								
<i>Dasyatis marmorata</i> (Steindachner, 1892)								
<i>Dasyatis centroura</i> (Mitchill, 1815)					x	x		
<i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)			x		x	x	x	x
Echeneidae								
<i>Echeneis naucrates</i> Linnaeus, 1758						x		
<i>Remora remora</i> (Linnaeus, 1758)							x	
Engraulidae								
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	x			x	x	x	x	x
Exocoetidae								
<i>Cheilopogon heterurus</i> (Rafinesque, 1810)						x	x	
<i>Exocoetus volitans</i> Linnaeus, 1758					x	x		
<i>Hirundichthys rondeletii</i> (Valenciennes, 1847)							x	
Gadidae								
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
<i>Gaidropsarus vulgaris</i> (Cloquet, 1824)					x		x	x
<i>Merlangius merlangus</i> (Linnaeus, 1758)								
<i>Micromesistius pou tassou</i> (Risso, 1827)					x	x	x	
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)					x	x		
<i>Phycis phycis</i> (Linnaeus, 1766)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Trisopterus luscus</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
Gobiesocidae								
<i>Apletodon dentatus</i> (Facciola, 1887)					x			
<i>Apletodon incognitus</i> Hofrichter & Patzner, 1997								
<i>Diplecogaster bimaculata</i> (Bonnaterre, 1788)					x	x		x
<i>Gouania willdenowi</i> (Risso, 1810)								
<i>Lepadogaster candolei</i> Risso, 1810			x	x	x	x	x	x
<i>Lepadogaster lepadogaster</i> (Bonnaterre, 1788)			x	x	x	x	x	x
<i>Opeatogenys gracilis</i> (Canestrini, 1864)					x			
Gobiidae								
<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)								
<i>Buena affinis</i> Iljin, 1930				x				
<i>Chromogobius quadrivittatus</i> (Steindachner, 1863)							x	
<i>Chromogobius zebratus</i> (Kolombatovic, 1891)							x	
<i>Corcyrogobius liechtensteini</i> (Kolombatovic, 1891)								
<i>Deltentosteus colonianus</i> (Risso, 1820)					x			
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837)					x		x	
<i>Didogobius schlieveni</i> Miller, 1992								
<i>Didogobius splechnai</i> Ahnelt & Patzner, 1995								
<i>Gammogobius steinitzi</i> Bath, 1971					x	x	x	
<i>Gobius arenae</i> Bath, 1972								
<i>Gobius ater</i> Bellotti, 1888								
<i>Gobius auratus</i> Risso, 1810	x	x		x	x	x		
<i>Gobius bucchichi</i> Steindachner, 1870	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gobius cobitis</i> Pallas, 1814	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gobius cruentatus</i> Gmelin, 1789	x		x	x	x	x	x	x
<i>Gobius fallax</i> Sarato, 1889					x	x	x	
<i>Gobius geniporus</i> Valenciennes, 1837	x	x	x	x	x		x	x
<i>Gobius kolombatovici</i> Kovacic & Miller, 2000				x	x	x		
<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758	x		x	x		x	x	x
<i>Gobius paganellus</i> Linnaeus, 1758		x	x		x	x	x	x
<i>Gobius roulei</i> De Buen, 1928								
<i>Gobius vittatus</i> Vinciguerra, 1883	x	x		x	x	x	x	x
<i>Gobius xanthocephalus</i> Heymer & Zander, 1992		x		x	x	x		x

Taxon	Porto Cesaro	Tremiti	Torre Guaceto	Monaco	Port-Cros	Scandola	Lavezzi	Mèdes
<i>Gobiusculus flavescens</i> (Fabricius, 1779)								
<i>Lesueurigobius friesii</i> (Malm, 1874)								
<i>Lesueurigobius sanzoi</i> (De Buen, 1818)								
<i>Lesueurigobius suerii</i> (Risso, 1810)								
<i>Millerigobius macrocephalus</i> (Kolombatovic, 1891)		x		x			x	
<i>Odondebuena balearica</i> (Pellegrin & Fage, 1907)						x		
<i>Pomatoschistus bathi</i> Miller, 1982							x	
<i>Pomatoschistus knerii</i> (Steindachner, 1861)								
<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)							x	
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)				x	x		x	
<i>Pomatoschistus pictus</i> (Malm, 1865)								
<i>Pomatoschistus quagga</i> (Heckel, 1837)			x		x	x		
<i>Pseudaphya ferreri</i> (De Buen & Fage, 1908)								
<i>Speleogobius trigloides</i> Zander & Jelinek, 1976								
<i>Thorogobius ephippiatus</i> (Lowe, 1839)				x	x	x	x	x
<i>Thorogobius macrolepis</i> (Kolombatovic, 1891)	x	x	x	x	x	x		
<i>Vanneaugobius dollfusi</i> Brownell, 1978								
<i>Vanneaugobius pruvoti</i> (Fage, 1907)								
<i>Zebrus zebrus</i> (Risso, 1827)			x	x				
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i> (Pallas, 1814)					x		x	
Haemulidae								
<i>Pomadasys incisus</i> (Bowdich, 1825)								
Hexanchidae								
<i>Heptranchias perlo</i> (Bonnaterre, 1788)					x	x		
<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterre, 1788)					x	x		
Istiophoridae								
<i>Tetrapturus albidus</i> Poey, 1860					x			
<i>Tetrapturus belone</i> Rafinesque, 1810						x		x
Labridae								
<i>Acantholabrus palloni</i> (Risso, 1810)								
<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	x
<i>Labrus merula</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Labrus mixtus</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Labrus viridis</i> Linnaeus, 1758		x	x	x	x	x	x	x
<i>Lappanella fasciata</i> (Cocco, 1833)					x	x	x	x
<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Symphodus doderleini</i> Jordan, 1890	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Symphodus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Symphodus melanocercus</i> (Risso, 1810)		x		x	x	x	x	x
<i>Symphodus melops</i> (Linnaeus, 1758)				x	x	x	x	x
<i>Symphodus ocellatus</i> (Forskål, 1775)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Symphodus roissali</i> (Risso, 1810)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Symphodus rostratus</i> (Bloch, 1791)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Symphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Xyrichthys novacula</i> (Linnaeus, 1758)	x				x	x		
Lamnidae								
<i>Carcharodon carcharias</i> Linnaeus, 1758					x		x	
<i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque, 1810					x			
<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)					x	x		
Lampridae								
<i>Lampris guttatus</i> (Brünnich, 1788)								
Lobotidae								
<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)								
Lophiidae								
<i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758				x	x	x	x	x
Macroramphosidae								
<i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)				x				
Merlucciidae								
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)			x		x	x	x	
Mobulidae								
<i>Mobula mobular</i> (Bonnaterre, 1788)					x		x	
Molidae								
<i>Mola mola</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x	x	x
Moronidae								
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x	x	x	x
<i>Dicentrarchus punctatus</i> (Bloch, 1792)						x		
Mugilidae								
<i>Chelon labrosus</i> Risso, 1827				x		x	x	x
<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Liza ramado</i> (Risso, 1810)			x			x	x	x
<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	x		x		x	x	x	x
<i>Oedalechilus labeo</i> Cuvier, 1829		x		x	x	x	x	x
Mullidae								
<i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)		x	x		x	x	x	
<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
Muraenidae								
<i>Gymnothorax unicolor</i> (Delaroche, 1809)						x	x	
<i>Muraena helena</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
Myliobatidae								
<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)			x		x	x	x	x
<i>Pteromylaeus bovinus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)					x		x	
Nettastomatidae								
<i>Nettastoma melanurum</i> Rafinesque, 1810						x		

Taxon	Porto Césaro	Tremiti	Torre Guaceto	Monaco	Port-Cros	Scandola	Lavezzi	Médès
Nomeidae								
<i>Psenes pellucidus</i> Lütken, 1880								
Odontaspidae								
<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810					x			
Ophichthidae								
<i>Echelus myrus</i> Linnaeus, 1758							x	
<i>Ophisurus serpens</i> (Linnaeus, 1758)				x	x			x
Ophidiidae								
<i>Ophidion barbatum</i> Linnaeus, 1758			x				x	
<i>Ophidion rochei</i> Müller, 1845					x	x		
<i>Parophidion vassali</i> (Risso, 1810)					x	x	x	
Oxynotidae								
<i>Oxynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
Peristediidae								
<i>Peristedion cataphractum</i> (Linnaeus, 1758)					x		x	
Petromyzontidae								
<i>Petromyzon marinus</i> Linnaeus, 1758						x		
Pleuronectidae								
<i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758)								
<i>Pleuronectes platessa</i> Linnaeus, 1758							x	
Pomacentridae								
<i>Chromis chromis</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
Pomatomidae								
<i>Pomatomus saltatrix</i> Linnaeus, 1766			x					x
Pristidae								
<i>Pristis pectinata</i> Latham, 1794						x		
<i>Pristis pristis</i> (Linnaeus, 1758)					x			
Rajidae								
<i>Dipturus batis</i> (Linnaeus, 1758)					x		x	
<i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)					x			
<i>Leucoraja melienseis</i> (Clark, 1926)								
<i>Leucoraja naevus</i> (Müller & Henle, 1841)					x			
<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809					x		x	
<i>Raja brachyura</i> Lafont, 1873					x			
<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758				x	x	x	x	x
<i>Raja miraletus</i> Linnaeus, 1758					x			
<i>Raja montagui</i> Fowler, 1910					x		x	
<i>Raja radula</i> Delaroche, 1809					x		x	
<i>Raja undulata</i> Lacépède, 1802					x			x
<i>Rostroraja alba</i> (Lacépède, 1803)					x	x	x	
Regalecidae								
<i>Regalecus glesne</i> Ascanius, 1772					x			
Rhinobatidae								
<i>Rhinobatos rhinobatos</i> (Linnaeus, 1758)						x		
Scaridae								
<i>Sparisoma cretense</i> (Linnaeus, 1758)	x							
Sciaenidae								
<i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758			x	x	x	x	x	x
<i>Umbrina canariensis</i> Valenciennes, 1843						x		
<i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)			x		x		x	
Scomberesocidae								
<i>Scomberesox saurus</i> (Walbaum, 1792)					x	x	x	
Scombridae								
<i>Auxis rochei</i> (Risso, 1810)					x	x	x	
<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)						x		
<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)							x	
<i>Sarda sarda</i> (Bloch, 1793)		x	x		x	x	x	x
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782					x	x	x	
<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758			x		x	x	x	
<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre, 1788)					x	x		
<i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
Scophthalmidae								
<i>Psetta maxima</i> (Linnaeus, 1758)						x	x	x
<i>Scophthalmus rhombus</i> (Linnaeus, 1758)								x
<i>Zeugopterus regius</i> (Bonnaterre, 1788)					x		x	
Scorpaenidae								
<i>Helicolenus dactylopterus</i> (Delaroche 1809)				x	x			x
<i>Scorpaena maderensis</i> Valenciennes, 1833	x	x	x		x	x	x	x
<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
Scyliorhinidae								
<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810				x	x			
<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)				x	x	x	x	x
<i>Scyliorhinus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)				x	x	x	x	
Serranidae								
<i>Anthias anthias</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x	x	x
<i>Callanthias ruber</i> Rafinesque, 1810					x	x		
<i>Epinephelus aeneus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)						x	x	x
<i>Epinephelus caninus</i> (Valenciennes, 1843)						x	x	x
<i>Epinephelus costae</i> (Steindachner, 1878)	x		x		x	x	x	x
<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mycteroperca rubra</i> (Bloch, 1793)					x		x	x
<i>Polyprion americanus</i> Bloch & Schneider, 1801					x	x	x	
<i>Serranus atricauda</i> Günther, 1874					x			

Taxon	Porto Césaro	Tremiti	Torre Guaceto	Monaco	Port-Cros	Scandola	Lavezzi	Mèdes
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x	x	x	x
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
Soleidae								
<i>Dicologlossa cuneata</i> (Moreau, 1881)							x	
<i>Microchirus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)						x	x	
<i>Monochirus hispidus</i> Rafinesque, 1814			x		x	x		
<i>Pegusa lascaris</i> (Risso, 1810)			x					
<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)			x	x		x	x	x
<i>Synapturichthys kleinii</i> (Risso, 1827)		x					x	
Sparidae								
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dentex gibbosus</i> (Rafinesque, 1810)						x	x	
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplodus cervinus</i> (Lowe, 1838)				x	x	x	x	x
<i>Diplodus puntazzo</i> (Cetti, 1777)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1827)		x	x	x	x	x	x	x
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)					x	x	x	x
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)		x	x	x	x	x	x	x
<i>Pagrus auriga</i> (Valenciennes, 1843)								
<i>Pagrus caeruleostictus</i> (Valenciennes, 1830)					x			
<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x	x	x
<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	x		x	x	x	x	x	x
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
Sphyrnidae								
<i>Sphyrna sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)				x	x	x	x	
<i>Sphyrna viridensis</i> Cuvier, 1829	x			x	x	x	x	x
Sphyrnidae								
<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)						x		
<i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758)					x			
Squalidae								
<i>Squalus acanthias</i> Linnaeus, 1758					x	x	x	
<i>Squalus blainvillei</i> (Risso, 1827)					x		x	
Squatinae								
<i>Squatina oculata</i> Bonaparte, 1840					x			
<i>Squatina squatina</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
Sternoptychidae								
<i>Mauroliscus muelleri</i> (Gmelin, 1789)				x				
Syngnathidae								
<i>Hippocampus guttulatus</i> Cuvier, 1829				x	x	x	x	x
<i>Hippocampus hippocampus</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	x
<i>Nerophis maculatus</i> Rafinesque, 1810					x	x	x	x
<i>Nerophis ophidion</i> (Linnaeus, 1758)					x			
<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827							x	
<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758			x		x	x	x	x
<i>Syngnathus taenionotus</i> Canestrini, 1871							x	
<i>Syngnathus tenuirostris</i> Ratke, 1837							x	
<i>Syngnathus typhle</i> Linnaeus, 1758				x	x	x	x	x
Synodontidae								
<i>Synodus saurus</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x	x	x	x
Torpedinidae								
<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810			x		x	x	x	x
<i>Torpedo nobiliana</i> Bonaparte, 1835					x	x		
<i>Torpedo torpedo</i> (Linnaeus, 1758)				x	x	x	x	
Trachinidae								
<i>Echiichthys vipera</i> Cuvier, 1829			x	x	x		x	x
<i>Trachinus araneus</i> Cuvier, 1829						x	x	x
<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Trachinus radiatus</i> Cuvier, 1829		x				x		
Trachipteridae								
<i>Trachipterus trachipterus</i> (Gmelin, 1789)					x			
<i>Zu cristatus</i> (Bonelli, 1819)								
Triakidae								
<i>Galeorhinus galeus</i> Linnaeus, 1758					x	x	x	
<i>Mustelus asterias</i> Cloquet, 1821					x			x
<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
<i>Mustelus punctulatus</i> Risso, 1827					x			
Trichiuridae								
<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)					x	x		
Triglidae								
<i>Aspitrigla cuculus</i> (Linnaeus, 1758)					x	x	x	
<i>Chelidonicichthys lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)			x		x	x		x
<i>Chelidonicichthys lucernus</i> (Linnaeus, 1758)			x		x	x	x	x
<i>Chelidonicichthys obscurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)					x			x
<i>Eutrigla gurnardus</i> (Linnaeus, 1758)					x			x
<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacépède, 1801)								
<i>Trigla tyra</i> Linnaeus, 1758				x	x	x	x	

DUFOUR ET AL.

Comparaison d'inventaires de poissons en Méditerranée

Taxon	Porto Cesaro	Tremiti	Torre Guaceto	Monaco	Port-Cros	Scandola	Lavezzi	Mèdes
Tripterygiidae								
<i>Tripterygion delaisi</i> Cadenat & Blache 1971	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tripterygion melanurus</i> Guichenot, 1845	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tripterygion tripteronotus</i> (Risso, 1810)	x	x	x	x	x	x	x	x
Uranoscopidae								
<i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758		x	x	x	x	x	x	x
Xiphiidae								
<i>Xiphias gladius</i> Linnaeus, 1758					x	x	x	
Zeidae								
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758			x	x	x	x	x	x