



Figure 8 - Inventaire des espèces associées et des artefacts sur herbier de posidonie et en pied de digue ©
P2A Développement 2021

Tableau 1 - Rapport minute de l'intervention sur la baie de Saint-Roman d'octobre 2021

Description	heure début	heure fin
Vendredi 15 octobre 2021		
Préparation des équipements	16:00	17:30
Dimanche 17 octobre 2021		
Trajet P2A à Roquebrune pose de l'embarcation au port de Menton	17:25	21:35
Lundi 18 octobre 2021		
Départ port de Menton et arrivée sur zone	08:45	09:20
Préparation des plongeurs et de l'informatique de positionnement	09:20	10:00
Cartographie limite herbier de posidonie autour de la digue	09:20	15:05
Station de vitalité Témoin	15:30	16:30
Stations de vitalités P3, P2 et P1	16:30	18:20
Retour port de Menton	18:20	18:55
Mardi 19 octobre 2021		
Départ du port de Menton	08:30	09:10
Préparation des plongeurs	09:10	09:40
Cartographie limite herbier talus et pied de plage	09:40	12:25
Pause		
Cartographie limite herbier de posidonie autour de la digue	13:20	17:30
Retour au port de Menton	17:30	18:10
Mercredi 20 octobre 2021		
Mission de survol par drone	09:05	10h30
Départ de Roquebrune pour P2A Développement Frontignan	11:05	14:30
Repli du matériel	15:00	16:00

3. Résultats

3.1. Stations de vitalité de l'herbier de posidonie

3.1.1. Station Témoin

La station témoin T n'a pu être retrouvée malgré la reconnaissance parfaite du site, les indications du géoréférencement submétrique et le recoupement d'après photos prises entre 2018 et 2021.

Une nouvelle station a donc été implantée dans la zone.

Les résultats des mesures sont les suivants :

Station Date	Témoin 17/10/2021
Observateur	JYJ
Profondeur (m)	7,0
Type de la limite	régressive
Morphologie	Continu
Nature du fond	Sable fin
Densité foliaire (faisceaux/m ²)	320
Classification (Pergent 1995)	Densité Anormale
Pergent 2007	Médiocre
Nombre de feuilles (moyenne)	6,85
Lmax (moyenne, en cm)	51,0
Recouvrement	90,2
Classification	Très fort recouvrement
Déchaussement orthotrope (en cm)	0
plagiotrope (en cm)	0
Classification	Déchaussement faible
% plagio/ortho	100% orthotrope
Interprétation	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
Observations	
Epiphytes	Peu épiphyté
Broutage	Oui
Faune / flore	Dépôt de sable calibré recouvrant l'herbier

On observe que la densité est mauvaise, mais que le recouvrement est très bon.

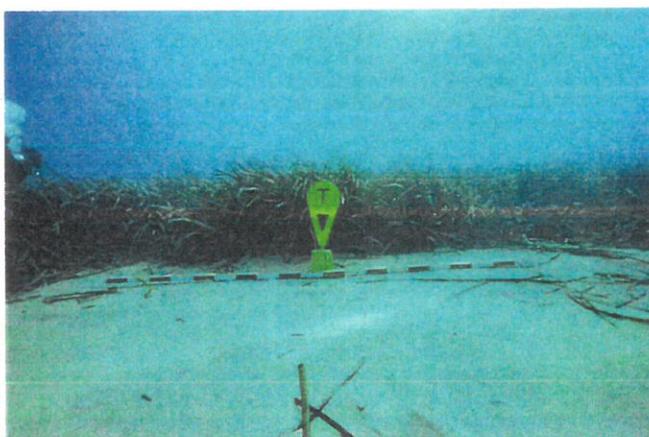


Figure 9 - Station témoin T remplacée à l'aide du GNSS submétrique © P2A Développement 2021

3.1.2. Station P1

La station P1 était encore matérialisée par un piquet latéral, mais le second piquet latéral ainsi que la borne centrale n'ont pu être retrouvés. Toutefois, cette station a pu être replacée à proximité (moins de 2 mètres) du site originel. Les résultats des mesures de vitalité décrivent un herbier de recouvrement moyen, mais avec une bonne densité.

Station	P1
Date	17/10/2021
Observateur	JYJ / CG
Profondeur (m)	6,4
Type de la limite	Erosive
Morphologie	Discontinu
Nature du fond	Sable fin
Densité foliaire (faisceaux/m2)	800
Classification (Pergent 1995)	Densité subnormale supérieure
Pergent 2007	Bonne
Nombre de feuilles (moyenne)	7,4
Lmax (moyenne, en cm)	49,7
Recouvrement	47,1
Classification	Recouvrement moyen
Déchaussement orthotrope (en cm)	3,6
plagiotrope (en cm)	0,8
Classification	Déchaussement faible
% plagio/ortho	100% orthotrope
Interprétation	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
Observations	
Epiphytes	Peu épiphyté
Broutage	oui
Faune / flore	Oblades, sars, rouget

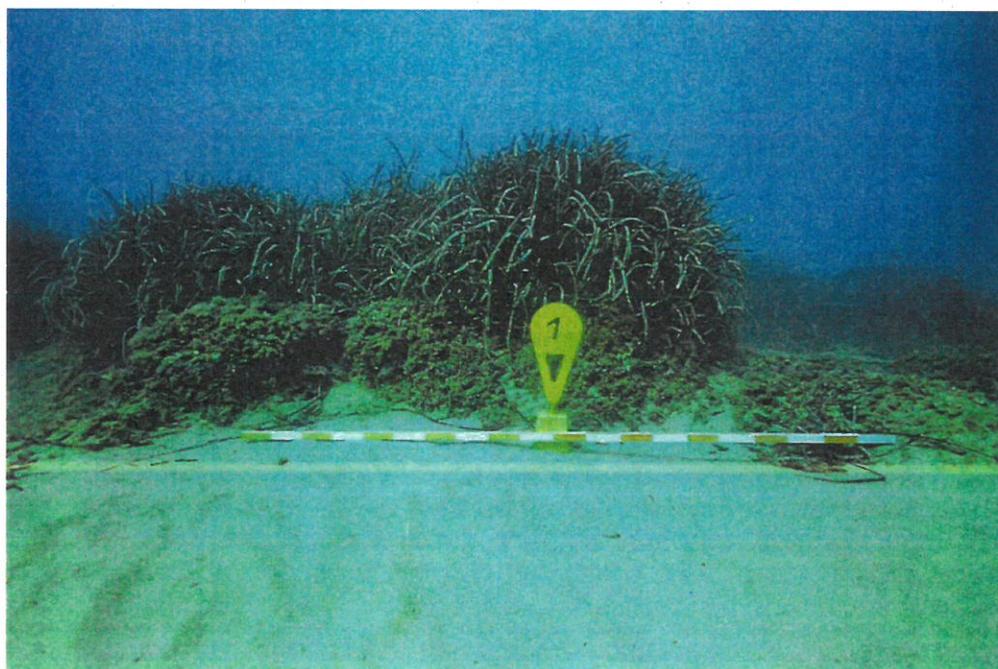


Figure 10 - Station P1 recentrée sur le piquet latéral restant © P2A Développement 2021

3.1.3. Station P2

La station P2 n'a pu être retrouvée. Une nouvelle station a été réimplantée plus en recul de la situation originelle, sur la limite de l'herbier. Le recouvrement semble avoir été diminué par des transits sédimentaires.

Les résultats sont les suivants :

Station	P2
Date	17/10/2021
Observateur	JYJ
Profondeur (m)	6,1
Type de la limite	Régressive
Morphologie	Continu
Nature du fond	Sable fin
Densité foliaire (faisceaux/m2)	440
Classification (Pergent 1995)	Densité subnormale inférieure
Pergent 2007	Médiocre
Nombre de feuilles (moyenne)	4,9
Lmax (moyenne, en cm)	29,8
Recouvrement	48,3
Classification	Recouvrement moyen
Déchaussement orthotrope (en cm)	0
plagiotrope (en cm)	1,2
Classification	Déchaussement faible
% plagio/ortho	100% orthotrope
Interprétation	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
Observations	
Epiphytes	Oui (algues, bryozoaires)
Broutage	oui
Faune / flore	Rhombou, rouget, oblades, sars, muges, marbré

L'herbier présente un état plutôt dégradé, avec une densité de faisceaux médiocre et un recouvrement moyen.



Figure 11 - Station P2 replacée sur la limite de l'herbier de posidonie © P2A Développement 2021

3.1.4. Station P3

La station témoin P3 n'a pu être retrouvée malgré la reconnaissance parfaite du site, les indications du géoréférencement submétrique et le recoupement d'après photos prises entre 2018 et 2021.

Une nouvelle station, en limite d'herbier, a donc été réimplantée à proximité de l'ancienne (moins de 2 mètres). L'herbier présente une densité et un recouvrement moyen.

Station	P3
Date	17/10/2021
Observateur	JYJ
Profondeur (m)	8,4
Type de la limite	Erosive
Morphologie	Continu
Nature du fond	Sable fin
Densité foliaire (faisceaux/m2)	470
Classification (Pergent 1995)	Densité normale
Pergent 2007	Moyenne
Nombre de feuilles (moyenne)	7,2
Lmax (moyenne, en cm)	38,2
Recouvrement	48,3
Classification	Recouvrement moyen
Déchaussement orthotrope (en cm)	5,4
plagiotrope (en cm)	1,6
Classification	Déchaussement faible
% plagio/ortho	100% orthotrope
Interprétation	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
Observations	
Epiphytes	Peu épiphyté
Broutage	oui
Faune / flore	Sars, castagnoles, labres, oblades, girelle

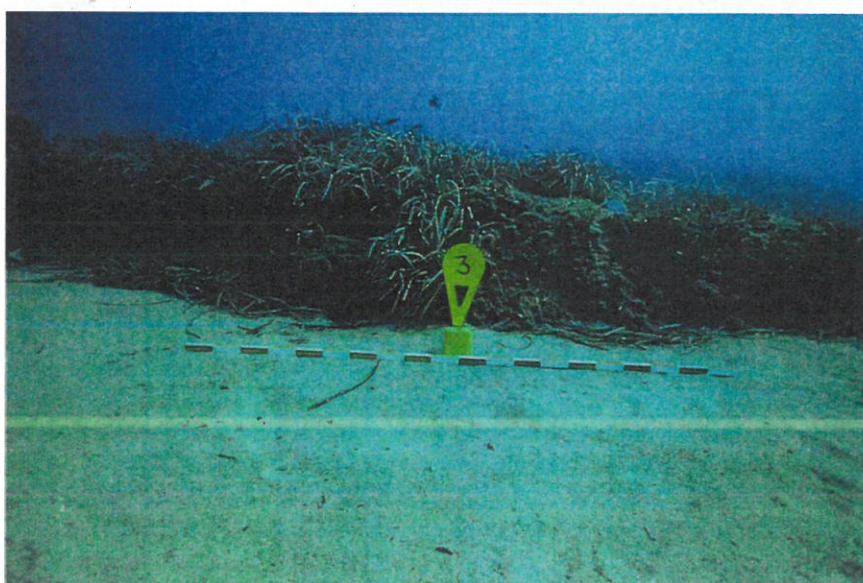


Figure 12 - Station P3 replacée au plus proche de la position donnée par le GNSS submétrique © P2A Développement 2021

3.2. Observations sur les Grandes nacres de Méditerranée

Aucune Grande nacre de Méditerranée n'a pu être retrouvée vivante. Des observations de valves vides au sein de l'herbier ou sur les limites ont été relevées. Aucune nacre juvénile n'a été observée en 20 heures de plongée.

3.3. Cartographie des limites de l'herbier de posidonie

3.3.1. Composition photo aériennes

Etant donné les conditions très favorables, le survol par drone des ouvrages réalisés a pu être exploité afin de restituer une image recomposée du site de la baie de Saint-Roman. Les photos n'ont pas été corrigées par leur géoréférencement, il s'agit donc d'une information purement qualitative.

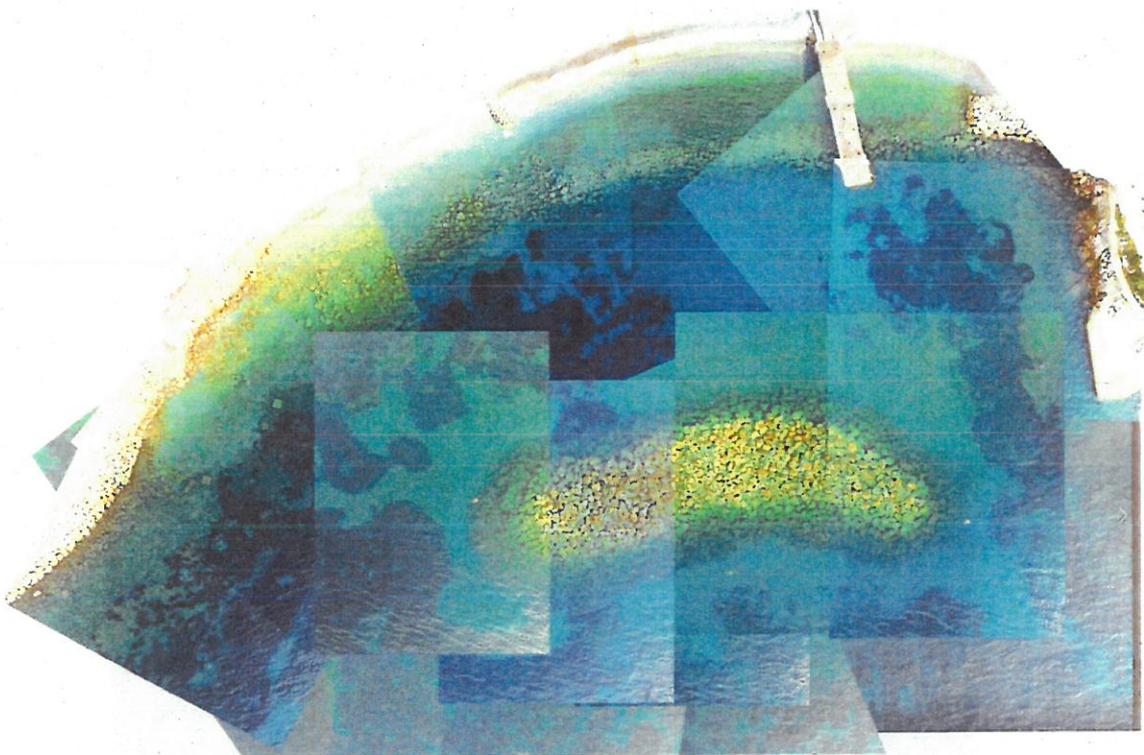


Figure 13 - Recomposition des prises de vues aériennes réalisées par drone le 19/10/2021 © P2A Développement

3.3.2. Cartographie des biocénoses



Figure 14 - Carte des biocénoses (herbier de posidonie) entre les levés de 2013,2019 et 2021

La comparaison des levés de limites supérieures de l'herbier de posidonie entre 2013 (mission Asconit Consultants) et le présent levé montre des reculs plus ou moins importants de limites supérieures d'herbier sur l'ensemble de la baie. En 2018, la cartographie des limites de l'herbier profond n'a pu être réalisée en raison d'une turbidité élevée peut être due au chantier de l'Anse du Portier qui s'est conjugué avec la dégradation durable des conditions météorologiques (mois d'octobre 2018). Les 3 stations de vitalités qui ont pu être correctement géoréférencées ont été corrélées avec les limites de 2013 avec une bonne correspondance exceptée pour la station P3 (distance de 2 m entre la position 2013 de la limite d'herbier et la limite relevée en 2018). En 2019, le rapport de la mission de reconnaissance des Grandes nacres de Méditerranée mentionnait des phénomènes de transport et sédimentation de sables clairs assez importants même au niveau de la station témoin T (cf. Figure 4).

L'exploitation d'orthophotographies des bases de données de l'IGN ne sont pas exploitables pour extrapoler des cartographies intermédiaires en raison des accumulations de laisses de posidonies qui se confondent avec de l'herbier vivant, cette solution a donc été abandonnée.

3.4. Espèces associées aux ouvrages

L'inventaire des espèces associées ne faisait pas partie des objectifs de cette mission, pour cette raison, cette partie descriptive des espèces associées aux ouvrages est limitée à des données qualitatives.

Les ouvrages réalisés sont très récents, aussi ce qui est constaté c'est une certaine homogénéité du recouvrement épibiontique des blocs de roche constituant la digue sous-marine et le pied de plage.

Dans les 2 ouvrages, malgré des différences de profondeur, il est observé un turf léger d'algues brunes de type filamenteux et quelquefois un thalle de rhodophycée sûrement *Asparagopsis sp*, des thalles de Phéophycées *Dyctiota dichotoma* (cf photos ci-dessous).

Par rapport à l'état des lieux réalisé en 2018 à la même saison (à quelques jours près), il est observé une abondance marquée de poissons. De nombreux juvéniles ont été inventoriés mais également des individus adultes. La diversité spécifique est restée comparable, on notera quand même la présence du marbré (*Lithognathus mormyrus*) et de daurades royales (*Sparus aurata*).

En revanche, le mérrou brun qui avait été observé en 2013 et mentionné dans le rapport d'Asconit consultants, 2013) n'a jamais été observé lors de nos investigations en 2018, 2019 et la dernière en 2021.

Les espèces communes et grégaires telles que la castagnole (*Chromis chromis*), la saupe (*Sarpa salpa*), le bogues (*Boops boops*), les athérines (*Atherina sp*) ont été vus en abondances significativement plus importantes qu'en 2018 et 2019. Ces espèces sont présentes en abondance aux stades adultes et juvéniles.

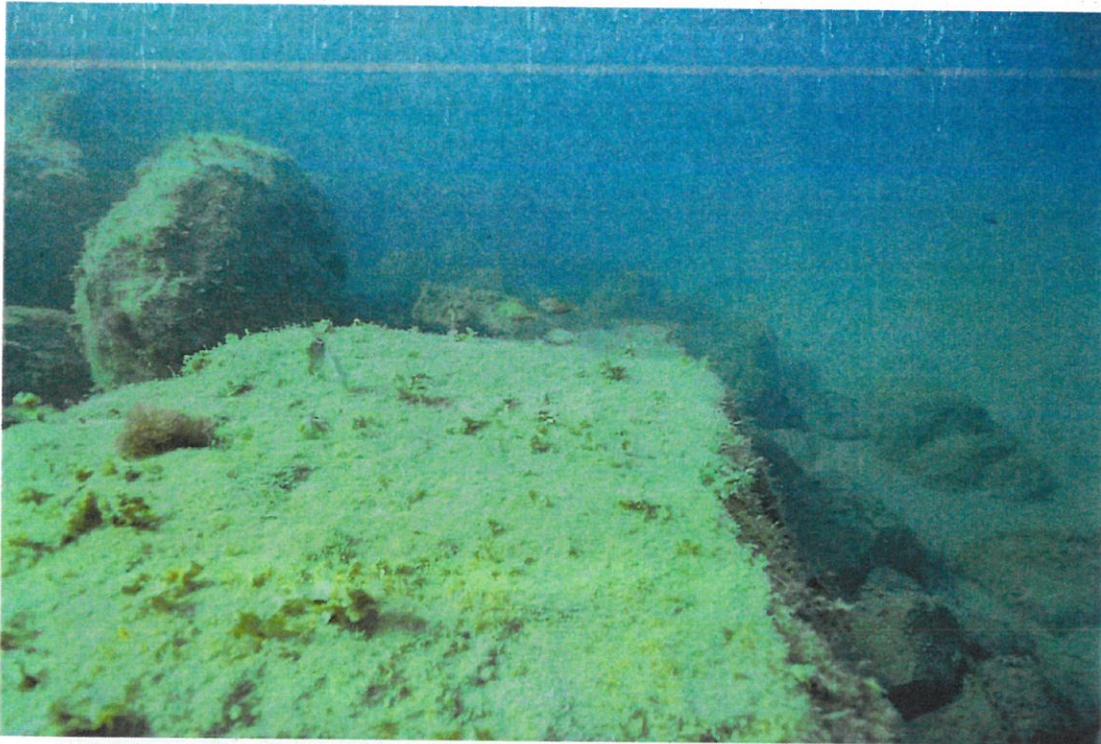


Figure 15 - Vues des blocs de la digue sous-marine au-dessus et des blocs du pied de plage avec un banc de juvéniles de saupes *Sarpa salpa* et de jeunes castagnoles *Chromis chromis* (dessous) © P2A Développement 2021

D'autres guildes d'espèces semblent profiter de la présence de ces nouveaux habitats de substrat durs, notamment les espèces nectobenthiques telles que les petits labridés du genre *Symphodus sp.* Ces espèces, volontiers territoriales bénéficient de la présence de l'herbier très proche et d'une quantité d'habitats, principalement les cavités aménagées par l'empilement des blocs.

En première approche, il est clair que ces structures ont une part évidente dans l'installation de ce nouveau peuplement même si il n'y a pas de données précises pour le prouver scientifiquement. D'autre part, il est fort probable que ces abondances augmentent encore dans une large proportion.

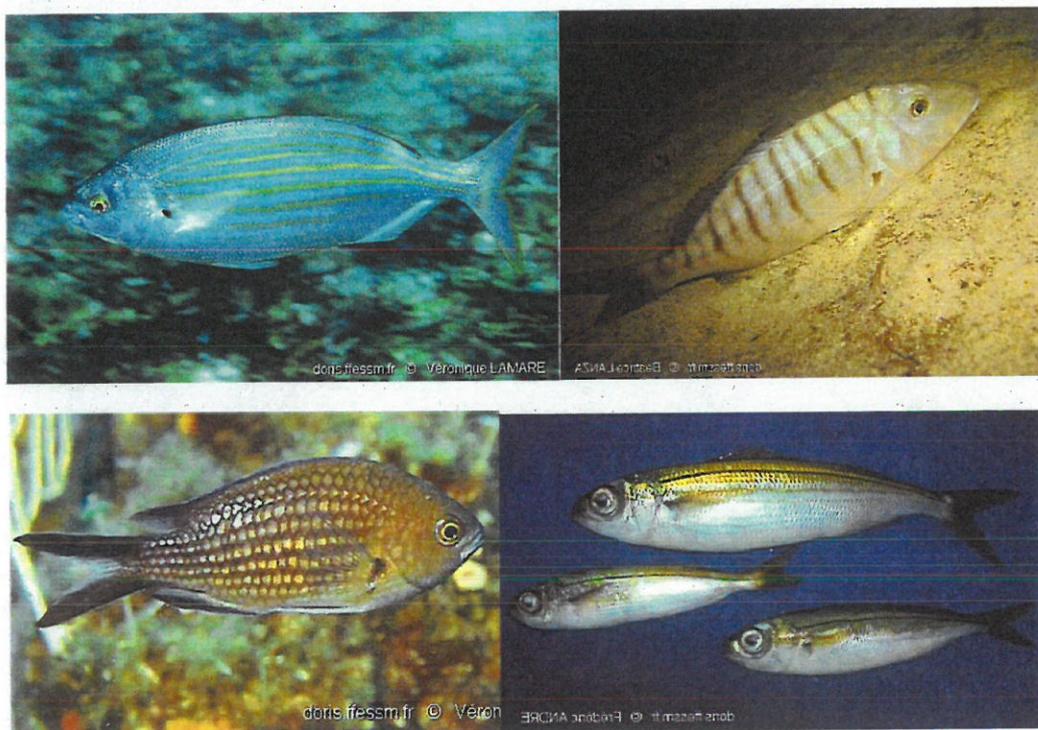


Figure 16 - Espèces rencontrées en abondance, dans l'ordre la saupe, le marbré, la castagnole et le bogue © site FFESSM Doris

Un certain nombre de petites espèces tels les crénilabres ont été observés en nombre dans les cavités formées par les ouvrages : le crénilabre à queue noire *Symphodus melanocercus*, le crénilabre paon *Symphodus tinca*, le crénilabre de Roissal *S. roissali*, des girelles *Coris julis*, des girelles paon *Thalassoma pavo*, des serrans écriture *Serranus scriba* pour ne citer qu'eux.

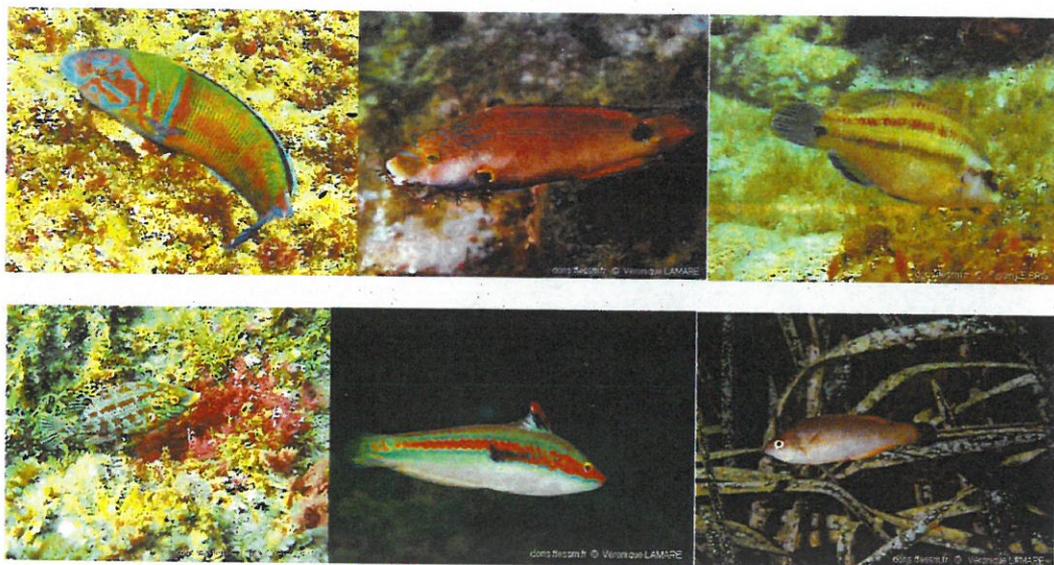


Figure 17 - La girelle paon *Thalassoma pavo*, le crénilabre de Méditerranée *Symphodus mediterraneus*, le crénilabre paon *Symphodus tinca*, le crénilabre de Roissal *Symphodus roissali*, la girelle *Coris julis* et le crénilabre nettoyeur *Centrolabrus melanocercus* © Doris FFESSM

Sur le sable, entre le pied de plage et la digue, des rougets *Mullus surmuletus* ainsi que le pleuronecte *Bothus podas* ont pu être observés ainsi que la présence de seiches *Sepia officinalis*.

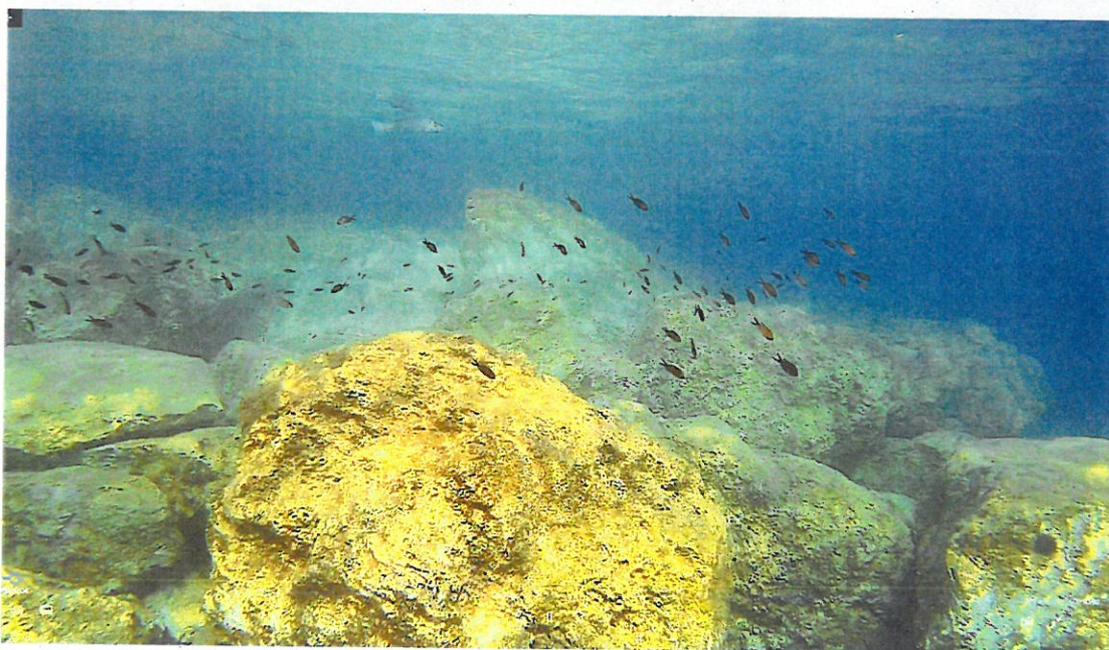


Figure 18 - Vue du dessus de la digue propice aux rassemblements d'espèces grégaires athérines et castagnoles © P2A Développement 2021

En subsurface, sur le dessus de la digue, des loups *Morone labrax*, des muges *Mugil sp* et des athérines *Atherina sp* se partagent l'espace avec des juvéniles de saupes *Sarpa salpa*, d'oblades *Oblada melanura* et des castagnoles *Chromis chromis*. Des sars commencent également à coloniser ces nouveaux habitats *Diplodus sargus* et *D. vulgaris*.



Figure 19 - Bancs de juvéniles de saupes *S. salpa* accompagné par un juvénile de sar à tête noire *Diplodus vulgaris* © P2A Développement 2021

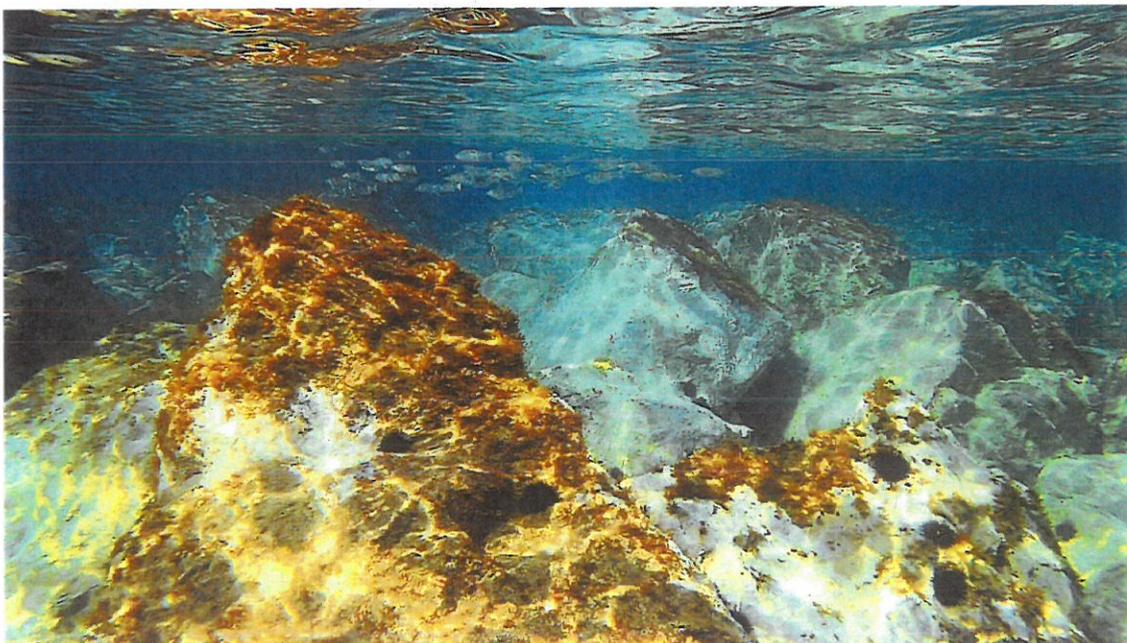


Figure 20 - Banc de muges subadultes *Mugil sp* © P2A Développement 2021

3.5. Potentialités d'équipements écoconçus

Cette dynamique de repeuplement serait largement amplifiée par une opération d'écoconception en réalisant des aménagements légers modulaires complémentaires destinés à complexifier les habitats présents. La **complexité architecturale** des modules de type **récif artificiel** est la composante principale qui agit sur la biodiversité des habitats artificiels marins.

Les récifs artificiels sont généralement conformes aux objectifs de la Convention de Barcelone de 1976 qui traite « les structures spécifiquement construites pour protéger, régénérer, concentrer et/ou augmenter la production de ressources marines vivantes, que ce soit pour la pêche ou la conservation de la nature. Cela inclut la **protection et la régénération des habitats** (Jensen, 1998 ; UNEP, 2005). Les objectifs principaux et permanents des récifs artificiels en France sont de soutenir la pêche artisanale. C'est l'objectif de 80% des RA déployés depuis 1980 (Tessier, Francour, Charbonnel et Lenfant, 2015)

Les recherches sur la conception des modules récifaux ont débuté en 1998. Plusieurs expériences ont été menées pour tester les effets d'une **complexité croissante de l'habitat sur la réponse écologique** des espèces individuelles et des assemblages (Charbonnel et al., 2002 ; Bodilis & Dombrowski, 2008 ; Bodilis et al., 2011).

Les déploiements de récifs artificiels depuis environ 2000 comprennent à la fois l'augmentation du nombre d'architectures utilisées en fonction des recherches sur le terrain, mais aussi l'utilisation du béton comme principal matériau de construction.

Une grande partie du processus de conception a été pilotée par des biologistes concernés par les attributs des modules récifaux tels que la forme, l'espace vide et l'espace intérieur car ils influencent les invertébrés et surtout les poissons.

Utilisant un concept d'urbanisation, les récifs artificiels sont désormais fréquemment souvent disposés en « village » avec un arrangement pensé entre les modules et les villages pour permettre une connectivité entre eux et les espaces naturels (Charbonnel et al., 2011 ; Koeck et al., 2011). Biologiquement, une telle dispersion de matériel favorise le déplacement de certains organismes entre deux habitats favorables éloignés, créant ainsi des **corridors écologiques**, qui contribuent au **maintien et à la stabilité des populations** (Bohnsack & Sutherland, 1985 ; Charbonnel et al., 2010). L'utilisation de différents modules et leur placement dans des villages et des groupes de villages augmentent la complexité globale de cet habitat artificiel pour se rapprocher de celle des habitats naturels (Cheminée et al., 2014).

L'abondance et la diversité des espèces animales, en particulier des poissons, sont des facteurs écologiques essentiels couramment évalués dans les récifs artificiels de France. Ces attributs ont été évalués en utilisant des méthodes standard de recensement visuel sous-marin par des plongeurs (Bortone et al., 2000).

Les études sur la présence de poissons dans les récifs artificiels ont mis en avant deux attributs des structures, à savoir la conception et l'âge du module. Des études à court terme ont rapporté que dans le mois qui suit le déploiement des RA, les poissons avaient colonisé les structures (Le Direac'h et al., 2011a ; Blouet et al., 2012). Ces études ont montré que les familles de Labridae (*Symphodus spp.*), Sparidae (*Diplodus sargus*) et à un moindre degré les Scorpaenidae (*Scorpaena notata*) dominaient, en poids, les assemblages. Les similitudes de l'ichtyofaune du RA à celle de l'habitat naturel rocheux a conduit à la conclusion que **les RA imitent les zones rocheuses naturelles** (Koeck et al., 2011 ; Le Direac'h et al., 2011a ; Dalias et al., 2012). Les études à plus long terme montrent que même plus de 10 ans après le déploiement des RA, la richesse des espèces a continué d'augmenter, avec l'apparition de *Diplodus puntazzo*, *Gobius geniporus*, *Gobius paganellus*, *Scorpaena scrofa* ou *Epinephelus marginatus* par exemple (Charbonnel et al., 2001b ; Charbonnel et Bachet, 2010 ; Le

Direac'h et al., 2011b, Bodilis et al., 2011). Dans le site des récifs artificiels du Parc marin de la côte bleue, la richesse moyenne en espèces a été multipliée par un facteur 4 entre 1995 et 2004 (Charbonnel & Bachet, 2010).

Une étude des impacts de la **complexification de l'habitat** sur l'ichtyofaune a été menée au Golfe de Juan en utilisant un type de récif spécifique, un Bonna (Charbonnel et al., 2002). Une Bonna vide a été modifiée par l'ajout de 37 m³ de matériaux de construction tels que des briques et des tuyaux, ce qui a permis de créer 4110 cavités et de multiplier par sept la surface de l'unité (Charbonnel et al., 2002). L'étude de la comparaison entre les récifs de Bonna vides et « complexes » a permis de tester les **effets de l'augmentation de la complexité structurelle de l'habitat** sur l'abondance et la diversité des poissons (Charbonnel & Serre., 1999) ont fourni des informations supplémentaires.

Des comptages de l'ichtyofaune en plongée en 1987-1989 et 10 ans après en 1997-1998 ont permis d'identifier 17 familles et 40 espèces de poissons dont 8 d'intérêt halieutique. 6 espèces ont été exclusivement observées sur le récif Bonna complexifié, le denti (*Dentex dentex*), le *Diplodus puntazzo*, le mérrou (*Epinephelus marginatus*), le corb (*Sciaena umbra*), le congre (*Conger conger*) et la mostelle (*Phycis phycis*). Cette étude a montré une **densité moyenne significativement supérieure sur les récifs Bonna complexifiés** par rapport aux témoins non complexifiés. « **L'efficacité écologique** » du complexe Bonna a été renforcée par l'augmentation de la complexité structurelle sur deux aspects, la disponibilité de la nourriture et les aspects comportementaux (Charbonnel et al., 2002). La structure des assemblages de poissons change avec l'apparition d'espèces qui pourraient être considérées comme permanentes et fréquentes. Ces espèces comprenaient des poissons ayant un large domaine vital, tels que *Diplodus sargus* et *D. vulgaris*, des espèces cryptiques et abritées comme *Scorpaena spp.* Et *Conger conger* et des familles benthiques comme les Blenniidae et les Gobiidae. Encore une fois, les Labridae et les Sparidae étaient les groupes les plus dominants. En 2008, la surreprésentation par des espèces permanentes et fréquentes a été confirmée (Bodilis & Dombrowski, 2008 ; Bodilis et al., 2011).

Ces études témoignent de l'intérêt écologique de la complexification des habitats par ajout ou modification de structure de type récif artificiel sur l'augmentation de la biodiversité locale. Par ailleurs, une étude du site pour proposer des modules architecturaux écoconçus qui s'adaptent et s'intègrent au mieux au milieu est fortement conseillée pour permettre une continuité écologique optimale.

3.6. Observations complémentaires

3.6.1. Géoréférencement des artefacts observés

Lors des investigations autour des ouvrages, une grande partie de la baie de Saint-Roman a pu être parcourue visuellement. Un certain nombre d'artefacts ont pu être observés et géoréférencés, soit à l'aide du GNSS mobile directement sur le SIG, soit a posteriori en étudiant les images aériennes, soit encore en les positionnant de mémoire grâce aux nombreux repères. Une carte récapitulative mais non exhaustive a pu être ainsi dressée.