

Se@nergies – Réalisation d'un réseau de chaleur thalassothermique à Port-de- Bouc

Inventaire et cartographie des biocénoses
marines dans le canal de Caronte et le port
de pêche de l'anse Aubran

Numéro du Projet : 24MAX056

Intitulé du Projet : Se@nergies – réseau de chaleur thalassothermique de Port-de-Bouc

Intitulé du Document : Inventaire et cartographie des biocénoses marines dans le canal de Caronte et le port de pêche de l'anse Aubran

La traçabilité des signatures est assurée en interne. Ce formulaire peut être communiqué au client à sa demande

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur (Fond, Forme, Reprographie) NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
A	PUISSANT Candice	JAVEL Fabrice	26/07/2024	Version initiale

Sommaire

1.....	Contexte et objectif de l'étude	4
2.....	Méthodologie.....	6
3.....	Résultats des investigations de terrain	9
3.1	Canal de Caronte	9
3.2	Port de pêche de l'anse Aubran	15
4.....	Conclusion	19

Table des illustrations

Figure 1 : Localisation du projet.	4
Figure 2 : Localisation des prises d'eau et zones de rejet envisagées pour les scénarios 1 et 2 (photo aérienne : google earth).	5
Figure 3 : Localisation des transects « LIT » au sein de l'herbier de zostère naine.	7
Figure 4 : A) mesure de densité des faisceaux réalisée à l'aide d'un quadrat positionné dans l'herbier de <i>Zostera noltii</i> , B) mesure de la longueur des faisceaux et C) mesure de recouvrement.	7
Figure 5 : Localisation de la zone d'étude et des transects réalisés au cours des 4 campagnes de terrain (photo aérienne : Google Earth).	8
Figure 6 : Allure générale des fonds dans le Canal de Caronte. © SUEZ Consulting	9
Figure 7 : Herbier de <i>Zostera noltii</i> au niveau du point de rejet potentiel (scénario 1). © SUEZ Consulting	11
Figure 8 : Cartographie des biocénoses marines (version provisoire).	12
Figure 9 : Exemples d'espèces observées dans le canal de Caronte. A) <i>Salaria pavo</i> , B) <i>Sabella spallanzanii</i> , C) <i>Echinaster sepositus</i> , D) <i>Eriphia verrucosa</i> E) <i>Mytilus galloprovincialis</i> - <i>Ulva lactuca</i> , F) <i>Magallana gigas</i> . © SUEZ Consulting.....	14
Figure 10 : Allure générale des fonds dans le port de l'anse Aubran. © SUEZ Consulting.....	15
Figure 11 : Juvéniles de sars (<i>Diplodus sargus</i> et <i>D. vulgaris</i>). © SUEZ Consulting	16
Figure 12 : Exemples d'espèces observées dans le port de l'anse Aubran. A) <i>Atherina hepsetus</i> , B) <i>Phoronis</i> sp., C) <i>Anemonia sulcata</i> , D) <i>Hexaplex trunculus</i> E) <i>Microcosmus</i> sp. F) <i>Paracentrotus lividus</i> . © SUEZ Consulting....	18

Liste des tableaux

Tableau 1 : récapitulatif des différentes campagnes réalisées.....	6
Tableau 2 : liste des espèces observées dans le canal de Caronte. +++ espèce très abondante (au moins plusieurs dizaines d'individus), ++ : espèce abondante (plusieurs individus observés), + : observation ponctuelle.	13
Tableau 3: Liste des espèces observées dans le port de pêche de l'anse Aubran. +++ espèce très abondante (au moins plusieurs dizaines d'individus), ++ : espèce abondante (plusieurs individus observés), + : observation ponctuelle.	17

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

ENGIE a été notifiée par la Délégation de Service Public aux travers d'une SEMOP. Cette SEMOP (Se@nergies) a contractualisé avec ENGIE Solutions en tant qu'entreprise générale de travaux pour réaliser le financement, la conception et la réalisation d'une installation de production d'énergie avec des pompes à chaleur à partir de thalassothermie et de son réseau de chaleur. Pour se faire, le réseau comprendra :

- Boucle d'eau de mer (prise d'eau, conduite d'amenée et de rejet) ;
- Centrale de production de chaleur ;
- Réseau de distribution ;
- Sous-stations.

Un réseau d'arrosage en eau brute et des installations photovoltaïques seront également installés.



Figure 1: Localisation du projet.

A ce jour Engie Solutions envisage 2 scénarios portant sur la localisation de la prise d'eau et du rejet ; dans la suite du document les scénarios sont nommés « scénario 1 » et « scénario 4 » (Figure 2).

Quel que soit le scénario choisi, le projet sera soumis au Code de l'environnement et fera l'objet de diverses procédures réglementaires. A ce titre, Engie Solutions souhaite réaliser une étude sur différents paramètres en vue de caractériser l'état initial du milieu naturel. Parmi eux, il a été identifié la nécessité de réaliser un inventaire et une cartographie des biocénoses marines avec une attention particulière sur les espèces protégées potentiellement présentes dans le secteur tel que *Pinna nobilis* et *Zostera noltii*.

L'objectif de cet inventaire est d'identifier les sensibilités environnementales en vue d'orienter la conception du projet.

Les données serviront également à établir l'état initial de la zone nécessaire à l'évaluation des effets et à la définition des mesures d'intégration environnementales.

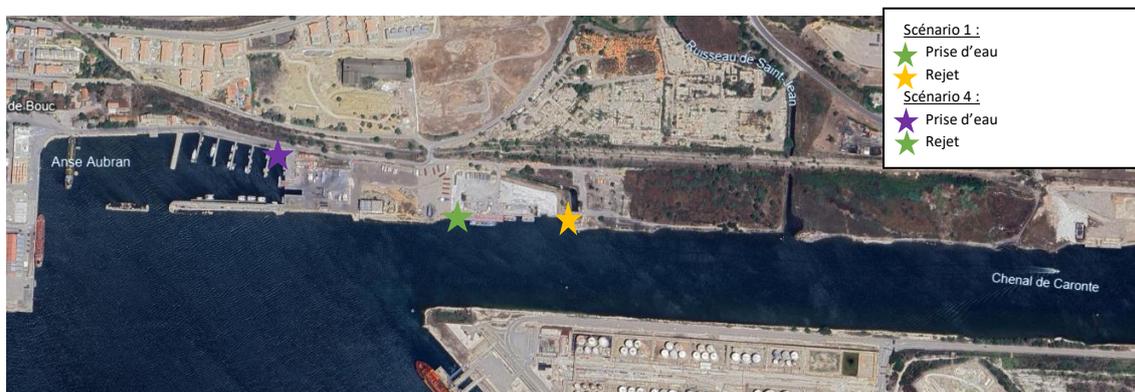


Figure 2 : Localisation des prises d'eau et zones de rejet envisagées pour les scénarios 1 et 2 (photo aérienne : google earth).

2. METHODOLOGIE

L'équipe de SUEZ Consulting est intervenue 4 fois sur la zone de Port-de-Bouc afin de réaliser des investigations en plongée sous-marine et PMT¹ permettant d'effectuer un inventaire de la faune et de la flore présentes dans le canal de Caronte et le port de pêche de l'Anse Aubran (Tableau 1). Les transects réalisés sont localisés à la Figure 3 et à la Figure 5. L'abondance des diverses espèces est évaluée selon une échelle semi-quantitative (3 classes : espèces très abondante - au moins plusieurs dizaines d'individus ; ++ : espèce abondante - plusieurs individus observés ; + : observation ponctuelle).

Tableau 1 : récapitulatif des différentes campagnes réalisées.

Numéro de la campagne	1 ^{ère} campagne	2 ^{ème} campagne	3 ^{ème} campagne	4 ^{ème} campagne
Date de la campagne	27 mai 2024	13 juin 2024	27 juin 2024	12 juillet 2024
Objectif	Inventaire de la faune et de la flore dans le canal de Caronte		Mesures de vitalité de l'herbier de zostère (<i>Zostera noltii</i>)	Inventaire de la faune et de la flore dans le port de pêche de l'Anse Aubran
Moyens	Palme, masque, tuba			Plongée sous-marine

NB : Cette étude sera complétée, ultérieurement par les résultats d'analyses de la macrofaune de substrat meuble. La campagne de prélèvement a eu lieu le 12 juillet 2024.

En complément, des mesures de vitalité ont été réalisées dans l'herbier de Zostère situé dans le canal secondaire perpendiculaire au canal de Caronte (zone potentielle du futur rejet – scénario 1). Les paramètres mesurés sont :

- **La densité des faisceaux de feuilles** a été relevée *in situ*, en palme masque et tuba. Les faisceaux ont été dénombrés au sein d'un quadrat de 20 cm par 20 cm. 25 répliquats ont été réalisés et positionnés aléatoirement au sein de l'herbier ;
- **La longueur et la largeur des feuilles** ont été mesurées au millimètre près à l'aide d'une règle ;
- **Le recouvrement de l'herbier** a été estimé à l'aide de la méthode LIT (*Line Intercept Transect*). L'observateur se déplace le long d'un décimètre et note la distance à laquelle il observe un changement de substrat ou de peuplement. 4 transects d'une longueur d'environ 10 m ont été parcourus (Figure 9).

¹ PMT : Palme, Masque et Tuba



Figure 3 : Localisation des transects « LIT » au sein de l'herbier de zostère naine.



Figure 4 : A) mesure de densité des faisceaux réalisée à l'aide d'un quadrat positionné dans l'herbier de *Zostera noltii*, B) mesure de la longueur des faisceaux et C) mesure de recouvrement.



Figure 5 : Localisation de la zone d'étude et des transects réalisés au cours des 4 campagnes de terrain (photo aérienne : Google Earth).

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS DE TERRAIN

3.1 Canal de Caronte

3.1.1 Nature des substrats

Les substrats sur les bordures du canal de Caronte sont constitués d'une alternance de blocs décimétriques à ponctuellement métriques, de galets et graviers (Figure 10). Après une rupture de pente située entre -3 et -4 m, ils laissent la place à de fonds meubles à dominante vaseuse avec de nombreux débris coquilliers (Figure 8).

De nombreux macro-déchets ont été identifiés à la fois dans le canal de Caronte notamment au niveau du débouché du ruisseau Saint Jean et au niveau du Calen (poste de pêche fixe).



Figure 6 : Allure générale des fonds dans le Canal de Caronte. © SUEZ Consulting

3.1.2 Nature des habitats (biocénoses) et espèces recensées

Selon la typologie nationale des biocénoses benthiques de Méditerranée², les communautés épibenthiques observées dans le canal de Caronte sont apparentées aux habitats suivants : III.1. - Vases sableuses, sables, graviers et roches en milieu euryhalin et eurytherme :

- III.1.1. - Biocénose euryhaline et eurytherme
 - III.1.1.c. - Association à *Zostera noltei*

Il est également envisageable que ces communautés correspondent à celles des « III.2. - Sables fins plus ou moins envasés en mer ouverte » : « III.2.3. - Biocénose des sables vaseux superficiels de mode calme ». Dans une zone de transition mer-lagune telle que le canal de Caronte, il n'est pas réellement possible de distinguer ces deux ensembles sur la base de simples observations visuelles qualitatives. L'analyse de l'endofaune associée aux sédiments permettra certainement de préciser ces affiliations.

Sur les bordures du canal, les communautés épibenthiques se caractérisent par de fortes abondances et une faible diversité ; situation classique dans les eaux de transition à tendance eutrophe. Le trait le plus caractéristique est la surabondance des moules (*Mytilus galloprovincialis*) qui colonisent une forte proportion des substrats durs et dominent très largement les communautés (Figure 9 et Tableau 2). **L'ichtyofaune suit la même tendance avec peu d'espèces recensées** et une nette dominance du peuplement par les sars (espèces du genre *Diplodus*). D'autres espèces d'intérêt halieutique ont également observées (loup - *Dicentrarchus labrax* et daurade royale - *Sparus aurata*). A noter que **localement**, sur de petits éboulis rocheux peu profond (< 2 m), des **concentrations de juvéniles** de sars laissent supposer que ce type de configuration offre une **fonctionnalité de nurserie**.

Au sein de la zone d'étude, l'**espèce *Zostera noltii*** s'est développée **dans le canal secondaire perpendiculaire au canal de Caronte** (point de rejet du scénario 1). Elle forme un **herbier d'environ 100 m²** sur des fonds vaseux avec une hauteur d'eau comprise entre 15 et 30 cm (Figure 7). Dans des conditions environnementales assez similaires (faible profondeur, fonds vaseux et apports d'eau douce intermittents), quelques faisceaux isolés ont également été observés à l'embouchure de ruisseau St-Jean (Figure 8).

Au niveau du canal secondaire, l'herbier présente une **vitalité** paraissant assez **bonne**. Elle a été estimée en se basant sur plusieurs paramètres :

- La **densité** des faisceaux de feuilles de l'herbier est d'environ **859 faisceaux par m²** (+/- 297.5 faisceaux par m²) et sont dans la gamme de variabilité des densités relevées dans l'étang de Berre à la même saison (635 et 4 986 faisceaux par m²)³.
- La **longueur** et la **largeur** moyennes des faisceaux est respectivement de **30.2 cm** (+/- 7.3 cm) et **1.96 mm** (+/- 0.2 mm). D'après Bernard (2007), la largeur des feuilles était de 1.5 mm au mois de juillet 2004. Ce paramètre varie également avec la saison (faible en hiver en raison de la chute des feuilles les plus âgées et le fort hydrodynamisme).
- Le **recouvrement** de l'herbier varie **entre 62% et 78%** (recouvrement moyen de 68 % - autres substrats : galets 15 % et vase nue 20 %).

Les principales espèces associées à cet herbier de *Z. noltii* sont des algues filamenteuses, des ulves (*Ulva rigida*), la Gracilaire (*Gracilaria spp.*) et des juvéniles de mullet (espèce non déterminée). Cette liste sera complétée par le laboratoire IDRABio suite à l'analyse de la macrofaune de substrat meuble.

² La Rivière M. et al 2021. Fiches descriptives des biocénoses benthiques de Méditerranée. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris : 660 pp.

³ Bernard G. 2007. Changements à long terme des peuplements de magnoliophytes d'un étang sous forte influence anthropique : l'étang de Berre (Méditerranée, France). Thèse de Doctorat - Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II) - Centre d'Océanologie de Marseille. 147 p.



Figure 7 : Herbier de *Zostera noltii* au niveau du point de rejet potentiel (scénario 1).
© SUEZ Consulting

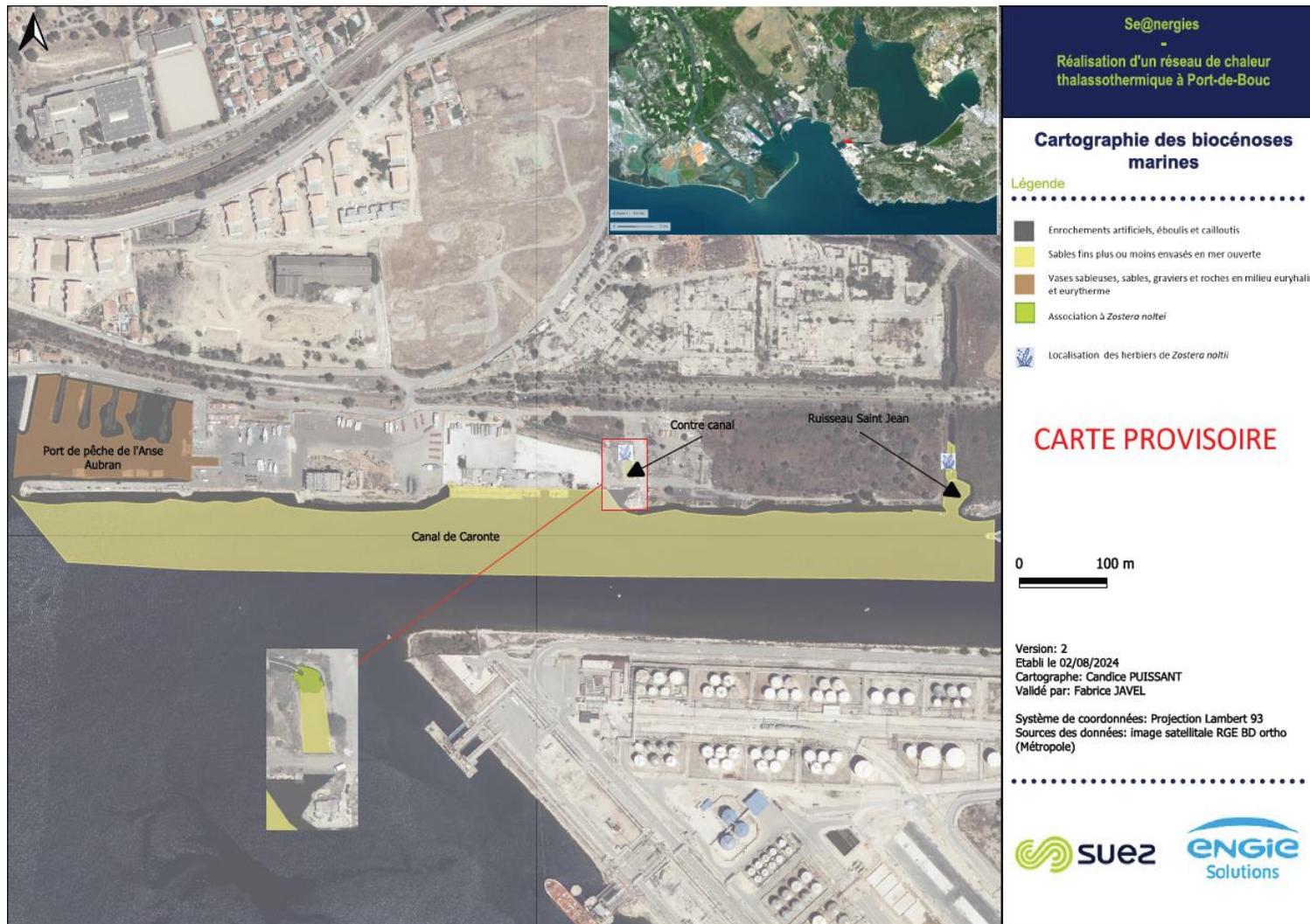


Figure 8 : Cartographie des biocénoses marines (version provisoire).

Tableau 2 : liste des espèces observées dans le canal de Caronte. +++ espèce très abondante (au moins plusieurs dizaines d'individus), ++ : espèce abondante (plusieurs individus observés), + : observation ponctuelle.

Sous-branchement	Classe	Espèce	Stade de vie	Abondance
MOLLUSQUES				
	Bivalves	<i>Mytilus galloprovincialis</i>		+++
	Bivalves	<i>Magallana gigas</i>		++
	Gastéropodes	<i>Cerithium vulgatum</i>		++
	Gastéropodes	<i>Gibbula sp.</i>		++
	Gastéropodes	<i>Patella spp.</i>		++
CHORDES				
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Diplodus vulgaris</i>	Juveniles	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Diplodus puntazzo</i>	Adultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Diplodus sargus</i>	Juveniles, subadultes, adultes	+++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Salaria pavo</i>	Adultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Chelon labrosus</i>	Subadultes, adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Subadultes, adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Gobius xanthocephalus</i>	Adultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Sarpa salpa</i>	Subadultes, adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Atherina sp.</i>	Subadultes, adultes	+++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Sparus aurata</i>	Subadultes, adultes	+
Tuniciers	Ascidies	<i>Botryllus sp.</i>		++
ARTHROPODES				
Crustacés	Malacostracés	<i>Eriphia verrucosa</i>		+
Crustacés	Malacostracés	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>		++
Crustacés	Malacostracés	<i>Carcinus aestuarii</i>		++
Crustacés	Malacostracés	<i>Clibanarius erythropus</i>		++
Crustacés	Maxillopodes	<i>Perforatus perforatus</i>		++
ANNELIDES				
	Polychètes	<i>Sabella spallanzanii</i>		+
	Polychètes	<i>Spirorbis sp.</i>		+++
PHORONIDIENS				
		<i>Phoronis sp.</i>		+
BRYOZOAIRES				
	Gymnolèmes	<i>Bugula neritina</i>		+
	Gymnolèmes	<i>Schizoporellidé</i> indéterminé		+
CNIDAIRES				
	Anthozaires	<i>Anemonia sulcata</i>		++
ECHINODERMES				
Astérozoaires	Astérides	<i>Echinaster sepositus</i>		+
CHLOROPHYTES (« algues vertes »)				
	Ulvophycées	<i>Ulva lactuca</i>		++
RHODOBIONTES (« algues rouges »)				
Eurhodophytinés	Floridéophycées	<i>Lithophyllum incrustans</i>		+
Eurhodophytinés	Floridéophycées	<i>Ellisolandia elongata</i>		+
Eurhodophytinés	Floridéophycées	<i>Gracilaria spp.</i>		+

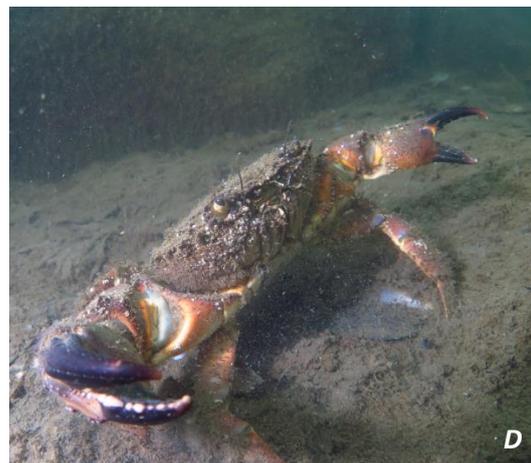


Figure 9: Exemples d'espèces observées dans le canal de Caronte. A) *Salaria pavo*, B) *Sabella spallanzanii*, C) *Echinaster sepositus*, D) *Eriphia verrucosa* E) *Mytilus galloprovincialis* - *Ulva lactuca*, F) *Magallana gigas*. © SUEZ Consulting

3.2 Port de pêche de l'anse Aubran

3.2.1 Nature des substrats

Dans le port de pêche de l'anse Aubran les fonds sont composés essentiellement de vases sur des profondeurs comprises entre 3 et 5 m. Les substrats durs, moins profonds, sont cantonnés aux ouvrages portuaires (Figure 8 et Figure 10) : prolongements sous-marins des digues (éboulis rocheux de blocs décimétriques à métriques), quais (palplanches métalliques), pieux en béton, pontons flottants, affleurements de galets et blocs rocheux décimétriques sous les pontons. A noter que de nombreux macro-déchets et une épave de bateau ont été observés.



Figure 10 : Allure générale des fonds dans le port de l'anse Aubran. © SUEZ Consulting

3.2.2 Nature des habitats (biocénoses) et espèces recensées

Selon la typologie nationale des biocénoses benthiques de Méditerranée⁴, les communautés épibenthiques observées dans le port de l'anse Aubran sont apparentées aux habitats suivants :

- III.1. - Vases sableuses, sables, graviers et roches en milieu euryhalin et eurytherme
 - III.1.1. - Biocénose euryhaline et eurytherme

Dans l'ensemble les fonds meubles parcourus **dans le port de l'anse Aubran** présentent des **communautés épibenthiques très pauvres** ; seuls quelques cérianthes (*Cerianthus membranaceus*) et algues filamenteuses (espèce indéterminée) ont été observés ponctuellement. La plupart des espèces se concentrent sur les substrats durs en particulier sur les éboulis rocheux situés entre la surface et une profondeur de -2 m (Figure 12 et Tableau 3). Les communautés associées sont marquées par l'abondance des organismes filtreurs notamment les moules (*Mytilus galloprovincialis*), les huitres (*Magallana gigas*) et les ascidies (*Botryllus* sp. et *Microcosmus* sp.). Comme dans le canal de Caronte, **l'ichtyofaune est dominée par les sars** (*Diplodus* spp.) présents aux stades juvénile, subadulte et adulte. Pour les juvéniles, il est probable que **les éboulis rocheux superficiels offrent un habitat de type de nurserie** (Figure 11).



Figure 11 : Juvéniles de sars (*Diplodus sargus* et *D. vulgaris*). © SUEZ Consulting

⁴ La Rivière M. et al 2021. Fiches descriptives des biocénoses benthiques de Méditerranée. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris : 660 pp.

Tableau 3: Liste des espèces observées dans le port de pêche de l'anse Aubran. +++ espèce très abondante (au moins plusieurs dizaines d'individus), ++ : espèce abondante (plusieurs individus observés), + : observation ponctuelle.

Sous embranchement	Classe	Espèce	Stade de vie	Abondance
MOLLUSQUES				
	Bivalves	<i>Mytilus galloprovincialis</i>		+++
	Bivalves	<i>Magallana gigas</i>		+
	Gastéropodes	<i>Rapana ventousa</i>		+
	Gastéropodes	<i>Hexaplex trunculus</i>		+
	Céphalopodes	<i>Sepia officinalis</i>		+
CHORDES				
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Diplodus vulgaris</i>	Juveniles, subadultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Diplodus puntazzo</i>	Adultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Diplodus sargus</i>	Juveniles, subadultes, adultes	+++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Diplodus annularis</i>	Subadultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Chelon labrossus</i>	Subadultes, adultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Subadultes, adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Gobius xanthocephalus</i>	Adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Gobius cobitis</i>	Adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Parablennius sanguinolentus</i>	Adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Sarpa salpa</i>	Subadultes, adultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Sparus aurata</i>	Adultes	+
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Atherina hepsetus</i>	Subadultes, adultes	++
Vertébrés	Actinoptérygiens	<i>Mullus barbatus</i>	Juveniles	++
Tuniciers	Ascidies	<i>Botryllus sp.</i>		++
Tuniciers	Ascidies	<i>Microcosmus sp.</i>		++
ARTHROPODES				
Crustacés	Malacostracés	<i>Eriphia verrucosa</i>		+
Crustacés	Malacostracés	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>		+
Crustacés	Malacostracés	<i>Clibanarius erythropus</i>		++
ANNELIDES				
	Polychètes	<i>Sabella spallanzanii</i>		+
	Polychètes	<i>Spirorbis sp.</i>		++
PHORONIDIENS				
		<i>Phoronis sp.</i>		+
BRYOZOAIRES				
	Gymnolèmes	<i>Bugula neritina</i>		+
ECHINODERMES				
Astérozoaires	Astérides	<i>Echinaster sepositus</i>		+
Astérozoaires	Echinides	<i>Paracentrotus lividus</i>		+
CNIDAIRES				
	Anthozoaires	<i>Cerianthus membranaceus</i>		+
	Anthozoaires	<i>Eunicella singularis</i>		+
	Anthozoaires	<i>Anemonia viridis</i>		++
	Hydrozoaires	Hydraires ind.		+
CHLOROPHYTES				
	Ulvophycées	<i>Ulva lactuca</i>		+
	Ulvophycées	<i>Codium fragile</i>		+
Eurhodophytinés	Floridéophycées	<i>Ellisolandia elongata</i>		+

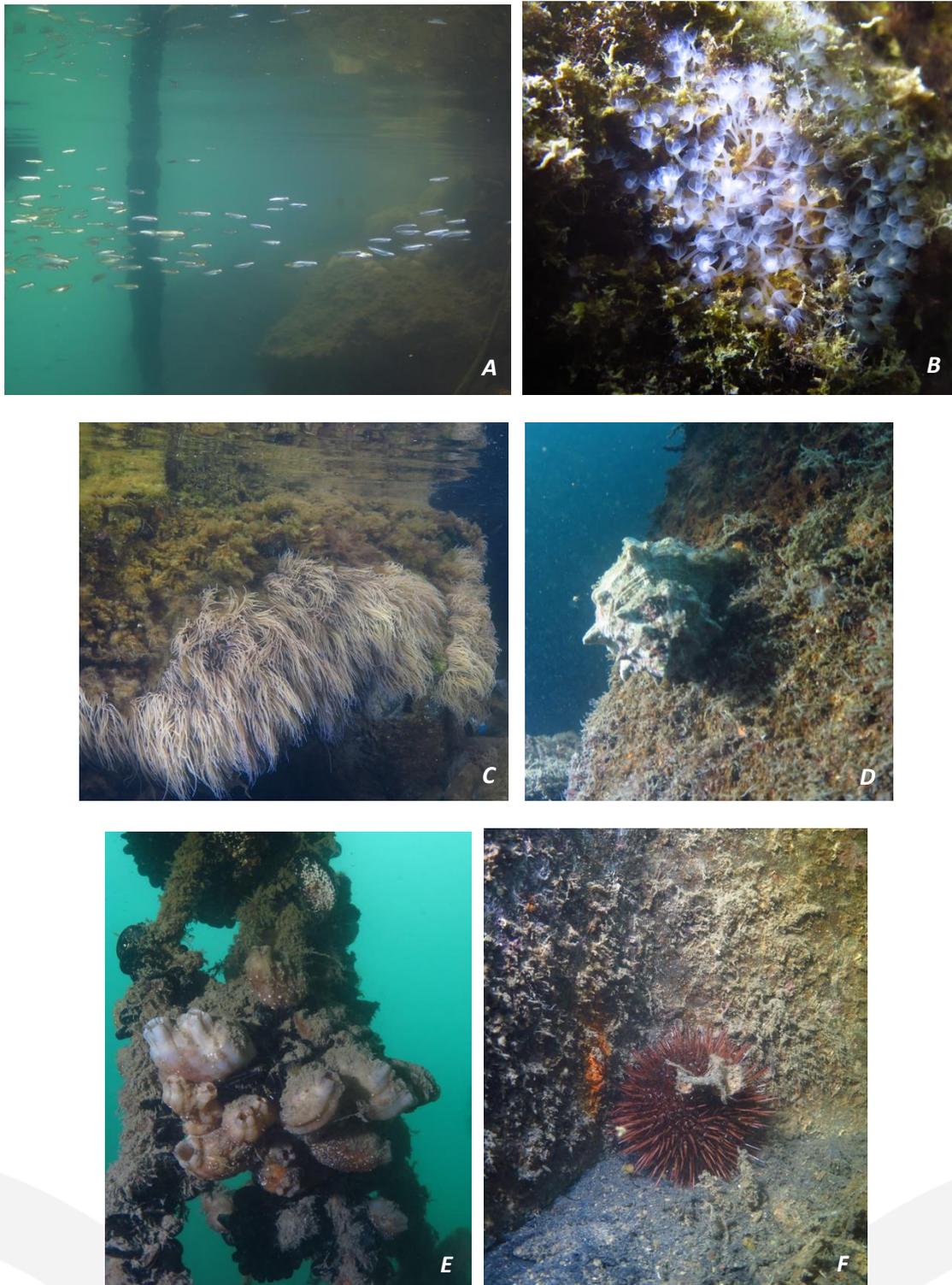


Figure 12 : Exemples d'espèces observées dans le port de l'anse Aubran. A) *Atherina hepsetus*, B) *Phoronis* sp., C) *Anemonia sulcata*, D) *Hexaplex trunculus* E) *Microcosmus* sp. F) *Paracentrotus lividus*. © SUEZ Consulting

4. CONCLUSION

Les habitats présents dans le canal de Caronte et le port de pêche de l'anse Aubran sont apparentés à la « Biocénose euryhaline et eurytherme » et/ou à la « Biocénose des sables vaseux superficiels de mode calme ». Les espèces et communautés observées sont classiques pour ce type de zone de transition mer-lagune et ne présentent **pas d'enjeu particulier**. Certains **éboulis rocheux** peu profonds abritent de **nombreux juvéniles de poisson** du genre *Diplodus* (sars) et remplissent certainement un **rôle de nurserie** ; la (re)-constitution de ce type de configuration sera si possible à rechercher lors de la conception des ouvrages nécessaires au projet.

La principale sensibilité identifiée est liée à la présence d'une **espèce protégée au niveau du canal secondaire perpendiculaire au canal de Caronte**, une des zones envisagées pour l'implantation du rejet (scénario 1). Il s'agit de la phanérogame ***Zostera noltii***, espèce protégée par l'arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Elle occupe une surface d'environ **100 m²** et présente une **assez bonne vitalité**. Cette espèce a également été observée plus à distance de la zone de projet (embouchure du ruisseau St-Jean) sous la forme de quelques groupes de faisceaux épars.

La préservation de cette espèce protégée implique soit de privilégier le scénario 4 soit la mise en œuvre de mesures d'évitement pour le scénario 1 (décalage du tracé de la canalisation et du point de rejet).

CONSULTING