Compagnie Concessionnaire du Port de La Galère
Bureau du port
06590 THEOULE-SUR-MER

Annexe n°9 - Présentation des impacts et des enjeux environnementaux- Evolution du projet du port de La Galère

Janvier 2022 – Indice H

Réalisation de travaux de sécurisation du plan d'eau ainsi que des appartements et commerces du Port de la Galère.

Maîtrise d'œuvre	
Bureau d'études ICTP 254 Corniche Fahnestock 06700 ST-LAURENT DU VAR	ICTP INGÉNIERIE CONSULTANTS TRAVAUX PUBLICS
N° 21/55 – cas par cas – Ind. H	

1. Contexte 4
2. Description du projet 5
2.1. Localisation du projet 5
2.2. Objectif de l'opération 9
2.3. Caractéristiques du projet 15
2.4. Procédés de mise en œuvre 22
2.5. Entretien des ouvrages 22
3. Ecosystème sous-marin au droit du port La Galère 23
1.1. Reconnaissances des biocénoses marines 23
1.2. Description des biocénoses et habitats marins 23
1.3. Espèces protégées potentiellement présentes 27
4. Synthèse des enjeux environnementaux 28
5. Scénarios d'aménagement 32
5.1. Scénarios et solutions alternatives 32
6. Effets liés aux travaux et mesures associés 36
6.1. Pour limiter les effets sur l'environnement économique 36
6.2. Pour limiter les effets sur l'environnement naturel 37
6.3. S'assurer de l'absence de dispersion de produits toxiques 42
6.4. Agir rapidement lors d'une pollution accidentelle 43
6.5. S'assurer de la gestion des déchets 44
6.6. Mesures concernant les biocénoses marines 44
6.7. Pour limiter les effets sur l'environnement social 45
6.8. Elaboration du plan de gestion environnemental 49
7. Effets liés à l'exploitation et mesures associées 53
7.1. Réduction de l'agitation 53
7.2. Effets sur les herbiers de Posidonies 56
7.3. Préservation de la qualité du milieu marin et protection du milieu marin 56
7.4. Entretien des installations 57
7.5. Respect des activités et du voisinage 57
8. Effets résiduels 63
9. Mesures de suivi des effets des travaux et du projet 63
9.1. Suivi de l'herbier de Posidonie au droit du musoir et dans la ou les zones préservées 63
9.2. Suivi des Poissons 63
10. Compatibilité règlementaire du projet 64

10.1. Préservation du littoral 64
10.2. Compatibilité du projet avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Rhône Méditerranée 2016-2021 64
10.3. Pression et mesures des sous bassins et compatibilité 65
10.4. Plan d'action pour le milieu marin 65
10.5. Compatibilité avec le Schéma Régional de Cohérence Ecologique PACA .. 66
10.6. Table des illustrations et tableaux 69
11. Eléments utiles à la compréhension des pièces du dossier 70
11.1. Annexes 70
11.2. Dossier de plans 70

1. Contexte

La compagnie concessionnaire du port de la Galère obtient en 2019, le renouvellement de la concession portuaire du port de la Galère. A ce titre des travaux de sécurisation permettant la réduction des franchissements et de l'agitation du plan d'eau du port doivent être engagée avant 2025.

Le projet se situe dans le port de plaisance du Port de la Galère sur le littoral de la commune de Théoule-sur-Mer dans le département des Alpes Maritimes, à environ 1.7km au Sud du centre-ville.

Le port de plaisance de la Galère de par sa situation géographique particulière au cœur du parc départemental de l'Estérel et du parc marin, ainsi que son architecture atypique fait de ce lieu un endroit unique. C'est une adresse touristique emblématique de la commune de Théoule-Sur-Mer. Les usagers du port ont un accès routier au site, et l'accès par les voies maritimes est entièrement libre. Le port entame actuellement des démarches pour un réaménagement terrestre du port dans le but de le rendre plus attrayant, et favoriser le tourisme (ouverture de boutiques, de lieux d'exposition etc..).

Figure 1 : Plan de situation du port de la Galère dans le Golfe de La Napoule google Earth)

Néanmoins, sur le plan de la sécurité, l'entrée du port par la mer se fait via une passe orientée Nord/Nord-Est exiguë, qui rend son accès difficile en période hivernale. Le domaine portuaire est protégé de la mer et de ses assauts par une digue de protection en enrochements dont une partie est sous-dimensionnée. Le bassin portuaire n'est pas totalement exploitable en hiver en raison de l'agitation liée à la houle résiduelle et la submersion de la digue Sud par les vagues de tempête. De plus, outre le manque de sécurité, il est constaté de lourds dégâts sur les constructions existantes. En effet, les immeubles et appartement proches de la digue Sud, subissent des désordres malgré la mise en place de protections particulières (type volet blindé). Les perspectives liées au changement climatique (inondation, houle de ruissellement, submersion,…) et les constats actuels faits de franchissements par la houle lors des coups de mer et tempêtes imposent un redimensionnement de ces ouvrages pour permettre une valorisation sécurisée et optimisée de l'espace portuaire.

2. Description du projet

2.1. Localisation du projet

2.1.1. Les ports de Théoule-Sur-Mer

Sur environ une douzaine de kilomètres de côte, la commune de Théoule-sur-Mer, située à l'extrémité ouest du département des Alpes Maritimes, accueille 4 ports de plaisance : 2 ports concédés (Port de la Rague et le Port de la Galère) et 2 ports publics (Port de Théoule et le Port de la Figueirette.)

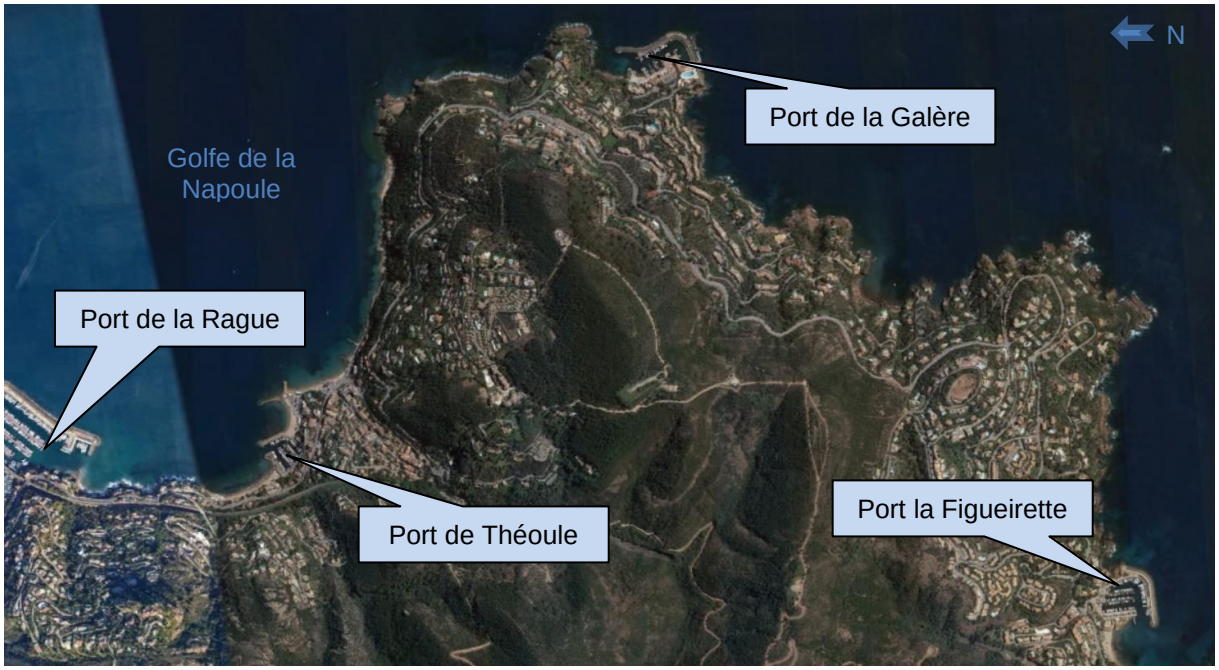


Figure 2 : Localisation des ports de Théoule-sur-Mer (Google Earth)

Le plan à la page suivante repère les infrastructures portuaires de la commune de Théoule-sur-Mer.

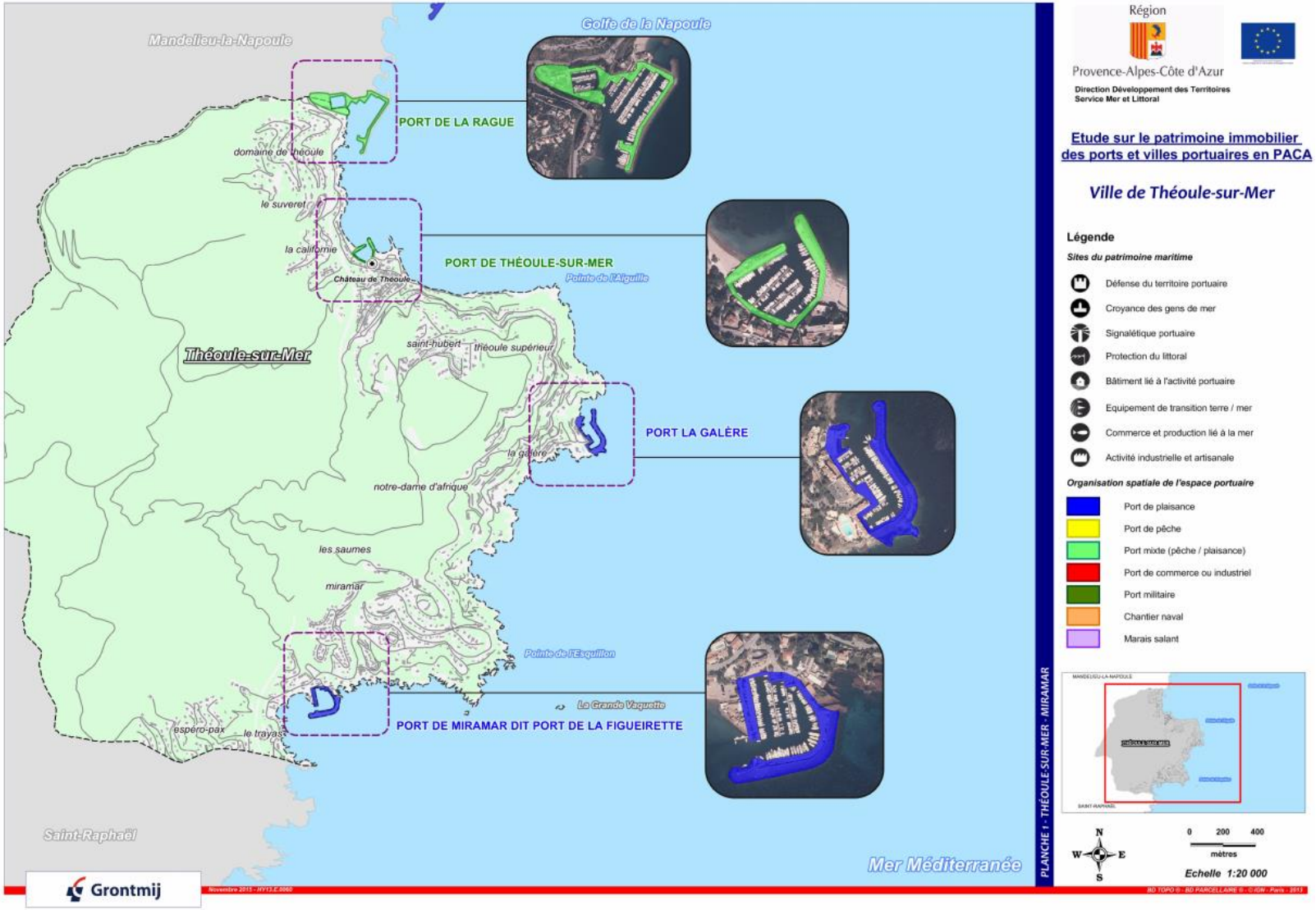


Figure 3 : Carte de repérage des infrastructures portuaires sur la commune de Théoule-sur-Mer

2.1.2. Le Port de la Galère

Le projet s'insère dans l'emprise de la concession portuaire. La superficie globale du port est de 33 464 m² dont 12 900 m² de plan d'eau pour 169 postes d'amarrage.

Le port est protégé par la jetée principale d'une longueur d'environ 300 m qui se décompose en une partie orientée globalement Est-Ouest (digue Sud), une courbe (digue Sud-est), une partie orientée globalement Nord-Sud (Digue Est) et le musoir Est.

Les digues en enrochements comportent un mur abri protégeant les quais, excepté pour la digue de protection de la zone Nord du port. La partie Sud-est de la digue a fait l'objet de travaux de confortement en 2009. Au Nord, un brise lame (musoir Ouest) protège le bassin portuaire.

Le port possède 372 ml de quai accostable et 205 ml sur 5 pontons (P1 : 15 m ; P2 : 16 m ; P3 et P4 : 36 m ; P5 : 32 m). Il dispose d'une cale de halage, d'un quai de mise à l'eau, d'une station d'avitaillement, d'un abri pour le feu du port, d'une aire de manutention, de voies d'accès, de circulation et d'aires de stationnement.

Deux bâtiments font partie de la concession portuaire :

- Le bâtiment du chantier naval : bâtiment de 2 niveaux (superficie de plancher : 491 m^2) ;
- Le bureau du port : bâtiment de 4 niveaux (superficie de plancher : 162 m^2).

Figure 4 : Vue aérienne du Port de La Galère

Le port de plaisance du Port de la Galère fait l'objet d'une Convention de délégation de service public dont la gestion est déléguée à la Compagnie Concessionnaire du Port de la Galère.

Figure 5 : Description de la zone du projet (Ortho photo 2017)

2.2. Objectif de l'opération

Le port de la Galère subit régulièrement des dégâts et inondations causés par des franchissements lors des tempêtes. Celles-ci sont de plus en plus récurrentes et intenses dues aux changements climatiques qui s'opèrent actuellement. Cela pose un problème pour la sécurité et entraîne de lourds dégâts pour les ouvrages portuaires et les plaisanciers. C'est une problématique actuelle qui sera amplifiée et de plus en plus récurrente dans le temps. Il est donc impératif de s'en préoccuper afin de trouver des solutions rapidement.

Consciente de ses responsabilités et des enjeux futurs de disposer d'infrastructures portuaires adaptées et de qualité, la Compagnie Concessionnaire de Port de la Galère propose un programme de travaux de réhabilitation et de confortement de ouvrages de protection mais également d'optimisation des infrastructures portuaires adaptés à l'évolution de la pratique de la plaisance dans le port. Ces travaux sont indispensables à la pérennité de l'espace portuaire et à sa sécurisation.

Aussi afin de renforcer la protection des navires mouillés dans le port, le concessionnaire a fait appel à ACRI IN, un bureau d'études spécialisé en hydrodynamique et génie côtier, pour mener une étude diagnostic de l'agitation du plan d'eau et de proposer des solutions techniques pour ce projet et permettant ainsi d'améliorer la situation existante.

Cette étude, jointe en **Annexe n°9-1**, a mis en évidence que, la configuration actuelle du bassin portuaire :

- n'offrait pas assez de dissipation d'énergie pour obtenir un plan d'eau satisfaisant en termes d'agitation résiduelle dont dépend le confort et la sécurité des navires,
- ne permettait pas d'offrir une protection suffisante face aux tempêtes que subit le port de la Galère ainsi que les logements proches.

L'objectif du projet est alors de réduire l'agitation résiduelle du plan d'eau ainsi que limiter des franchissements d'eau lors de tempêtes et fortes houles.

2.2.1. Perturbations observées

Les photographies ci-après, montrent l'agitation du plan d'eau du port de la Galère lors d'épisodes de fortes houles et tempêtes.

Figure 6 : Franchissement de la mer sous une forte houle du Sud (photo du - 4 mai 2010)

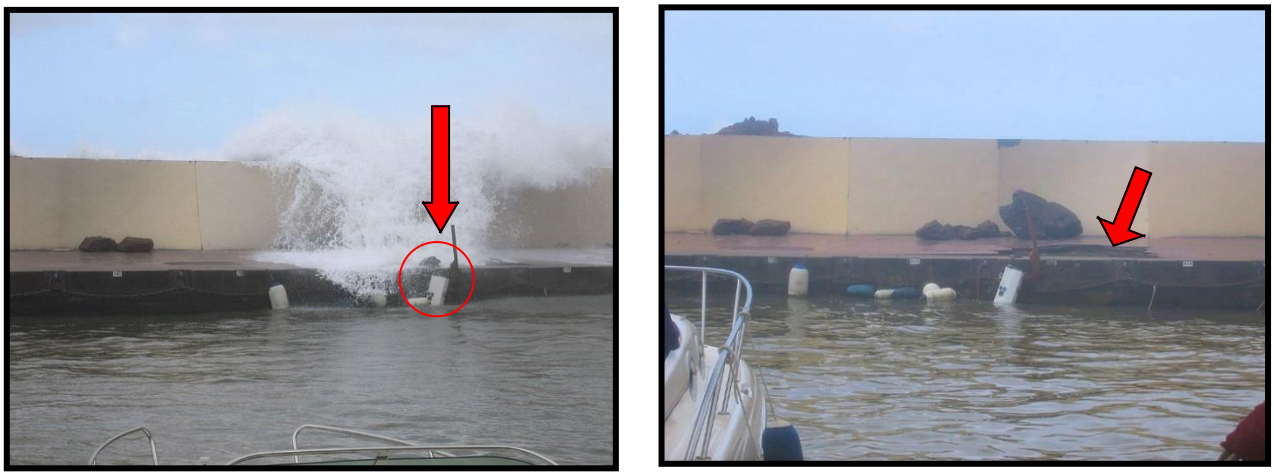


Figure 7 : Une borne arrachée par une vague et l'impact des rochers sur bitume (4 mai 2010)

Figure 9 : Le bateau de servitude projeté sur le quai (4 mai 2010)

Figure 8 : Inondation du parking (4 mai 2010)

Figure 10 : Bornes arrachées et dégât sur la chaussée (4 mai 2010)

Figure 11 : Agitation résiduelle dans le port (novembre 2019)

Figure 12 : Agitation dans la passe d'entrée du port (novembre 2019)

Figure 13 : Franchissement lors d'une tempête, entraînant des dégâts sur les immeubles et appartements. (Octobre 2019)

Figure 14 : Gauche : cale de mise à l'eau submergée / Droite : déchet après submersion de la cale de mise à l'eau (2019)

La digue Est du Port de la Galère est orientée Sud-Nord et la passe d'entrée est ouverte vers l'Est, elles sont directement exposées aux houles de secteur Est à Nord-Est. La partie Sud de la digue est exposée aux houles de secteur Sud à Sud-Ouest.

Ces photos sont un exemple du phénomène régulièrement observé, comme on peut le constater au travers du registre de la capitainerie, joint en **Annexe n°9-2**.

2.2.2. Activités portuaires perturbées

2.2.2.1. La plaisance

Le Port de la Galère possède 169 postes d'amarrage répartis sur 372 ml de quai accostable, et 5 pontons.
Le port dispose également d'une cale de halage, d'un quai de mise à l'eau, d'une station d'avitaillement, d'un abri pour le feu du port, d'une aire de manutention, de voies d'accès, de circulation et d'aires de stationnement. Le chantier naval ne fonctionne plus depuis 2012. L'aire de carénage est aujourd'hui utilisée comme terre- plein.

L'activité du port est scindée en deux grandes parties durant l'année en raison de son exposition aux vents dominants d'Est et de Sud qui ne permet pas une exploitation de son ensemble tout au long de l'année. Les protections que représentent les digues et le mur-abri existant ne contiennent pas assez les violents coups de mer hivernaux. Les places situées dans ces orientations ne sont donc pas utilisables durant les mois d'hiver (de novembre à avril environ)

De mai à octobre, le port assure son rôle d'abri avec un taux de remplissage proche des 100 %. L'essentiel des usagers sont des résidents de la copropriété avec une proportion de 102 résidents Galériens, 8 Théouliens et 25 en extérieur commune. Le port dispose de 34 places en location sur cette période. La saison estivale s'étend du 15 juin au 15 septembre avec une période de forte affluence entre le 14 juillet et le 20 août. Les plaisanciers commencent à fréquenter le port à partir des vacances de Pâques jusqu'en octobre sur des périodes de courtes durées. Les sorties sont régulières et nombreuses surtout durant les mois de juillet et août. Quelques passages viennent compléter la fréquentation, ces passages sont possibles en fonction des places mises à disposition.

De novembre à avril, les plaisanciers sont contraints de placer leur bateau en hivernage chez des professionnels compte tenu des mauvaises conditions météorologiques et de la faible probabilité de sortie en hiver (environ 64% des bateaux quittent le port). Durant l'hiver, une partie du bassin portuaire est inexploitable car soumise aux intempéries. Le port perd donc ainsi une capacité de 36 postes (27 places pour le quai B et 9 places pour le quai A) soit 22% des places du port. Le petit bassin subit une forte agitation du plan d'eau intérieur pendant les tempêtes. Le démontage des équipements (bornes de distribution d'eau et d'électricité, certains mouillages) dans les parties soumises aux tempêtes a lieu fin octobre/ début novembre.

2.2.2.2. Pêche professionnelle

Les méthodes de pêche de la prud'homie de pêche de Cannes comprennent le filet maillant, la palangre et le casier. La pêche est essentiellement côtière et concerne des espèces comme le rouget, le congre, le pageot, le saint-pierre, le sar, la sardine, la daurade, le loup, le chapon et la langouste.

Un pêcheur professionnel rattaché à la prudhommie de Cannes est basé dans le port de la Galère. Il possède un bateau de 9 m (Lyana) et travaille à l'année sur le littoral Var-Esterel. Il

vend ses poissons au marché de Cannes-la-Bocca, à des restaurants gastronomiques et aux riverains du port.

2.2.2.3. Bateaux d'intérêt général

Le port de la Galère, comme mentionné dans son cahier des charges de la concession portuaire, doit pouvoir accueillir le bateau de la SNSM en toute sécurité ce qui n'est actuellement pas le cas. Les conditions d'agitation du plan d'eau portuaire lors des épisodes nécessitant la sortie du navire rendent les manœuvres difficiles et donc une sortie du port non optimale, plus longue, voire dangereuse.

Le port accueil également le bateau du parc marin, avec un constat similaire pour celui-ci.

Grâce à une situation géographique particulière limitée en accès terrestres, le site du port de la Galère est également un lieu d'accueil pour les unités de la sécurité nationale lors d'évènements exceptionnels, ainsi que des bateaux des autres port de la région lors de manifestation locales.

2.2.2.4. Conclusion

En réduisant l'agitation dans la passe et le bassin portuaire et en réduisant les risques de franchissements par paquets de mer, la réalisation des travaux permettra de sécuriser la navigation et les manœuvres des plaisanciers, du pêcheur, du navire de la SNSM en cas de besoin, et celui du parc maritime.
De plus, les immeubles et appartements proches de la digue seront plus sécurisés et moins impactés par les franchissements.

2.2.3. Maîtrise foncière

Le port de plaisance est géré par la compagnie Concessionnaire du Port de la Galère qui dispose d'une convention de Délégation de Service Public d'une durée de 35 ans dont le terme est fixé au 31 décembre 2054.

Les travaux envisagés sont tous intégrés dans le périmètre de la concession portuaire.

2.3. Caractéristiques du projet

2.3.1. Travaux à réaliser

Les travaux de sécurisation du Port de la Galère comprennent deux types de travaux avec la reprise et le confortement de la carapace de protection en enrochements de la digue du large, dans ces différentes zones, ainsi que la création d'ouvrages amortissants à l'entrée du bassin portuaire.

2.3.1.1. Création d'ouvrages amortissants à l'entrée du bassin portuaire

- Réalisation d'un môle amortissant dans le prolongement du quai Est. Cet ouvrage sera réalisé à partir d'ouvrages amortissants, et participeront à la dissipation de l'énergie de la houle

- Réalisation d'un bassin d'utilité générale à l'Ouest, en remplacement de la cale de mise à l'eau existante. Cet ouvrage sera réalisé à partir d'éléments préfabriqués en béton

armé et partiellement rempli d'enrochements. La modification de la nature de cette partie du port est nécessaire afin de limiter les entrées d'eau au niveau de la cale de mise à l'eau existante. Une mise à niveau du fond sera nécessaire pour réaliser cet ouvrage (-2.5 mNGF).

Les catégories d'enrochements prévues pour les travaux sont les suivantes :

- Carapace de protection : 7-10 tonnes
- Sous couche filtre : 0.5-1.5 tonnes
- Enrochements pour les ouvrages amortissants : 0.5-1.5 tonnes

2.3.1.2. Confortement des digues de protection du port

Les ouvrages de confortement des digues de protection ont fait l'objet de dimensionnements validés par modélisation numérique.

2.3.1.3. Digue Est

Pour la digue Est dans l'état actuel, hors présence du mur abri, les évaluations de franchissement montrent qu'à partir d'une houle décennale la digue n'est plus praticable car les débits moyens de franchissement obtenus avec prise en compte de la largeur de crête dépassent le seuil de 1 L/s/ml. A partir de la houle cinquantennale, les débits moyens de franchissement correspondent à un seuil de dangerosité pour les éléments situés derrière la digue.

Afin de limiter le franchissement des paquets de mer de la digue Est lors des événements de tempêtes, une des solutions retenues est d'augmenter la hauteur de crête de l'ouvrage. Il a été choisi d'augmenter la hauteur de crête jusqu'au niveau +4.0 mNGF sur une largeur de crête d'au moins 5.0 m.

Compte tenu de la présence d'herbiers de Posidonie en pied de digue, l'ouvrage de protection sera élargi uniquement en crête. Il n'y aura ainsi pas de reprise de l'ouvrage à proximité de l'espèce protégée qui ne sera donc pas perturbée. De plus, des mesures de protection en phase travaux seront mises en place dès le démarrage du chantier (Cf. paragraphe 6.6 spécifique en page 41).

2.3.1.4. Digue Est, avec présence du mur abri existant

La coupe type suivante présente le confortement projeté et le relevé actuel de la digue.

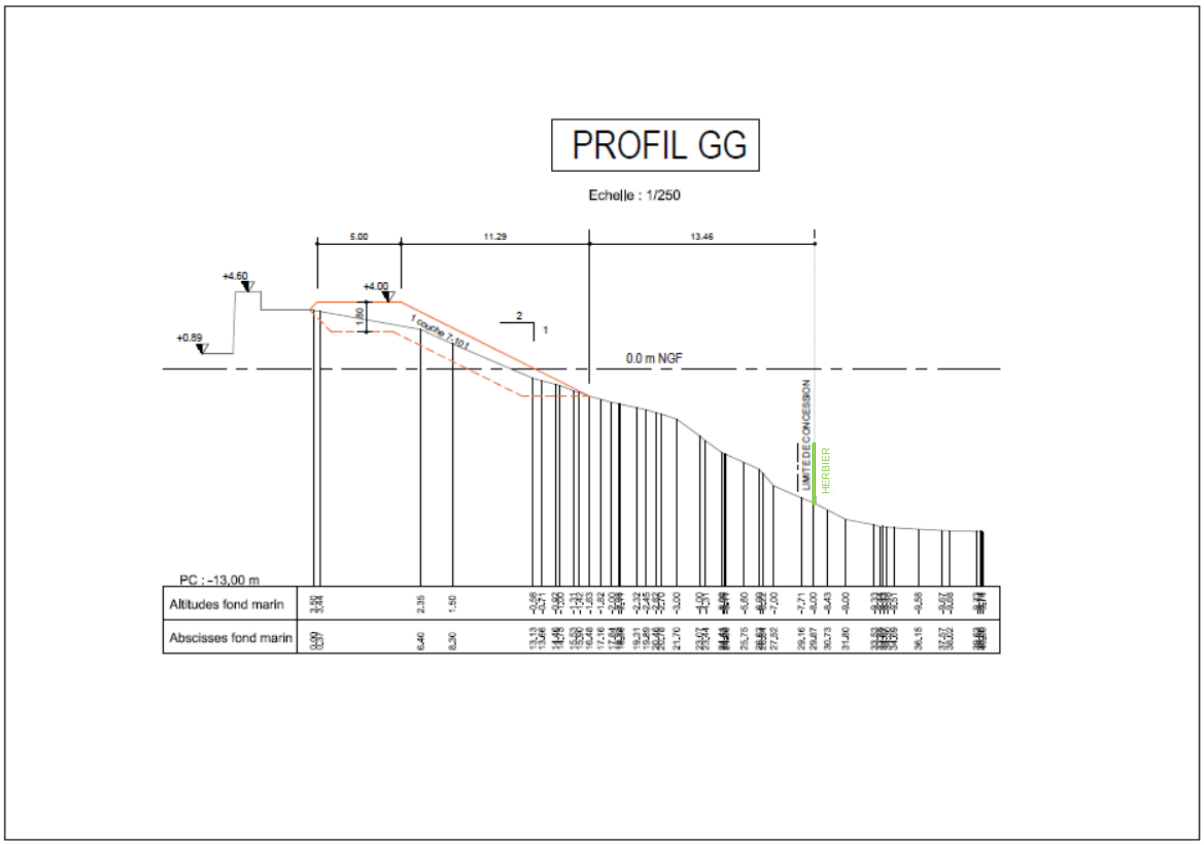


Figure 15 : Profil GG de la digue Est, avec présence du mur abri existant arasé à +4.60 mNGF et les enrochements à + 4.0 mNGF (ACRI IN / ICTP- 2022)

Le confortement de cette zone divise au moins par deux les débits moyens de franchissement par rapport à l'état actuel. A noter que pour la houle décennale, le risque sur les biens et les personnes est fortement diminué puisque le débit moyen de franchissement est divisé par presque quatre par rapport à la configuration actuelle. Le risque est également plus faible pour des houles cinquantennales, et centennales.

2.3.1.5. Digue Sud

La digue Sud est soumise à la houle de Sud ; moins fréquente cette houle est tout de même considérée comme la plus dommageable pour le port du fait des dégâts qu'elle engendre. Ces impacts importants sont liés à l'orientation et la configuration du port mais également à la faiblesse de sa digue Sud.
Lors d'une houle Sud, les bateaux se situant le long du quai, sous la digue Sud, sont obligatoirement déplacés en urgence pour éviter les dégâts. Depuis quelques années pour éviter ces interventions, il est conseillé à de nombreuses unités de sortir du port d'octobre à avril.
La réalisation de ces travaux permettrait d'assurer un accueil plus sécuritaire toute l'année aux plaisanciers.
Les analyses montrent que le seuil problématique est atteint lors de houle décennale, indiquant que la circulation est fortement déconseillée pour le piéton et que le stationnement des véhicules devient périlleux.

Afin de renforcer la sécurité lors des événements de tempêtes, une augmentation de l'arase du mur (au niveau +4.60 mNGF, comme le reste du linéaire) et une surélévation de la crête de l'enrochement sont proposées ainsi qu'un allongement de la largeur de la digue qui passe à 12,60m.

A noter qu'au niveau de la digue sud, les herbiers de Posidonie sont suffisamment éloignés (plus de 10 m), pour que son élargissement n'entraine pas d'impact direct ou indirect sur cette espèce protégée.

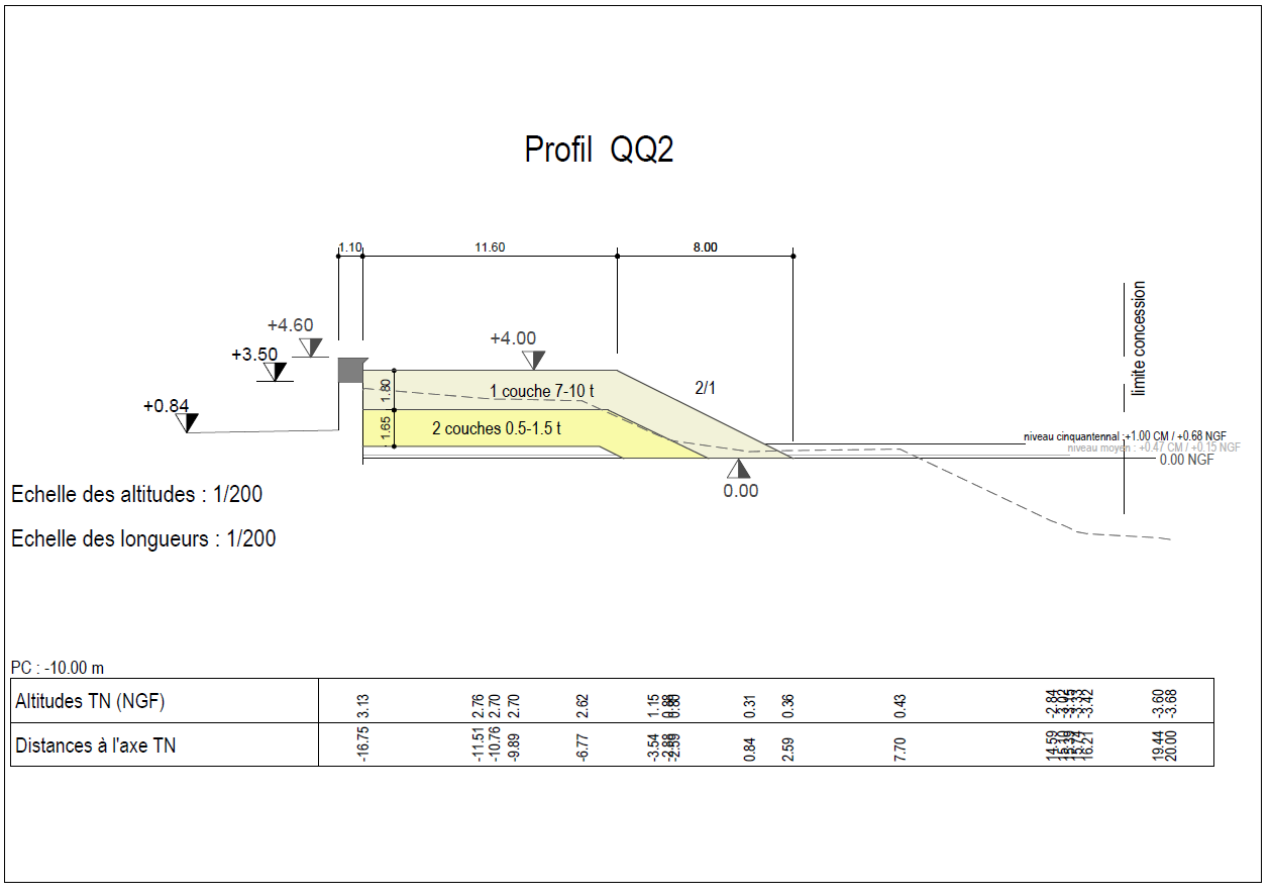


Figure 16 : Profil HH de la digue Est, avec présence du mur abri existant arasé à +4.60 mNGF et les enrochements à + 4.0 mNGF (ACRI IN- 2022)

2.3.2. Nature et exécution des travaux

Les travaux de sécurisation du port de la Galère seront réalisés, par voies purement terrestre, excepté pour les approvisionnements qui s'effectueront par voie maritime. Cela évitera tout impact sur les herbiers de Posidonies. Pour les approvisionnements, le caisson d'amortissement sera utilisé comme quai de déchargement et la barge sera positionnée dans l'avant-port où il n'y a pas d'herbier de posidonies.

Les quais seront utilisé pour approvisionner la digue Sud et une piste à créer derrière le mur-abri sur la digue Est pour la mise en place des enrochements de la digue Est.

Les vues en plan et coupes aux pages suivantes, et jointes au **Dossier de Plans**, permettent de visualiser les travaux projetés.

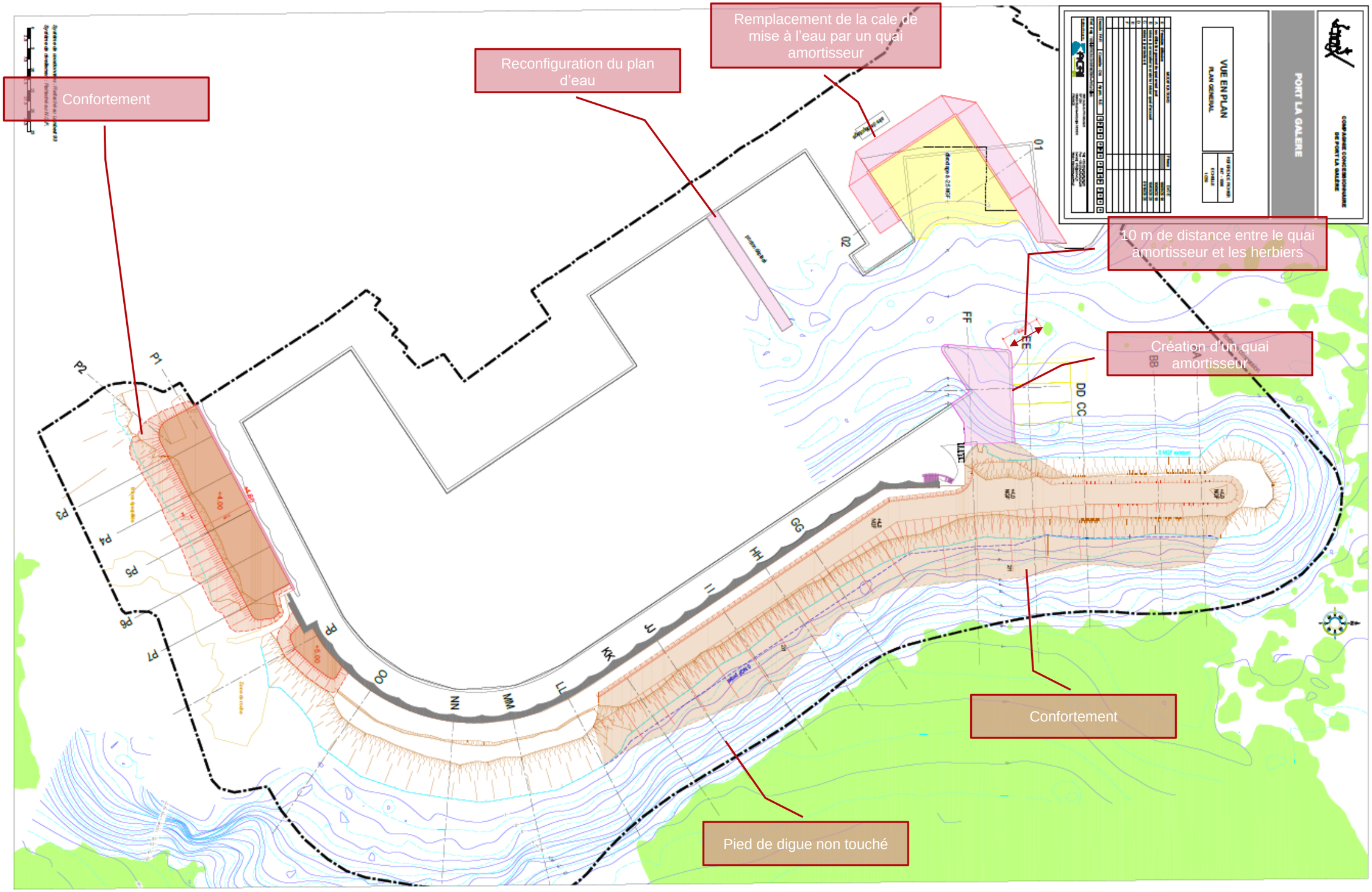


Figure 17 : Vue en plan général du projet (ARCI IN – 2022)

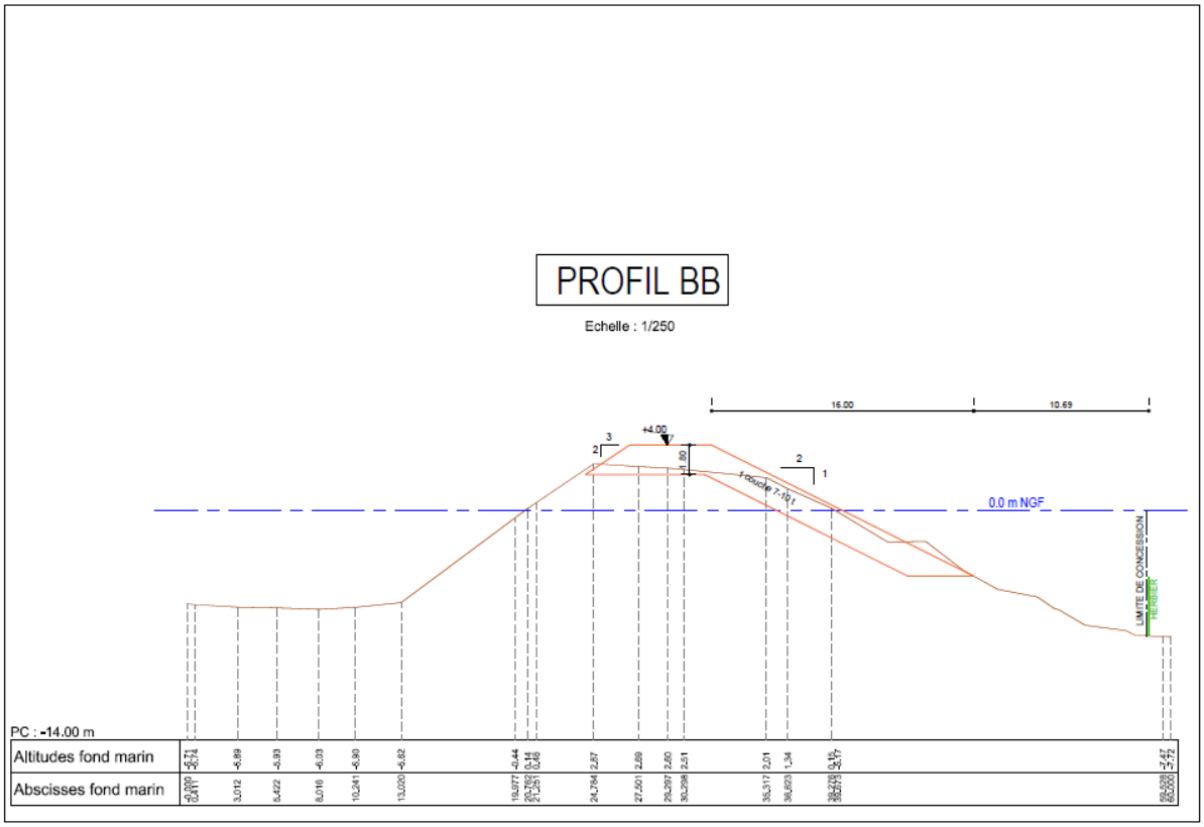


Figure 18: Coupe du projet profil BB et localisation des herbiers de Posidonie– Digue Est (ACRI IN / ICTP 2022)

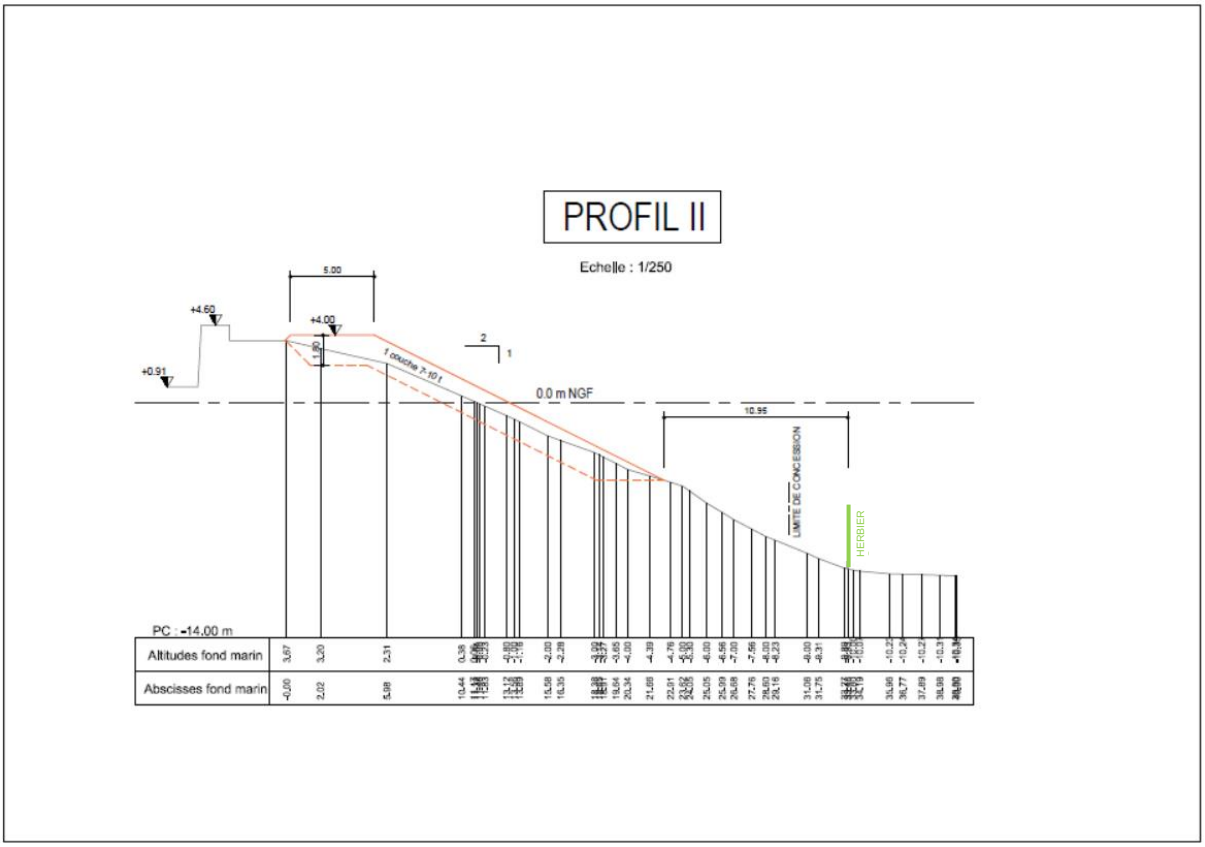


Figure 19: Coupe du projet profil GG et localisation des herbiers de Posidonie – Digue Est (ACRI IN / ICTP 2022)

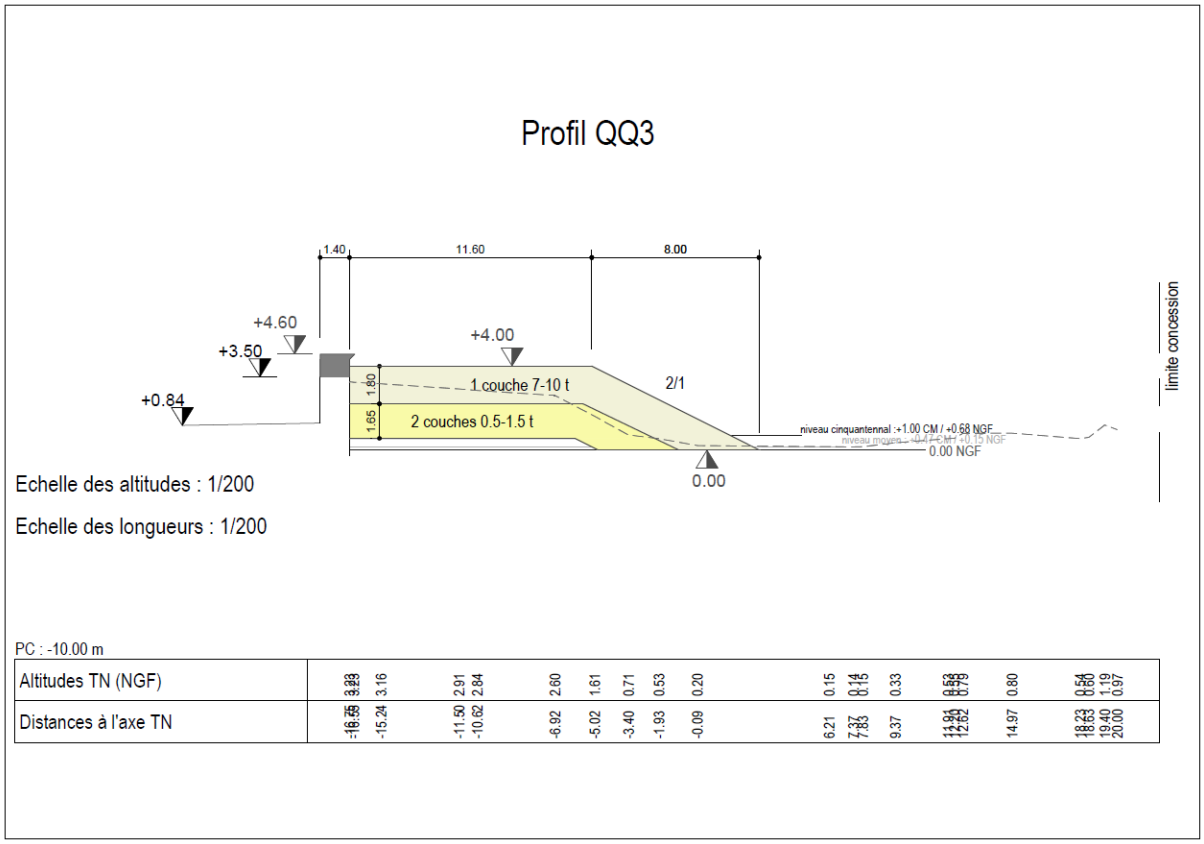


Figure 20 : Coupe du projet profil QQ3 – Digue Sud (ACRI IN 2022)

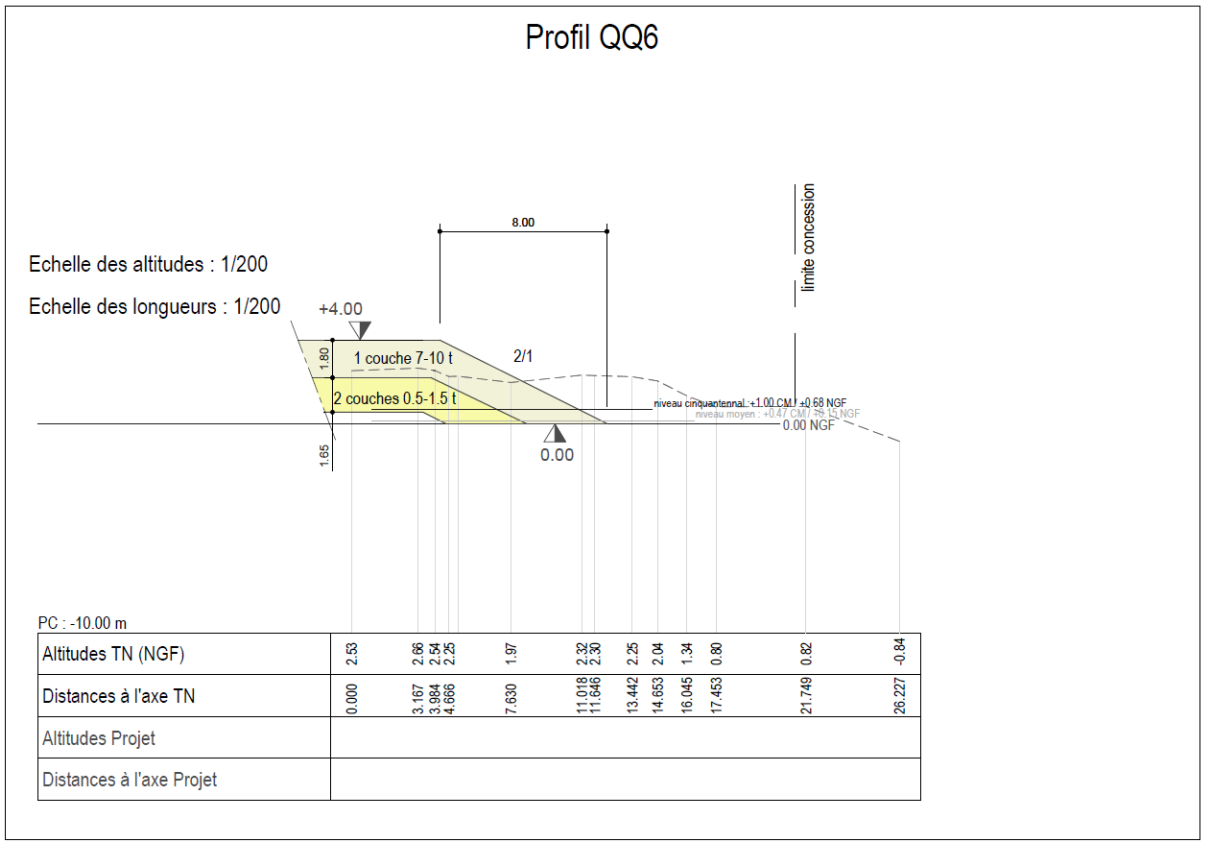


Figure 21 : Coupe du projet profil QQ6 – Digue Sud (ACRI IN 2022)

2.4. Procédés de mise en œuvre

2.4.1. Techniques et engins utilisés

Compte tenu des travaux projetés et de la configuration du port, ces derniers vont nécessiter l'emploi d'une barge équipée d'une pelle ou d'une grue pour les réalisations et le transport du matériel sur les zones d'intervention. Cette barge sera amené dans l'avant-port où il n'y a pas d'herbier de posidonies et où celle-ci sera abritée de la houle.
De plus, outre les engins courants de chantier, il devrait être également employé :

- Une embarcation de servitude pour le chargement des enrochements.
- Une grue à terre pour le chargement des enrochements.

2.4.2. Zone de chantier et durée des travaux

Les installations de chantier (bungalow, sanitaires, zone de stockage...) seront localisées dans l'enceinte portuaire et/ou le parking à l'entrée du port.
La taille et l'emplacement exact des installations de chantier seront définis par les entreprises et soumis à l'approbation du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre.

Les travaux de sécurisation du port de la Galère dureront environ 15 mois répartis sur 2 années.
Les travaux seront réalisés hors périodes estivales et de fêtes, entre octobre et mai.

2.5. Entretien des ouvrages

Afin de s'assurer du bon état du musoir et de la digue dans le temps et du maintien de leur efficacité face à la houle, un entretien régulier sera mené selon les conditions présentées ci-après.

Les quais et digues seront inspectés tous les 5 ans et après chaque forte tempête (occurrence 10 ans minimum).
Les signes de déplacement des enrochements pouvant entrainer une déformation de l'ouvrage seront observés dans la mesure où cela traduit une baisse de son efficacité.

3. Ecosystème sous-marin au droit du port de la Galère

1.1. Reconnaissances des biocénoses marines

Le département des Alpes-Maritimes a fait réaliser en 2019 une cartographie des herbiers à Posidonie sur l'emprise du Parc Maritime Départemental de Esterel-Théoule. Le levé a été réalisé en octobre 2019 par la société Semantic TS.

Le jeudi 20 juin 2019 une campagne de reconnaissance plus spécifique des biocénoses marines a été effectuée par le bureau d'études Oteis en plongée sous-marine le long de la digue du port et sur la zone nord du port. Le rapport est fourni en **annexe 9-3**.

1.2. Description des biocénoses et habitats marins

La répartition des biocénoses marines d'après la cartographie de Semantic (octobre 2019) complétée par les observations d'Oteis (juin 2019 et juin 2020) sur la zone d'étude est détaillée sur la carte ci-dessous.

Les habitats marins référencés par le PNUE (PNUE-PAM, 2007) sont les suivants :

- Enrochement et substratum rocheux

Proche de la surface, ce faciès comprend l'habitat fonds durs et roches avec les biocénoses de roche médiolittorale supérieure (CAR/ASP II.4.1., EUR 15 1170, CORINE 24) et inférieure (CAR/ASP : II.4.2.2., EUR 15 : 1170, CORINE : 1124-1125) dont « Association à *Lithophyllum byssoides* » (II.4.2.2.). Plus en profondeur le long des enrochements ou du substratum rocheux se trouvent des biocénoses d'algues infralittorales dont « association à *Cystoseira sp*. ».
L'association à *Lithophyllum byssoides* sur la digue du port de la Galère est observée sur un linéaire d'environ 80 m de manière discontinue. Elle ne forme pas d'encorbellement et se limite à des formes de coussinets en zone médiolittorale à cause du mode battu. Le thalle encroutant de cette algue calcaire épilithe est peu développé.

Figure 22 : Association à L.byssoides sur enrochement médiolittorale supérieure (Otéis 2019)

- Fonds sableux

En pied de digue et dans l'enceinte portuaire on trouve des fonds sableux infralittoraux dont la « biocénose des sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues » et des « biocénoses de sables fins bien calibrés ». Ces biocénoses infralittorales de sables grossiers (CAR/ASP : III.3.1, EUR 15 : 1110, CORINE : 1123) et fins (CAR/ASP III.2.2, EUR15 : 1110-6, CORINE : 11.22) sont caractérisées par de la faune endogée (vers notamment) ou épigée (holothuries, oursins etc.).

Figure 23 : Droite : sable moyen à grossiers / Gauche : sables grossiers limoneux (Otéis 2019)

- Herbier à posidonie

L'association à *Posidonia oceanica* est rencontrée sur le site d'étude (CAR/ASP : III.5.1, EUR 15 : 1120, CORINE 1134).

La Posidonie (*Posidonia oceanica*) est une espèce de phanérogame (plantes à fleurs) marine endémique de la Mer Méditerranée. Ces herbiers constituent l'écosystème majeur de Méditerranée et jouent un rôle important dans la protection des côtes contre l'érosion. C'est dans ces herbiers que beaucoup d'organismes, animaux et végétaux, trouvent protection et alimentation. L'herbier de posidonie joue le rôle de refuge, frayère et source de nourriture pour un grand nombre d'espèces et dont certaines espèces protégées dans le cadre de la législation nationale et internationale, comme notamment la Grande nacre (*Pinna nobilis*) (Sartoretto et al., 2012).

Figure 24 : Herbier de Posidonie dense en pied de digue portuaire (Oteis2019)

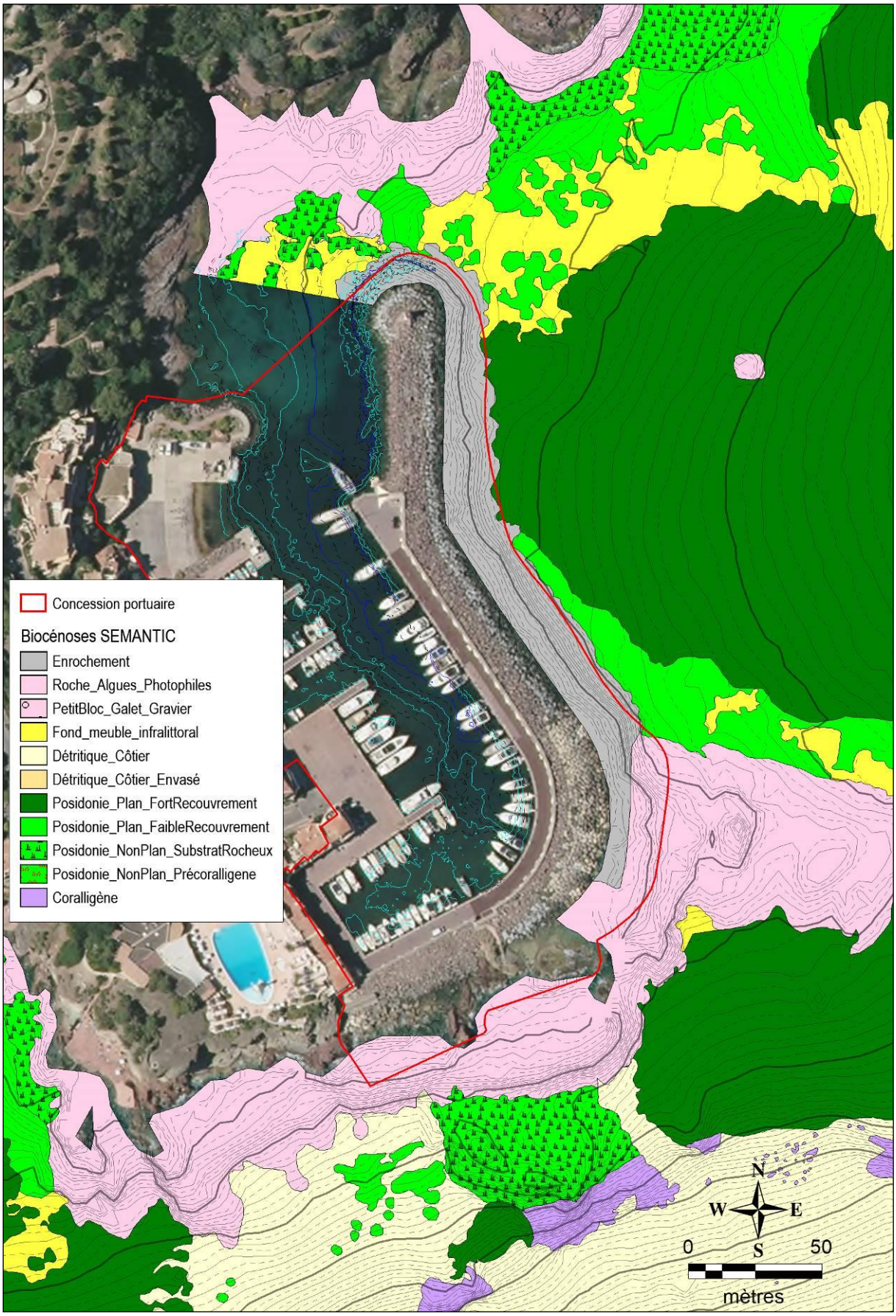


Figure 25 : Cartographie des biocénoses marines autour de port de la Galère (données SEMANTIC TS - Département des Alpes-Maritimes 2019)

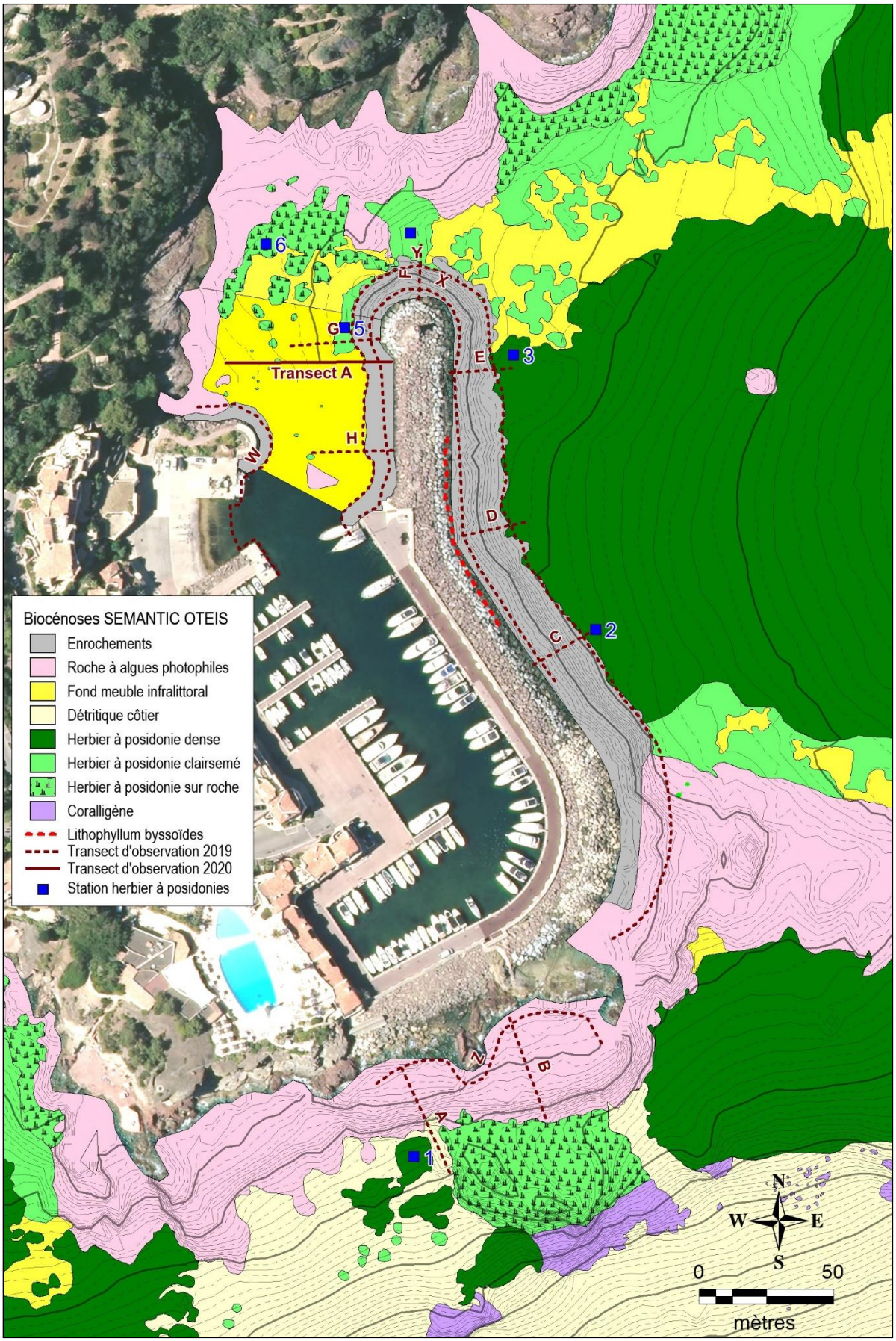


Figure 26 : Cartographie des biocénoses marines sur la zone du projet (Semantic TS et Oteis 2020)

1.3. Espèces protégées potentiellement présentes

Lors des reconnaissances en plongée sous-marine, une attention particulière a été portée aux espèces protégées ou patrimoniales présentes ou potentielles sur le secteur d'étude.

Parmi les espèces marines protégées recherchées car potentiellement présentes sur le secteur ou dans cette partie de la Méditerranée, se trouvent : *Posidonia oceanica* (Posidonie), *Lithophyllum byssoides* (Algues calcaires en trottoir), *Pinna nobilis* (Grande nacre), *Lithophaga* (Datte de mer), *Patella ferruginea* (Patelle géante), *Centrostephanus longispinus* (Oursin diadème) et *Scyllarides latus* (Grande cigale de mer).

Durant les reconnaissances, seuls l'herbier à Posidonies en pied de digue et quelques coussinets de Lithophyllum sur les enrochements artificiels ont été observés vivants. Deux individus morts de Grandes nacres ont également été observés.

Compte tenu de la présence d'herbier de Posidonies en pied de digue et dans la passe d'entrée, des mesures d'évitement ont été prises dès la phase conception du projet en ayant opté pour une solution évitant l'emprise sur l'espèce protégée ; il n'y aura donc pas d'impact direct. De plus le projet a également fait l'objet d'une étude spécifique pour s'assurer de l'absence d'impact indirect.
Enfin, des mesures complémentaires seront également prises en phase travaux pour éviter ou réduire toute perturbation indirecte.

4. Synthèse des enjeux environnementaux

L'analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet permet de mettre en évidence les principales contraintes, sensibilités et enjeux environnementaux affectant la zone d'étude vis-à-vis du projet d'extension du musoir permettant la réduction de l'agitation résiduelle du plan d'eau du port de la Galère.

À partir de cet état initial, les principaux enjeux environnementaux et réglementaires sont identifiés et hiérarchisés, selon l'échelle suivante.

Sensibilité	Signification
Forte	La sensibilité de l'enjeu est forte lorsque le milieu considéré est très sensible aux opérations d'aménagement (travaux et exploitation). Le risque d'altération du milieu est fort et potentiellement permanent.
Modérée	La sensibilité de l'enjeu est modérée lorsque le milieu considéré est sensible aux opérations d'aménagement (travaux et exploitation). Le risque d'altération du milieu est présent.
Faible	La sensibilité de l'enjeu est faible lorsque le milieu considéré est peu sensible aux opérations d'aménagement (travaux et exploitation). Les altérations potentielles sur le milieu sont considérées comme faibles.
Nulle	L'enjeu est inexistant ou n'est pas significatif par rapport aux effets potentiels du projet.

Tableau 1 : Echelle de sensibilité

Thème	Contexte	Paramètre	Enjeux / Etat initial	Sensibilité[1]	Relation au projet
Milieu physique	**Physique terrestre**	Climatologie	Pas d'enjeu	Nulle	Le projet ne va pas entrainer de changement sur le climat communal ni sur l'écoulement des cours d'eau.
		Hydrologie / Hydrographie			
	Physique maritime	Agitation et courantologie	L'agitation liée à la houle résiduelle et de la submersion de la digue Sud par les vagues de tempête.	Modérée	Le projet vise à réduire l'agitation résiduelle du plan d'eau portuaire sans pour autant perturber la circulation des eaux dans le port et aux alentours. Les aménagements projetés ne modifient pas significativement la courantologie aux abords de la digue et dans le port.
		Bathymétrie et géomorphologie	Le littoral de Théoule sur Mer est principalement sableux avec des zones rocheuses et une bathymétrie à l'image de ces caractéristiques	Faible	La solution d'aménagement proposée ne va pas aller au-delà du pied de la digue actuelle. La bathymétrie et la géomorphologie de la zone seront donc conservées, hormis une légère modification dans le port dûe aux travaux sur la cale de mise à l'eau De même les mouvements sédimentaires autour de la digue ne seront pas perturbés ; le risque d'érosion des plages non impacté.
		Sédimentologie et érosion			
	Qualité du milieu	Eaux de baignade (bactériologie)	Les eaux des plages les plus proches bénéficient d'une excellente qualité d'eau au regard des exigences réglementaires. L'enjeu économique des plages est majeur.	Modérée	Le projet est conçu et sera mis en œuvre (travaux) pour éviter toute dégradation de la qualité des eaux du port et de baignade, et d'une manière générale de la qualité de la masse d'eau concernée.
		Qualité des sédiments	Les sédiments du bassin du bassin du port la Galère sont de bonne qualité (campagne de prélèvement en 2019 (Annexe n° 9-4)	Modérée	Les travaux seront réalisés de manière à maintenir la bonne qualité des sédiments localisés dans la passe d'entrée portuaire. Mais également à éviter toute dispersion vers l'herbier de Posidonie.
Milieu biologique et biodiversité	**Zone réglementées et protégées**	Site NATURA 2000	Le site Natura 2000 marin le plus proche est le n°FR9301573, éloigné de plus de 3 km du port de la Galère	Faible	Compte tenu du projet et de l'éloignement du site Natura 2000, les travaux et l'exploitation des aménagements ne sont pas de nature à perturber cette zone protégée.
		ZNIEFF	Le projet se situe dans la ZNIEFF 93M000002	Modérée	Le projet ne va pas entrainer de perturbations indirectes temporairement pendant les travaux ou pendant l'exploitation.

[1] La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet.

Thème	Contexte	Paramètre	Enjeux / Etat initial	Sensibilité[2]	Relation au projet
Milieu biologique et biodiversité	**Bio. terrestre**	Faune/flore terrestres	Pas d'espèces remarquables	Nulle	Les aménagements et travaux projetés ne sont pas de nature à perturber ou détruire une espèce terrestre.
	Bio. marine	Habitat marin	L'habitat le plus représenté le long du littoral de Théoule sur Mer est le banc de sable à faible couverture permanente d'eau marine. Il n'est pas considéré comme un habitat prioritaire mais il abrite des herbiers à zostères et à Cymodocée et des espèces animales communes.	Faible	Cet habitat est faiblement représenté au niveau de la digue de protection du port de la Galère. Les travaux seront réalisés de manière à éviter toute perturbation de cet habitat.
		Flore marine	L'herbier de Posidonie est présent en pied de la digue de protection du port de la Galère et dans sa passe d'entrée. L'herbier de posidonie est un habitat prioritaire et la posidonie est elle-même une espèce protégée. Leur maintien dans un état de conservation satisfaisant est un enjeu majeur pour assurer ses fonctionnalités d'habitat, de nourricerie, de production d'oxygène et de protection des fonds contre l'érosion.	Moyenne	Les méthodes de réalisation (mesures d'évitement et de réduction) ont été pensées de manière à ne pas avoir d'effet négatif direct ou indirect sur une surface d'Herbier de Posidonie. Des mesures d'accompagnement et de suivi seront également mises en place pour compenser cette perte et s'assurer du bon maintien de cette espèce.
		Faune marine	A l'exception de l'herbier de posidonies aucune autre espèce protégée n'a été recensé ni même aucune espèce exotique ou envahissante.	Faible	Les mesures permettant de préserver le milieu vont permettre de protéger toutes les espèces présentes.
Milieu humain et cadre de vie	**Patrimoine**	Paysager / Monuments historiques	La commune de Théoule-sur-Mer n'a pas de monument classé, mais se localise dans le périmètre du site inscrit : Le littoral Ouest de Nice à Théoule sur Mer	Faible	L'intégration paysagère du projet, conçue en concertation avec l'Architecte des Bâtiments de France, vise à valoriser les infrastructures portuaires, préserver le caractère architectural de la cité Marine de Port de la Galère, conserver l'aspect naturel de l'environnement littoral et limiter l'impact visuel des nouveaux aménagements.
		Archéologie sous-marine	Le littoral de Théoule sur Mer ne présente pas de potentialité archéologique connue.	Nulle	Lors des travaux, des précautions seront prises en cas de doute sur la présence de vestiges archéologiques.

[2] La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet.

Tableau 2 : Synthèse des enjeux

Thème	Contexte	Paramètre	Enjeux / Etat initial	Sensibilité[3]	Relation au projet
Milieu humain et cadre de vie	**Risques naturels**	Risque de submersion marine	Les niveaux marins attendus dans la zone du port de la Galère à horizon 2100 sont compris entre 1,29 et 1,69 m NGF	Nulle	Les aménagements projetés ne sont pas de nature à augmenter ce risque de submersion marine.
	Cadre de vie	Ambiance sonore	Les ambiances sonores du port de la Galère et aux alentours évoluent avec les fréquentations et les activités qui s'y déroulent selon la période de l'année.	Faible	Le projet n'est pas de nature à développer les activités sur le port de manière qu'elles engendreraient des désagréments sonores supplémentaires. En phase travaux les réglementations spécifiques seront mises en place pour limiter les nuisances sonores associées au chantier.
		Qualité de l'air	La qualité de l'air est satisfaisante le long du littoral de la commune de Théoule sur Mer	Faible	Le projet n'est pas de nature à dégrader la qualité de l'air. En phase travaux des réglementations et mesures spécifiques seront mises en place pour veiller à la non-dégradation de la qualité de l'air.
		Mobilité et trafic terrestre	L'accès terrestre au port se fait uniquement à partir du boulevard de la corniche d'or, par la résidence port de la Galère. L'accès du port aux véhicules est limité, uniquement aux usagers.	Modérée	Le projet ne va en rien modifier la circulation autour du port de la Galère ainsi que son accès. L'enjeu porte alors essentiellement sur la période de chantier pendant laquelle un trafic supplémentaire sera apporté (transport des matériaux et enrochements). Des mesures spécifiques seront prises.
		Navigation	Les manœuvres d'entrée et de sortie du port peuvent être rendues difficiles voir dangereuses par le phénomène d'agitation résiduelle.	Modérée	La réalisation du projet permettra de réduire l'agitation dans la passe d'entrée et le bassin portuaire, et ainsi de faciliter et sécuriser les manœuvres. La configuration des ouvrages portuaires a été élaborée pour permettre une navigation sécurisée dans le chenal d'accès et dans la zone nord du port. La largeur du chenal et les cercles de manœuvre des navires ont été adaptés à la taille des bateaux accueillis.
	Socio-économie	Economie touristique, plaisance et autres activités liées à la mer	Le port et les activités associées représentent une filière économique importante pour la région, le département et Théoule sur Mer en particulier.	Faible	En facilitant et sécurisant la navigation dans et à l'entrée du plan d'eau portuaire, le projet va permettre d'améliorer les conditions de déroulement de l'activité de plaisance et également des activités pratiquées sur le port. Les travaux se dérouleront de manière à impacter au minimum les activités sur le port et aux alentours.

[3] La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet.

5. Scénarios d'aménagement

5.1. Scénarios et solutions alternatives

A la suite du Diagnostic de la sécurisation du plan d'eau du port de la Galère, 4 familles de scénarios ont été examinés

- Scénario A : Absence de travaux

Accélération de la détérioration des infrastructures et risque de ne plus pouvoir exploiter le port.

➔ **Proposition de scénarios d'aménagement pour réduire l'agitation du plan d'eau et réduire les franchissements pour assurer l'exploitation du port sans risque**

- Scénario B : Création d'une digue sous-marine (cf. plan **Annexe n°9-5**)

Implantation de la digue sur des herbiers de posidonie → impact direct sur une espère protégée.

➔ **Abandon du scénario B et étude d'un scénario C**

- Scénario C : (cf. plan **Annexe n°9-6**)
    - Réhabilitation des digues en enrochements
    - Elévation du mur anti-franchissement
    - Mise en place d'un mur de protection dans la passe d'entrée du port et création d'un bassin pour grandes unités. Ce mur se situe sur les herbiers de Posidonies.
    - Retrait de la cale de mise à l'eau
    - Réhabilitation des quais pour mettre en place des quais amortisseurs
    - Création d'un quai d'accueil

Implantation du mur sur une tâche de posidonie → impact direct sur une espère protégée.

➔ **Abandon du scénario C et étude d'un scénario D**

- Scénario D : (cf. plan **Annexe n°9-7**)
    - Réhabilitation des digues en enrochements
    - Elévation du mur anti-franchissement
    - Mise en place d'un mur de protection dans la passe d'entrée du port et création d'un bassin pour grandes unités à distance des Herbiers de Posidonies.
    - Retrait de la cale de mise à l'eau
    - Réhabilitation des quais pour mettre en place des quais amortisseurs
    - Création d'un quai d'accueil

Projet déposé par OTEIS en 2020 et faisant l'objet d'un refus par arrêté préfectoral en date du 17 aout 2021.

➔ **Abandon du scénario D et étude d'un scénario E**

- Scénario E : Solution choisie (**Dossier de plan**)

Cette solution adapte les travaux proposés dans le scénario D de manière à éviter tout impact direct ou indirect sur les herbiers de Posidonie.
Le mur de protection Nord, proposé dans le scénario D, est abandonné pour éviter tout effet sur les tâches de Posidonie observées dans la passe d'entrée.
Cette évolution technique ne permet plus de protéger suffisamment l'entrée du port pour qu'un avant-port puisse être créé et exploité. Cela réduit également la protection du bassin portuaire.
Cependant c'est ce scénario qui a été choisi par le concessionnaire souhaitant éviter toute perturbation d'une espèce protégée.

Les conclusions de ces cinq scénarios sont les suivantes :

- Le scénario A, ne propose pas de solution aux problèmes de sécurité des usagers du port.
- Le scénario B entrainerait la destruction de plusieurs mètres carré d'herbiers de Posidonies, de plus le projet se trouverait en dehors de la concession portuaire.
- Le scénario C permet de réduire de manière optimal l'agitation dans le bassin portuaire et dans la passe d'entrée du port. De plus ce scénario permet de créer un bassin pour les grandes unités ainsi qu'un quai d'accueil. Néanmoins les herbiers de Posidonies seront impactés de manière direct et indirect. En effet, le mur de protection entraine la destruction de plusieurs mètres carrés d'herbiers de Posidonies. De plus, des travaux de déroctage seraient nécessaires pour la réalisation du projet.
- Le scénario D permet de réduire de manière optimal l'agitation dans le bassin portuaire et dans la passe d'entrée du port. Pour réduire les impacts sur les herbiers de Posidonies, le mur de protection dans la passe d'entré est décalé plus au sud de cette espèce. Néanmoins, les herbiers (restant à moins de 10 m de l'ouvrage) seront impactés de manière indirecte dû à la modification du courant et des mouvements sédimentaires à la suite de la création du mur de protection.
- La solution E, n'est pas la plus efficace concernant l'agitation dans la passe d'entrée mais est un compromis car elle permet tout de même de réduire l'agitation dans le bassin portuaire. En revanche, il n'y a pas d'impact direct ou indirect sur les herbiers de Posidonies. En effet, il n'y a plus de création de bassin pour les grandes unités dans la passe d'entré avec son mur de protection.

5.2. Analyse multicritère

L'analyse multicritère, à la page suivante, présente les avantages et inconvénients des 5 scénarios dont 4 de sécurisation portuaire.

Catégorie	Critères	Sous-critères	**Scénario A : Absence de travaux**	**Scénario B : Création d'une digue sous-marine**	**Scénario C : réaménagement des ouvrages de protection + mis en place de quais amortisseurs+ création d'un bassin de grandes unités + création d'un quai d'accueil**	**Scénario D : réaménagement des ouvrages de protection + mis en place de quais amortisseurs+ création d'un bassin de grandes unités**	**Scénario E : réaménagement des ouvrages de protection + mis en place de quais amortisseurs**
Environnement	Qualité du milieu	Qualité des eaux	Inchangé	Inchangé	Inchangé	Inchangé	Inchangé
		Qualités des sédiments	Inchangé	Inchangé	Inchangé	Inchangé	Inchangé
	Milieu physique	Protection aux houles/tempêtes	Absence de protection	Réalisation d'une digue de protection contre tempête cinquantennale	Réaménagement des digues de protections + mise en place de quais amortisseurs + création d'un mur de protection dans la passe d'entrée du port + réhausse mur anti-franchissement + création d'un quai d'accueil	Réaménagement des digues de protections + mise en place de quais amortisseurs + création d'un mur de protection dans la passe d'entrée du port + réhausse mur anti-franchissement	Réaménagement des digues de protections + mise en place de quais amortisseurs+ réhausse mur anti-franchissement
		Agitation du plan d'eau	Inchangé	Non étudié	Non étudié	Amélioration importante de l'agitation du plan d'eau + création d'un bassin pour grande unité à l'entrée du port	Amélioration de l'agitation du plan d'eau
		Courantologie de la zone	Inchangé	Non étudié	Non étudié	Impact moyen sur la zone d'étude	Impact faible sur la zone d'étude
	Milieu naturel	Biodiversité marine (faune)	Inchangé (présence de vides entre enrochements pour la flore)	Inchangé (présence de vides entre enrochements pour la flore)	Inchangé (présence de vides entre enrochements pour la flore)	Inchangé (présence de vides entre enrochements pour la flore)	Inchangé (présence de vides entre enrochements pour la flore)
		Biodiversité marine (flore)	Risque de destruction des espèces présentes en pied de digue en cas de chute de bloc d'enrochements.	Fort impact sur les herbiers de posidonies destruction directe de l'espèce	Fort impact sur les herbiers de posidonies destruction directe de l'espèce	Impact indirect sur les herbiers de Posidonie dût à la modification de la circulation des eaux.	Inchangé : absence d'impact direct ou indirect sur les herbiers de Posidonie. La réduction de l'agitation dans la passe d'entrée est également favorable aux herbiers, sachant que les aménagements ne remettent pas en cause la circulation des eaux et donc le renouvellement des eaux.
Architecture	Urbanisme	Impact paysager	Inchangé	Inchangé	La modification du plan d'eau (reprise des quais, retrait de la cale de mise à l'eau etc.., n'engendrera pas de modifications visuelles dommageables pour le site. Le projet n'est pas de nature à engendrer une perturbation visuelle du site et de ses alentours.	La modification du plan d'eau (reprise des quais, retrait de la cale de mise à l'eau etc.., n'engendrera pas de modifications visuelles dommageables pour le site. Le projet n'est pas de nature à engendrer une perturbation visuelle du site et de ses alentours.	La modification du plan d'eau (reprise des quais, retrait de la cale de mise à l'eau etc.., n'engendrera pas de modifications visuelles dommageables pour le site. Le projet n'est pas de nature à engendrer une perturbation visuelle du site et de ses alentours.
Technique	Sécurité	Sécurité usagers terrestres	Inchangé	Inchangé	Inchangé	Inchangé	Inchangé
		Sécurité usagers maritimes	Inchangé	Mise en place d'un ouvrage sous-marin pouvant gêner à la navigation	Adaptation de la navigation dans le port, mais amélioration de la sécurité des usagers à la suite de la réduction de l'agitation.	Adaptation de la navigation dans le port, mais amélioration de la sécurité des usagers à la suite de la réduction de l'agitation.	Adaptation de la navigation dans le port, mais amélioration de la sécurité des usagers à la suite de la réduction de l'agitation.
	Catégorie ouvrage	Digues, quais amortisseurs…	Inchangé	Création d'une digue sous-marine	Réhabilitation des protections en enrochement+ quais amortisseurs+ réhausse du mur anti-franchissement+ mur de protection dans la passe d'entrée+ création d'un quai d'acceuil	Réhabilitation des protections en enrochement+ quais amortisseurs+ réhausse du mur anti-franchissement+ mur de protection dans la passe d'entrée	Réhabilitation des protections en enrochement+ quais amortisseurs+ réhausse du mur anti-franchissement

Catégorie	Critères	Sous-critères	**Scénario A : Absence de travaux**	**Scénario B : Création d'une digue sous-marine**	**Scénario C : réaménagement des ouvrages de protection + mis en place de quais amortisseurs+ création d'un bassin de grandes unités + création d'un quai d'accueil**	**Scénario D : réaménagement des ouvrages de protection + mis en place de quais amortisseurs+ création d'un bassin de grandes unités**	**Scénario E : réaménagement des ouvrages de protection + mis en place de quais amortisseurs**
Economique	Dépenses	Coût des aménagements	Nul	Moyen	Elevé	Important	Important
		Coûts d'entretien	Important dut aux dégradations causées par les houles et tempêtes sur les aménagements portuaires	Faible	Faible : Les quais et digues seront inspectés tous les 5 ans ou après une forte tempête (occurrence 10 ans minimum).	Faible : Les quais et digues seront inspectés tous les 5 ans ou après une forte tempête (occurrence 10 ans minimum).	Faible : Les quais et digues seront inspectés tous les 5 ans ou après une forte tempête (occurrence 10 ans minimum).
	Recettes	Grille de mouillage	Inchangé, dont une partie n'est pas utilisable en hiver	Inchangé mais pas optimisé	Optimisé pour la sécurisation du plan d'eau et par apport à la demande actuelle + création d'un bassin pour les grande unité	Optimisé pour la sécurisation du plan d'eau et par apport à la demande actuelle + création d'un bassin pour les grande unité	Pas de modification du linéaire d'exploitation, mais optimisation du mouillage à la demande actuelle en réduisant la nombre de place mais en augmentant la taille de bateaux.
Travaux		Impact lors des travaux sur exploitation	Pas d'impact	Impact sur l'exploitation faible car emprise moyenne	Impact sur l'exploitation moyenne car emprise importante	Impact sur l'exploitation moyenne car emprise importante	Impact sur l'exploitation moyenne car emprise importante
		Durée des travaux	Nul	Travaux envisageables sur 3 à 4 mois par voie maritime soumis aux aléas météorologiques	Travaux envisageables sur 15 mois par voie maritimes et terrestres, soumis aux aléas météorologiques	Travaux envisageables sur 15 mois par voie maritimes et terrestres, soumis aux aléas météorologiques	Travaux envisageables sur 15 mois par voie terrestres, non soumis aux aléas météorologiques
Règlementaire	Administration	Parties Maritime et Terrestre	Absence de dossiers règlementaires	Réalisation d'un cas par cas, d'une Autorisation Environnementale avec potentielle Etude d'Impacts Dossier de demande de dérogation de destruction d'espèces protégées Avis des ABF éventuel Dossier de transfert de gestion	Réalisation d'un cas par cas, d'une Autorisation Environnementale avec potentielle Etude d'Impacts Dossier de demande de dérogation de destruction d'espèces protégées Avis des ABF éventuel	Réalisation d'un cas par cas, d'une Autorisation Environnementale avec potentielle Etude d'Impacts Dossier de demande de dérogation de destruction d'espèces protégées Avis des ABF éventuel	Réalisation d'un cas par cas, et dossier au titre de la Lois sur l'eau avec possible étude d'impact. Avis des ABF éventuel

Tableau 3 : Analyse multicritères des quatre solutions de sécurisation du port de la Galère (ICTP / 2021)
Echelle de notation des effets du projet sur les critères énoncés : Rouge = Fort / Orange = Modéré / Jaune = Faible / Vert = Nul / Bleu = Positif

Le scénario E pressentie permettrait, de sécuriser le port de la Galère, tout en préservant les écosystèmes présents en pied de digue et dans la passe d'entrée du port.

C'est cette solution qui fait l'objet de la présente demande d'examen au cas par cas.

6. Effets liés aux travaux et mesures associés

Afin de réduire les effets des travaux projetés sur l'environnement naturel, économique et social, et à partir des spécificités de la zone d'intervention, les mesures d'évitement et de réduction, présentées aux paragraphes suivants, seront adoptées.
En réduisant les effets négatifs du projet sur le milieu naturel présent à proximité des zones d'intervention, ces mesures assureront la protection des sites sensibles présents aux alentours.

Les effets décrits aux paragraphes suivants concernent le projet de réduction de l'agitation résiduelle du plan d'eau du port de la Galère et les travaux associés sur le musoir de la digue de protection principale.
Les mesures présentées sont des réponses à ces différents effets, qui ont été intégrées dans la détermination de la méthodologie de réalisation des travaux (mesures d'évitement) ou qui seront à prendre lors des travaux (mesures de réduction).

Les entreprises de travaux seront soumises au respect de contraintes relatives à l'environnement indiquées dans leur Cahier des Charges pour mener « un chantier respectueux de l'environnement ».

6.1. Pour limiter les effets sur l'environnement économique

6.1.1. Assurer le maintien des activités portuaires

Il sera spécifié à l'Entreprise que le Port de la Galère restera en activité pendant la réalisation des travaux. Ces travaux devront être exécutés de façon à perturber le moins possible la circulation et la navigation des usagers aux alentours du chantier.

Les accès des piétons et des véhicules seront maintenus pendant toute la durée du chantier.

Pour faciliter les travaux et réduire les délais de réalisation, et ainsi limiter les gênes des usagers du port, le planning prévisionnel prévoit une réalisation sur 15 mois répartie sur 2 ans, entre octobre et mai.

Une organisation spécifique des bateaux sera mise en place par le bureau du port afin de libérer de toute activité un espace suffisant à la réalisation des travaux.

Ainsi, les plaisanciers dont les mouvements se font préférentiellement en été (juillet et août), ne seront pas fortement touchés.

En parallèle, des mesures seront prises afin de limiter les nuisances, sonores, atmosphériques, des plaisanciers et des riverains.
Des campagnes d'information seront menées, par le gestionnaire du port, afin de prévenir les usagers, environ 1 mois avant, du démarrage des travaux.

Des AVINAV (avis aux navigateurs émis par la Préfecture Maritime) seront établis pour informer les plaisanciers de la présence d'une zone de travaux.

6.1.2. Limiter la gêne à la circulation et aux accès des usagers et riverains

Autour et dans l'enceinte portuaire, la circulation routière/piétonne sera maintenue. Des éventuelles déviations provisoires pourront être mises en place pendant des phases de manutention ou de pose.
Le transport, des matériaux se fera soit à l'aide de camions jusqu'à la zone de stockage et/ou la zone de travaux, soit par camions et par une embarcation depuis le parking de la plage jusqu'à la zone de travaux ou à partir d'un autre site portuaire éloigné de la zone.
Compte tenu du nombre d'éléments à transporter, cette gêne sera limitée, temporaire et de plus aura lieu en dehors de la période de forte fréquentation.

6.2. Pour limiter les effets sur l'environnement naturel

6.2.1. Garantir une bonne qualité de l'air

Emission de poussières
Les transports notamment de fournitures (hormis les enrochements) vont se faire par voies routières.
Les passages sur le revêtement routier n'entraînent pas de mise en suspension de poussières ou de sable, dans l'atmosphère, lors du transfert de matériaux eux-mêmes non productifs de poussières (ces derniers devront être dépourvus de toute inclusion résiduelle).

Il n'est donc pas nécessaire de prévoir un système pour traiter ces très faibles émissions atmosphériques.

Gaz d'échappement
La circulation et l'utilisation des engins de transport se traduisent par une émission de monoxyde de carbone, dioxyde de carbone et oxydes d'azote, composés organiques volatils, métaux lourds et autres polluants contenus dans les gaz d'échappement.

Or, quelle que soit la quantité de véhicules susceptibles de traverser les communes et les ports, en ce qui concerne l'oxyde d'azote, les taux devront être compatibles avec les normes d'émissions actuelles des engins de chantier.

En ce qui concerne l'émission des polluants dans l'air, la motorisation la plus utilisée et la mieux adaptée pour les engins de chantier reste le moteur Diesel. Un de ses points faibles provient des importantes émissions de polluants et évidemment des particules qu'il dégage.

La circulation et l'utilisation se traduisent par une émission :

- d'oxyde d'azote (NOx) et de dioxyde d'azote (NO_2) émis à 50% par les engins à moteur thermique, le seul réglementé,
- de monoxyde de carbone (CO) : il provient de la combustion incomplète des produits carbonés dans les moteurs des véhicules thermiques. Dès que l'on s'éloigne de la source, il se dilue et se transforme en dioxyde de carbone. La pollution par monoxyde de carbone est donc un phénomène très localisé autour de la source émettrice,
- d'hydrocarbures totaux non méthaniques (HCNM et COVNM) : en milieu urbain, l'automobile est la principale source de ces substances. Dans l'air, l'essentiel se trouve absorbé sur des particules en suspension de toutes tailles (notamment celles issues des moteurs diesel). Ces substances ne sont pas réglementées actuellement.

Les valeurs limites d'émission des moteurs Diesel ont été progressivement abaissées depuis le début des années 90 pour réduire la pollution atmosphérique et en particulier celle aux oxydes d'azote. Après la norme Euro 1 en 1993, c'est aujourd'hui la norme Euro 4 qui est en vigueur.

En conclusion, en ce qui concerne l'oxyde d'azote, les émissions devront être compatibles avec les normes actuelles des engins de chantier.

6.2.2. Garantir la bonne qualité des eaux

S'assurer de l'absence de nuage turbide ou limiter sa dispersion

La turbidité de l'eau vient de la présence de diverses matières en suspension telles que les argiles, les limons, la division de la matière organique et minérale en fines particules.
Le plus important n'est pas la valeur de la turbidité mais son évolution. En effet, c'est une forte différence de turbidité qui engendrera des problèmes au sein d'un milieu biologique.
L'augmentation de la turbidité peut, par exemple, provoquer soit l'érosion des herbiers de Posidonies soit leur étouffement parce qu'ils sont recouverts par ces particules en suspension.
A cause de la turbidité la quantité de lumière qui traverse la couche d'eau est plus réduite.
Il en résulte une perturbation de la photosynthèse. Ce qui entraîne une régression des herbiers qui sont étouffés, et donc une moins bonne oxygénation du milieu.
Il faudra, ainsi, prendre en compte l'éventuelle production de poussières émanant des matériaux. Mais également le risque de perte de laitance de béton. En effet, ces laitances comportent des éléments nuisibles à l'environnement marin (chaux, métaux lourds…).

Afin de réduire l'impact de la turbidité sur les plans d'eau, des mesures d'évitement et de réduction seront prises lors du chantier.

Différentes étapes des travaux seront plus ou moins susceptibles d'engendrer une augmentation de la turbidité. Notamment :

- Dépose des enrochements existants → risque de dispersion de fines ;
- Coulage béton → risque de dispersion d'un nuage turbide de laitance béton ;
- Pose des enrochements → risque de dispersion de poussières ;
- Mise à niveau des fonds lors du retrait de la cale de mise à l'eau.

Pour éviter que ces nuages turbides (de fines, de poussières ou de laitance béton) ne se dispersent en dehors de la zone d'intervention, les mesures de réduction, développées ci-après, seront mises en place lors des travaux.

Laver les éléments des éventuelles poussières et fines

Pour limiter les risques de dispersion de fines lors des travaux tous les éléments et les outils de chantier seront lavés.

Travailler « proprement »

Il sera demandé de s'assurer que les macrodéchets soient enlevés régulièrement afin d'éviter qu'ils ne souillent l'entrée du port et le milieu naturel. Leur stockage temporaire se fera dans la zone de chantier sur un sol étanche.

Mettre en place un filet anti-MES

Compte tenu des travaux cités supra qui engendreront des pertes de matériaux dans le milieu, la pose d'un filet anti-MES est prévue.
Cette mesure permettra de travailler en zone confinée et évitera ainsi tout risque de dispersion de substances nuisibles dans le plan d'eau au droit du port de la Galère.

Ce filet anti-MES, posé autour des zones de travaux et dont la longueur sera définie par les entreprises, sera déployé lors des opérations en milieu maritime produisant un panache turbide.
Afin de s'assurer de la conservation du confinement, des systèmes d'ancrage adaptés devront être mis en place.

Concernant l'écran antipollution (cf. schémas et photo ci-après) nous conseillons, en fonction de notre expérience, d'adopter la structure suivante :

- un treillis soudé ancré sur chaîne en pied et tenu en tête par des flotteurs,

- une double membrane en géotextile stoppant la progression des matériaux fins en suspension et fixée sur le treillis,
- une membrane imperméable située en surface recouvrant la nappe de géotextile et permettant ainsi d'éviter la pénétration des macrodéchets et d'éventuelles nappes d'hydrocarbures dans la zone à protéger.

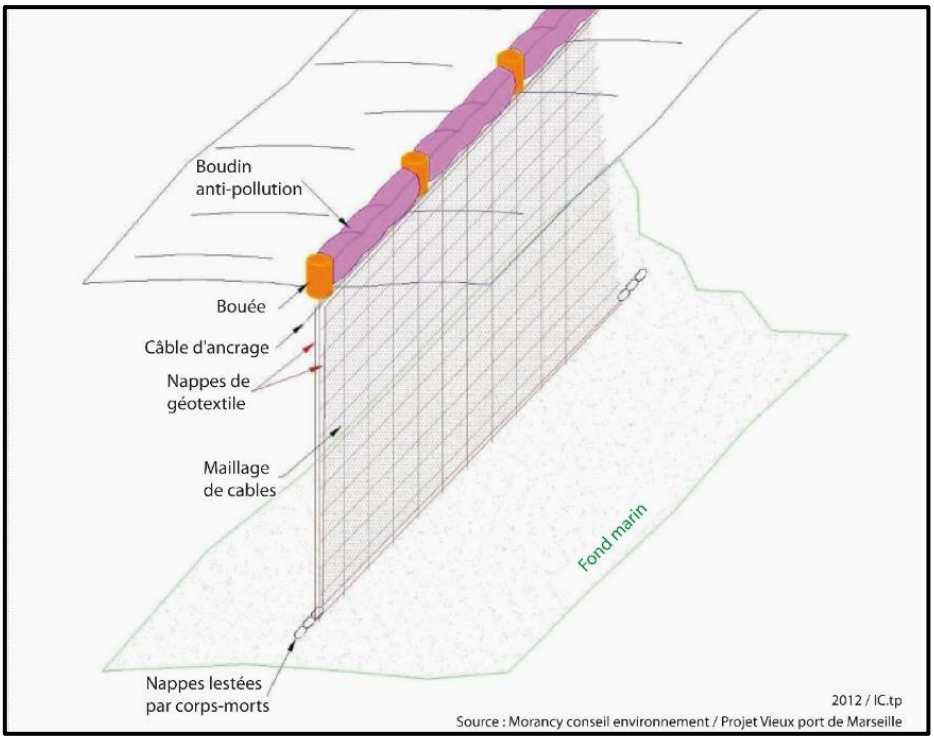


Figure 27 : Schéma de principe d'un écran anti pollution (ICTP / 2012)

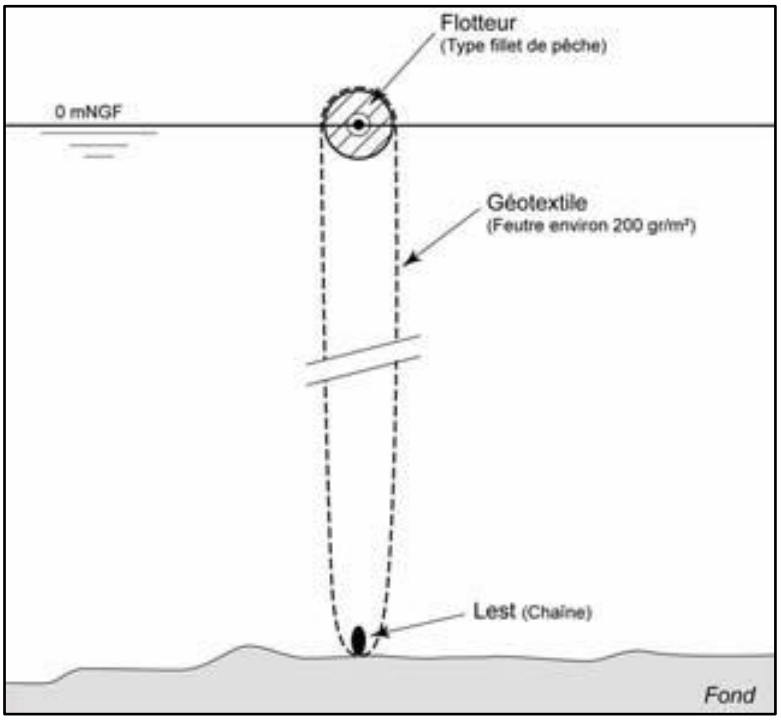


Figure 28 : Schéma de principe d'un barrage anti-MES

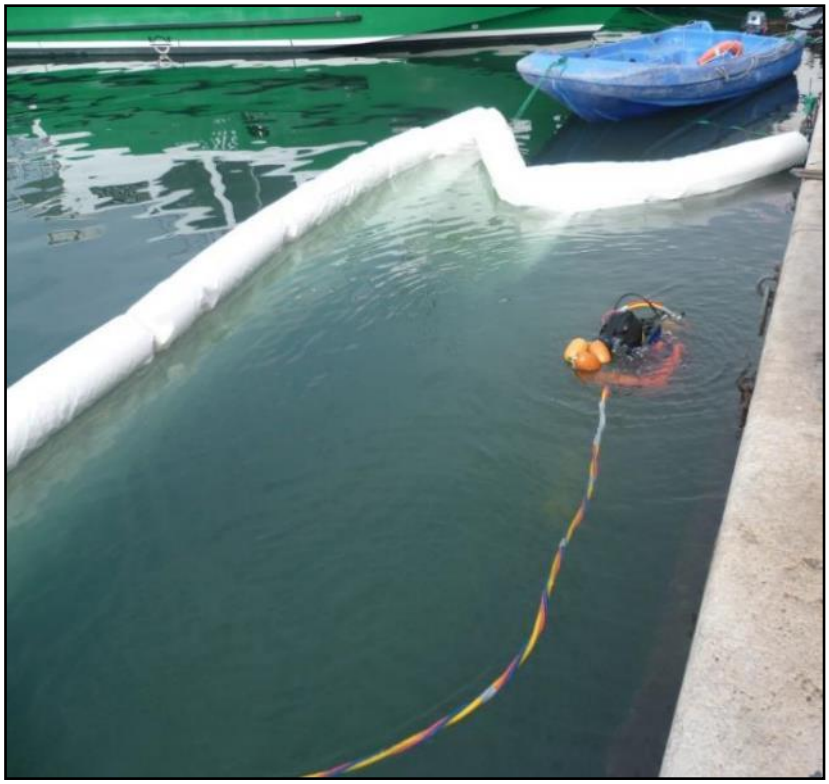


Figure 29 : Utilisation d'un filet anti-MES similaire lors des travaux de réhabilitation des quais du port de Saint-Tropez - (ICTP / 2011)

L'ensemble des mesures citées supra, et notamment la mise en place de filets MES, permettra d'éviter la dispersion d'un éventuel nuage turbide et ainsi la perturbation de la qualité des eaux et des espèces protégées.

Pour s'assurer du confinement des zones de travaux, le positionnement du filet ainsi que ses ancrages seront contrôlés régulièrement.
De plus, avant tout déplacement et ainsi rupture de la zone confinée, le filet sera maintenu en place pour une période suffisante pour permettre la dépose des fines sur le sol (sans activité dans la zone confinée et en période calme).
Compte tenu de ces précautions, il n'y aura pas, *a priori,* de panache turbide à craindre. Ainsi, il n'y a pas de risque de perturbation du milieu marin.

Cependant, en parallèle de la pose de ce filet et pour s'assurer du maintien du confinement, un suivi de la turbidité sera assuré suivant le protocole décrit ci-dessous.

Mise en place d'un suivi de la turbidité

- Avant le démarrage des travaux
  - Il sera effectué un constat visuel du plan d'eau, reporté sur registre avec photographies.
  - A chaque mise en place de l'écran (filet), autour d'une zone de travaux, une valeur témoin devra être prise, dans une zone d'un mètre, au-delà de l'écran. Cette valeur servira de référence au « filet » (RF0).
  - De plus, afin d'être certain qu'une augmentation de la turbidité aux abords de la zone de travaux soit due à un problème d'étanchéité du filet et non à une source extérieure, des mesures de référence au « large » devront être prise à environ 50 mètres de la zone d'intervention, vers la passe d'entrée et vers le centre du bassin portuaire ($RL0_1$ et $RL0_2$).
- Pendant les travaux
  - Tous les jours un contrôle visuel du plan d'eau devant l'ouvrage.

- Tous les jours, au moment de la réalisation des travaux susceptibles d'engendrer une augmentation de la turbidité et à une profondeur similaire, une mesure « filet » devra être prise (RFn, RFn_{+1}, …).
- Toutes les semaines, à la même heure et à la même profondeur, une mesure « large » devra être prise (RLn, RLn_{+7}, …).

➢ Si dépassement des valeurs de référence

En cas de dépassement, de la valeur de référence « filet », de plus de 50% (RFn > RF0 + 0.5*RF0), une mesure « large » devra être réalisée afin de contrôler s'il y a ou non augmentation de la turbidité au large :

- si seule la mesure de turbidité au filet présente une progression, un arrêt provisoire du chantier aura lieu jusqu'au rétablissement des conditions initiales de travail et de la détermination de l'origine du phénomène,
- si les deux mesures, « filet » et « large » augmentent en parallèle, on pourra supposer que l'augmentation de la turbidité au filet est due à un phénomène externe aux travaux, n'obligeant pas l'arrêt du chantier.

Les mesures de la turbidité seront effectuées par néphélométrie à l'aide d'un turbidimètre de laboratoire, exprimée en UTN (Unité de Turbidité Néphélométrique). L'étalonnage se fait à l'aide de témoins solides.
La valeur de référence est a priori comprise entre 5 UTN eau claire à 30 UTN eau légèrement trouble.

6.3. S'assurer de l'absence de dispersion de produits toxiques

6.3.1. Impacts possibles

Le principal risque est la libération accidentelle de produits toxiques (huiles de vidange, gazole, produits d'entretien…). Ces produits peuvent nuire à la vie biologique et sont difficilement biodégradés.
En effet, la perte d'hydrocarbures, susceptibles d'être entrainés par les eaux pluviales ou de ruissèlement, modifie la composition du spectre et l'intensité lumineuse dans la colonne d'eau. Cette modification, due à une plus grande réflexion des rayons lumineux et à des phénomènes de réfraction, peut perturber les organismes photosynthétiques.

Toutefois, il existe un seuil de tolérance à des modifications de l'absorption de la lumière par la colonne d'eau. La persistance de cette modification peut facilement dépasser quelques jours sans induire de mortalité significative.

Des études ont montré que la présence d'un fil d'hydrocarbures d'une épaisseur de 0,1 à 0,7 mm durant quatre à cinq heures n'avait aucun impact sur l'environnement (*Loya Y., Rinkevich B. Abortion Effect in Corals Induced by Oil Pollution, 1979*). Ce film doit donc être continu sur la surface de l'eau, avoir une épaisseur suffisamment importante et subsister suffisamment longtemps pour avoir un réel impact.

Afin d'éviter tout risque de contamination, des mesures de réduction seront prises lors du chantier.

6.3.2. Mesures de réduction

Pour la zone de chantier, afin d'éviter toute contamination du plan d'eau à l'intérieur et à l'extérieur du port par les hydrocarbures ou autres produits d'entretien polluants, il conviendra de prendre plusieurs mesures :

- Maintenir en bon état de fonctionnement et entretenir régulièrement les engins, ils devront concorder avec les normes en vigueur. Les engins de travail seront contrôlés régulièrement pour éviter toute fuite d'huile ou d'hydrocarbure.

- L'entretien des engins et des véhicules sera réalisé en dehors de la zone de travaux dans un garage spécialisé ou sur une zone étanche aménagée à cet effet.

- L'entreprise devra fournir les contrôles effectués par les organismes agréés avant le commencement des travaux du chantier.

- Tout rejet d'hydrocarbure ou de produit synthétique, de matériau ou de liquide dans le milieu est interdit.

- Manipuler les produits polluants sur des bacs de récupération étanches.

- Disposer de produits absorbants terrestres et maritimes sur le chantier afin de pallier une éventuelle fuite de polluants, ainsi que d'un barrage de confinement.

En cas de pollution accidentelle, les produits absorbants et autres matériels de récupération et de traitement des eaux, appartenant à l'entreprise de travaux, devront être tenus à la disposition du personnel. Les eaux de ruissellement recueillies seront récupérées et évacuées du chantier vers un centre de traitement agréé.
Ces mesures devront permettre d'éviter tout impact préjudiciable sur l'environnement par les produits toxiques des engins utilisés sur le chantier.

6.4. Agir rapidement lors d'une pollution accidentelle

En cas de pollution accidentelle par hydrocarbures, gazole et produit toxique, l'intervention comporte plusieurs actions :

1° Prévenir
- Le CROSS-MED (appel d'urgence : 04 94 61 16 16 ou le 196),
- Les pompiers (18 ou le 112).

2° Agir

➔ **Confinement d'un polluant**

Avant d'effectuer la récupération du polluant, il faut le confiner afin d'éviter son étalement et de faciliter la phase d'élimination.
Pour cela, un barrage léger antipollution est utilisé. Il sera couplé à un système d'ancrage, afin d'éviter toutes fuites au niveau de l'espace situé entre l'extrémité du barrage et la zone de fixation.

➔ **Récupération : trace ou faible quantité (moins d'un m^3) d'un polluant fluide à moyennement visqueux**

Utilisation d'absorbants qui sont par la suite collectés puis éliminés par une filière spécialisée.
Les objectifs des produits dits « absorbants » sont de :
- Faciliter et permettre la récupération des hydrocarbures.
- Limiter l'extension, diminuer et enfin supprimer l'impact environnemental sur le milieu.

Il est possible d'utiliser soit des feuilles, soit des barrages absorbants. Il faut compter entre deux à quatre volumes d'absorbants pour un volume estimé d'hydrocarbure, en tenant compte également de sa viscosité.

Figure 30 : Installation d'un barrage flottant / Barrage absorbant (http://www.flexitankchina.fr) / (cedre.fr)

L'ensemble de ces systèmes sera présent sur les zones de travaux pour s'assurer d'une réaction rapide et efficace.

6.5. S'assurer de la gestion des déchets

Ces travaux ne vont pas produire de déchets particuliers autres que ceux inhérents à tout chantier (principalement des déchets d'emballage en carton, bois, plastique).
Le choix du site sera à la charge des entreprises.

6.6. Mesures concernant les biocénoses marines

6.6.1. Mesures d'évitement

La solution d'aménagement arrêtée est la solution qui permet de rester efficace pour réduire l'agitation résiduelle dans le plan d'eau portuaire tout en évitant l'emprise sur les herbiers de Posidonies implantés en pied de digue.

6.6.2. Mesures de réduction

Les mesures de suppression et d'atténuation des incidences sur le milieu naturel marin qui seront mises en œuvre durant chantier visent à :

- Adapter le mouillage des navires de chantier pour éviter les zones d'herbier de posidonies.

- Préserver la qualité du milieu aquatique en évitant la dégradation de la qualité de l'eau et des sédiments (mise en place d'écran anti-MES autour des zones de chantier).

- Eviter la dispersion des ondes pouvant perturber la faune marine, notamment les mammifères marins, par la pose d'un double rideau à bulles, retenant les vibrations notamment lors des travaux de mise à niveau du fond. A noter que ces travaux seront localisés dans l'enceinte portuaire et donc pourront être facilement isolés.

- Surveiller le plan d'eau, environ 30 min avant le démarrage des travaux et en cas de présence de mammifère marin ou de tortue marine à proximité du port, le chantier sera suspendu jusqu'au départ du ou des individus.

- Nettoyer les fonds des éventuels macrodéchets et remettre en état l'emprise du chantier à l'issue des travaux.

6.6.3. Mesures concernant l'avifaune

Les mesures de suppression et d'atténuation des incidences sur l'avifaune mises en œuvre durant le chantier visent à assurer une bonne conduite de chantier pour minimiser les perturbations physiques et sonores liées aux engins de chantier et une bonne gestion des eaux et des déchets pour réduire au maximum les pollutions physiques et chimiques liées aux travaux.

6.7. Pour limiter les effets sur l'environnement social

6.7.1. Assurer la sécurité des riverains et des usagers du port

Sécuriser l'accès au chantier
Les zones de chantier, clairement identifiées (grillage, barrière ou plots), seront closes et interdites au public. Elles seront signalées par des panneaux à proximité des zones d'intervention.
De même ses accès aux piétons ou aux véhicules seront bien définis à l'aide d'une signalétique adaptée.
Pour une meilleure visibilité les engins de chantier circuleront en feu de croisement et les voitures de chantier seront équipées de gyrophares.

Assurer une bonne gestion du trafic routier
Afin de limiter la gêne des riverains et des plaisanciers mais aussi de s'assurer de leur sécurité le trafic routier devra être limité, notamment en organisant le chantier pour :

- limiter le nombre d'allers-retours des camions,
- réaliser les travaux les plus demandeurs de transports hors période de forte fréquentation.

6.7.2. Assurer la sécurité du chantier

Un chantier, toujours synonyme de danger, l'est d'autant plus lorsqu'il est présent en zone fréquentée telle qu'un port. En effet, en période de travaux ce dernier ne sera pas fermé, des plaisanciers et des riverains pourraient donc être présents aux alentours de la zone de travaux et des zones de chantier.
De même que pour les travaux en milieu terrestre, des mesures seront prises afin de sécuriser au maximum les zones de travaux maritimes.
Ainsi, afin de sécuriser les zones de chantiers, des mesures de réduction relatives à la sécurité des personnes seront prises en concertation entre le Maître d'Ouvrage, le Maître d'œuvre, les entreprises et le coordinateur de sécurité.
Ces mesures sont décrites ci-après.

Mesures d'ordre général
Lors de la phase de préparation et d'exécution des travaux, la Compagnie Concessionnaires Port la Galère, sera entourée :

- d'un Maitre d'œuvre jusqu'à la réception des travaux ;
- d'un coordinateur SPS désigné par elle-même ;
- d'un contrôleur technique qui vérifiera l'évolution en cours et après les travaux.

Les travaux seront réalisés également en concertation avec la Capitainerie, les entreprises, ainsi qu'avec les plaisanciers en vue d'apporter le minimum de gêne et de réduire ainsi les risques d'accident.

Période de préparation des travaux
La rédaction des pièces écrites du D.C.E. devra prendre en compte l'existence d'une période de préparation de travaux, d'une durée d'un mois, au cours de laquelle les entreprises devront présenter les documents suivants :

- Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (P.P.S.P.S.) ;
- Plan Assurance Environnement (P.A.E.)
- Itinéraires et horaires de transport ;
- Phasage des travaux, …

qui devront prendre en compte les prescriptions du présent dossier.

Emplacements pour installations de chantier
Les installations de chantier seront soumises à l'agrément du Maître d'œuvre.
L'entrepreneur devra déterminer les surfaces nécessaires dont il aura besoin pour ses installations de chantier et faire son affaire de la maîtrise de toutes les emprises nécessaires. Il en négociera la mise à disposition directement avec les propriétaires ou organismes gestionnaires.
Les surfaces mises à la disposition de l'entrepreneur, ainsi que toute surface utilisée pour les installations de chantier dont l'entrepreneur aura fait l'acquisition, devront être maintenues fermées par une clôture de type "Vite-Clos®" ou similaire, dont les caractéristiques sont précisées ci-après :

- hauteur totale grillagée de 2,00 mètres,
- grillage en acier galvanisé,
- potelets en tube rond d'acier galvanisé ou similaire, espacés tous les 2,00 mètres environ,
- plots de pose des grillages en béton lesté ou système similaire,
- système de verrouillage anti-intrusion.

Le plan détaillé de la clôture sera soumis à l'agrément du Maître d'œuvre avant mise en place sur le terrain.

Sécurité du chantier sur le plan nautique
Le bénéficiaire établira un plan de chantier visant le cas échéant à moduler dans le temps et dans l'espace l'activité en fonction :

- des conditions hydrodynamiques, hydrauliques et/ou météorologiques,
- de la nature et de l'ampleur des activités de navigation ; le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer ou le Maire pourra, en cas de nécessité, fixer des périodes pendant lesquelles les travaux ne devront pas avoir lieu ou devront être restreints (périodes de loisirs nautiques...).

Lors de travaux réalisés par plongeurs scaphandriers
Pendant la durée des interventions, l'entreprise devra s'assurer que :

- aucun navire ne circule ou ne brasse de l'eau dans la zone du chantier,
- l'agitation ne soit pas excessive,
- aucun rejet dangereux ne soit effectué dans les environs,
- le balisage réglementaire soit mis en place.

Mesures à prendre en cas d'avis de tempête
L'entrepreneur devra prendre ses dispositions pour connaître à chaque instant les prévisions météorologiques et en particulier les avis de coups de vent et de mer.
Il passera avec Météo France ou un opérateur privé (Météo-Consult, Météo-Mer…) un contrat qui devra permettre au chef de chantier de l'entreprise d'avoir quotidiennement les informations sur les éventuels coups de vent, coups de mer et les surcotes. Une copie de l'annonce devra être transmise simultanément au Maître d'œuvre. Les indications données par le service météorologique seront consignées dans la feuille de chantier journalière.

L'entrepreneur assurera sous sa responsabilité et aura à sa charge les protections auxquelles il devra procéder pour prévenir à l'effet des tempêtes, après avoir soumis à l'approbation du Maître d'œuvre les mesures qu'il envisage de prendre.

Des risques sont inhérents aux transports et aux opérations des engins de chantier qui devront travailler sur la digue de protection du port et sur le plan d'eau.
Des barrières de sécurité devront entourer le chantier afin d'empêcher tout accident.

6.7.3. Assurer l'hygiène, la santé des riverains et des usagers du port

Limiter les risques sur la santé humaine
Dans la mesure où la baignade est interdite dans et à la sortie des ports (réglementation portuaire), il n'y aura pas d'exposition humaine directe aux risques inhérents aux travaux.
Les risques sanitaires liés à la baignade sur les plages à proximité ne seront pas augmentés par les travaux entrepris sur le port de la Galère, pour les raisons suivantes :

- Les travaux seront réalisés dans des conditions météorologiques propices à la non-dispersion de MES.
- Des mesures spécifiques seront mises en place pour garantir la bonne qualité des eaux du Golfe de la Napoule et ainsi les eaux de baignade (notamment le confinement des zones d'intervention).

Limiter les nuisances sonores et les vibrations pour les riverains et les plaisanciers
Le contexte sonore du chantier sera lié en grande partie au travail des engins (circulation des camions, fonctionnement des engins de chantier : grue mobile, pompe à béton, …) et à la manipulation des matériaux.
Il est indéniable que l'ensemble des travaux effectués par les engins habituels utilisés dans ce type de travaux portuaires créera des nuisances sonores qui seront perceptibles sur un rayon d'environ 200 mètres, où sont localisées des habitations.
Aucun des engins prévus n'est susceptible d'induire des bruits importants et non habituels pour un chantier en milieu urbain.
A noter que la période de chantier est temporaire, maximum sept mois sur site, en dehors de la saison estivale. Pour éviter que cette gêne ne soit trop importante, les mesures réductrices suivantes seront mises en place.

L'entreprise devra adopter des horaires de chantier compatibles avec les différentes activités présentes dans l'enceinte du port et à proximité.
En tout état de cause, les travaux devront respecter les normes en vigueur et ainsi les niveaux sonores définis par :

- le code de l'environnement,
- le code du travail (articles R.232-8-1 et 232-8-5),
- le décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage est venu modifier le code de la santé publique (articles R.1336-6 à 10),
- le décret n°95-408 du 18 avril 1995 modifiant le code de la santé publique et qui fixe l'émergence maximale en limite de propriété des riverains à :
    - + 5 dB(A) en période diurne (7h-22h),
    - + 3 dB(A) en période nocturne (22h-7h).

Sur la commune Théoule-sur-Mer, des horaires et une intensité sont définis pour les chantiers (de 7h à 20h, sauf dérogation en cas de chantiers exceptionnels).

Les valeurs admises de l'émergence sont calculées à partir des valeurs de cinq décibels dB(A) en période diurne (de 7h00 à 22h00) et de trois dB(A) en période nocturne (de 22h00 à 7h00).

A ces valeurs s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier, selon le tableau ci-après :

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier : t	Terme correctif en dB(A)
t ≤ 1 minute (la durée de mesure du niveau de bruit ambiant est étendue à 10 secondes lorsque t < 10 secondes)	6
1 minute < t ≤ 5 minutes	5
5 minutes < t ≤ 20 minutes	4
20 minutes < t ≤ 2 heures	3
2 heures < t ≤ 4 heures	2
4 heures < t ≤ 8 heures	1
t > 8 heures	0

Par exemple, pour une durée cumulée supérieure à huit heures, le terme correctif est zéro, l'émergence reste fixée à trois dB(A) la nuit ou à cinq dB(A) le jour. En revanche, pour une nuisance sonore ayant, entre 22h00 et 7h00, une durée cumulée de 20 à 45 minutes, la correction est de trois, et l'émergence admissible est de six dB(A) (3+3).

Plus la durée du bruit se prolonge, moins le terme correctif est important. Il apparaît normal d'être clément lorsque le bruit apparaît sur un laps de temps court, alors qu'un bruit se prolongeant de façon excessive ne doit pas être excusable.

De plus, les mesures suivantes seront prises :

- Informer les riverains sur les phases les plus bruyantes du chantier : horaires, durée, ainsi que sur les dispositions prises pour diminuer les nuisances.
- Sensibiliser les intervenants du chantier à la nécessité d'adopter des comportements ou pratiques moins bruyants, en évitant notamment les chutes de matériels, les alarmes de recul des engins, les cris.
- Organiser le chantier de manière à limiter l'impact des engins bruyants et à ne pas positionner les accès ou voies de circulation du chantier au droit de zones occupées par des riverains.
- Etablir, s'il y a lieu, un plan de circulation des engins réduisant leurs manœuvres en marche arrière.
- Préférer des engins électriques ou hydrauliques aux matériels pneumatiques et assurer un entretien régulier du matériel.
- Utiliser des matériels de puissance suffisante pour limiter le régime moteur et veiller à ne pas laisser fonctionner des engins inutilement.
- Adapter la dimension et la puissance de l'engin à la tâche à accomplir.
- Utiliser des moteurs aux normes.

Limiter les émissions lumineuses

Les lumières, nécessaires à la réalisation des travaux, devront être adaptées à la localisation du chantier, soit en zone urbaine et littorale. Ainsi, même si ces sources lumineuses seront présentes parmi d'autres, elles ne devront pas gêner les usagers du port et les riverains.

Réduire les perturbations visuelles

Lors des travaux, les nuisances visuelles seront uniquement liées à la présence des engins sur la zone chantier et sur la zone de travaux. Ces désagréments seront limités ainsi que temporaires.

Afin de limiter les gênes des riverains et des usagers du port, par la présence du chantier, des aménagements devront être mis en place :

- La zone de travaux sera masquée, sur 2 m, par une clôture brise-vue.
- Seuls seront visibles les engins et appareils dépassant une hauteur de 2 m, en particulier les grues.
- Les nuisances visuelles seront limitées à la période de travaux soit trois mois maximums sur site.

6.8. Elaboration du plan de gestion environnemental

Afin de permettre au Maître d'ouvrage de respecter ses engagements au regard du respect de l'environnement naturel mais aussi social et économique, un Plan de Gestion Environnement précise les moyens et les procédures à mettre en œuvre.

Ce plan de gestion repose sur :

- L'engagement, au regard des principes de développement durable et de la protection de l'environnement, du Maître d'Ouvrage, et des différents acteurs du projet,
- La définition d'un plan d'actions pour limiter les effets environnementaux et améliorer la performance environnementale du projet (chantier et exploitation),
- La formation et sensibilisation du personnel et des personnes concernées par le projet (entreprises, gestionnaires, usagers…),
- Un programme de surveillance du milieu pour quantifier les effets du Projet sur le milieu et mettre en place, si nécessaire, les actions correctives et préventives.

L'objectif du Plan de Gestion Environnement est de fixer, pendant le chantier, les objectifs environnementaux à respecter afin de réduire et supprimer les impacts sur l'environnement et notamment sur la biodiversité ainsi que les nuisances relatives aux riverains et à leur cadre de vie.
L'entrepreneur chargé des travaux mentionnera les dispositions de réduction des effets et de protection de l'environnement qu'il adoptera lors du déroulement des chantiers dans un Schéma Organisationnel du Plan Assurance Environnement (SOPEA). Il établira le Plan d'Assurance Environnement (PAE) pour l'ensemble des travaux à réaliser. Il est soumis au visa du Maître d'œuvre et du Maître d'Ouvrage. Ce visa ne décharge en rien la responsabilité de l'Entrepreneur dans le respect de l'environnement au cours du chantier.

L'Entrepreneur exerce un contrôle interne au processus d'élaboration et de mise en œuvre du Schéma d'Organisation du Plan d'Assurance Environnement (SOPEA) puis du Plan d'Assurance Environnement (PAE) du chantier. Il a également obligation de mettre en place un contrôle externe.

En cas de non-conformité, l'Entrepreneur soumet à l'acceptation du Maître d'œuvre et du Maître d'Ouvrage, qui exercera un contrôle externe, les mesures correctives qu'il propose d'appliquer, dûment visées par les contrôles interne et externe. Les éléments permettant de contrôler la mise en place des actions correctives devront être communiqués au Maître d'œuvre et au Maître d'Ouvrage.

Le Plan de Gestion Environnemental concerne le projet de travaux permettant la réduction de l'agitation résiduelle du plan d'eau du port de la Galère et plus particulièrement les activités du chantier pouvant induire :

- La perturbation d'habitats naturels ou d'espèces,
- La production de rejets liquides,
- Des nuisances pour les riverains,
- La production de déchets.

Activités des chantiers pouvant induire la perturbation d'habitats naturels ou d'espèces	**Mesures de sécurité à prendre**
• **Mise en place des enrochements** • **Coulage béton** • **Mise à niveau du fond**	Pose avec assistance de plongeurs scaphandriers permettant d'éviter au maximum l'écrasement ou le recouvrement d'habitats d'intérêt pour la biodiversité
	Emploi de matériaux exempts de fines et d'inclusions terreuses pour éviter la formation d'un nuage turbide
	Pose d'un filet anti-MES le long de la zone de travaux
	▪ Isolation de la zone d'intervention par un double rideau à bulles, retenant les vibrations ▪ Mise en place d'une surveillance visuelle et éloignement à plus de 300 m des cétacés si nécessaires
	Utilisation d'engins propres
	Utilisation de coffrages béton étanches
	Pas d'intervention en cas de fortes houles

Activités des chantiers pouvant induire la production de rejets liquides	**Actions envisagées pour supprimer ou réduire les rejets et les risques de pollution**
Lessivages des sols	Collecte des eaux pluviales et dispositif de décantation avant rejet dans le milieu naturel
Transport/Stockage de matériaux	▪ Lavage des trains roulants des camions en sortie de chantier (notamment en sortie de carrière et du parking voire de la plage du Château) ▪ Collecte des eaux de ruissèlement des stocks de matériaux et traitement par décantation avant rejet dans le milieu récepteur
Intervention par voie maritime : rejets chroniques (fioul, eaux de cale)	▪ Vérification de la conformité du navire au regard de la prévention des protections maritimes ▪ Interdiction d'utilisation de la pompe de cale sur le site du chantier
Avitaillement et entretien des engins de chantier	Aménagement d'une aire étanche permettant de récupérer les écoulements accidentels (fioul, liquides hydrauliques)
Produits Toxiques	▪ Contrôle régulier des engins de travail pour éviter toute fuite d'huile ou d'hydrocarbure ▪ Produits absorbants terrestres et maritimes sur le chantier
Production de poussières	▪ Mise en place d'un système d'aspersion pour éviter la formation d'un nuage de poussière et de sable ▪ Pas d'intervention en cas de fort vent

Activités des chantiers pouvant induire des déchets	**Actions envisagées pour supprimer ou réduire les déchets et améliorer leur gestion**
Réduire la production à la source	La réduction de la production de déchets à la source visera : ▪ Une utilisation optimale des matériaux et produits, ▪ La réduction des emballages ▪ Un choix judicieux des produits pour réduire les déchets dangereux ▪ Une attention particulière sera portée aux achats de consommables, afin qu'aucun gaspillage de matériaux ne soit fait. Si des stocks de matériaux sont excédentaires, ils seront renvoyés aux fournisseurs. En concertation avec les fournisseurs, le réemploi des modes de conditionnement sera favorisé (exemple : palettes, bigbags).
Pratique du tri sélectif	Pour valoriser les différents types de déchets, l'entrepreneur mettra en place sur le chantier, des bennes et réceptacles clairement identifiés : ▪ Benne à déchets industriels banals (DIB) plastiques, ▪ Benne à DIB non recyclable, ▪ Benne à bois, ▪ Benne à ferrailles, ▪ Bac à aérosols (DIS) ▪ Bac à déchets souillés (DIS) ▪ Fût pour les huiles usagées. Les déchets compactables tels que les plastiques, les papiers cartons et les autres déchets industriels banals pourront être compactés afin de réduire les volumes de déchets de 20 %.
Organisation du stockage et de la collecte	Avant enlèvement des déchets, le stockage sera organisé dans de bonnes conditions réduisant tout risque de pollution. Un plan de localisation du lieu de stockage des déchets sera établi.
Traçabilité des déchets	La traçabilité des déchets sera assurée par les entreprises qui tiendront un registre complété au fur et à mesure de l'avancement du chantier et ceci conformément à la réglementation. Ce registre comportera les informations suivantes : ▪ Code du déchet selon la nomenclature ▪ Nature du déchet ▪ Quantité évacuée ▪ Filière d'élimination ▪ Type de document émis pour la traçabilité La traçabilité des déchets reposera sur un bordereau de suivi de déchets pour l'ensemble des déchets (à l'exception des déchets inertes pour l'ensemble des déchets où l'on utilisera des bons d'enlèvements). Avant toute signature d'un contrat avec un prestataire éliminateur ou collecteur de déchets, l'entrepreneur producteur demandera à ses prestataires les documents justificatifs de leur conformité avec la réglementation.
Valorisation des déchets	Dès lors que les filières existent, les entreprises veilleront à favoriser une valorisation maximale des déchets produits par réemploi, recyclage, régénération et incinération avec récupération d'énergie.

Activités des chantiers pouvant induire des nuisances pour les riverains	**Actions envisagées pour supprimer ou réduire les nuisances**
Conformité des engins des chantiers	▪ L'entrepreneur utilisera du matériel conforme aux réglementations en vigueur dans le domaine du bruit et de sa prévention. ▪ L'entretien et la maintenance permettront de faire fonctionner les engins de façon conforme (capots d'insonorisation présents et fixés en place, silencieux en bon état, …) ▪ Des outils particuliers, comme les marteaux piqueurs, seront choisis dans les gammes récentes des fabricants, afin de bénéficier des derniers développements. ▪ Les machines électriques seront préférées aux machines thermiques (compresseurs à air comprimé, …) car elles sont moins bruyantes et moins polluantes. ▪ L'ensemble du personnel, et plus particulièrement les chauffeurs d'engins, seront régulièrement sensibilisés aux règles permettant de respecter l'environnement et le cadre de vie des riverains (arrêt des moteurs lors des pauses prolongées, …).
Respect des horaires de travail compatibles avec le cadre de vie des riverains	▪ Concernant les horaires des travaux bruyants, l'Entrepreneur respectera les horaires suivants : du lundi au samedi, de 7h00 à 20h00. ▪ En cas de nécessité (contraintes techniques, achèvement d'un bétonnage, …), une dérogation sera demandée. Les phases de travaux bruyants seront communiquées auprès des riverains, au moins une semaine avant leur réalisation.
Contrôle des émissions sonores pendant le chantier	▪ Afin de s'assurer que les niveaux sonores autorisés ne sont pas dépassés et que les mesures d'atténuation sont efficaces, un contrôle des niveaux sonores sera réalisé tout au long des travaux. ▪ Les niveaux sonores seront contrôlés sur plusieurs points à déterminer. ▪ La fréquence des mesures sera hebdomadaire.

Tableau 4 : Actions du Plan de Gestion Environnemental

7. Effets liés à l'exploitation et mesures associées

7.1. Réduction de l'agitation

Lors de la réflexion sur la solution à mettre en œuvre pour réduire l'agitation dans le plan d'eau du port de la Galère, le bureau d'études ACRI IN a réalisé une nouvelle étude pour ce projet de sécurisation, permettant d'observer l'évolution de l'agitation entre l'état existant et l'état projeté.

Les planches d'agitation ci-après sont les résultats des modélisations réalisées.
Ces extraits reprennent 4 cas de houles d'EST qui sont les plus représentatives :

- Houle annuelle (période de retour 1an)
- Houle décennale' (période de retour 10ans)
- Houle cinquantennale
- Houle centennale

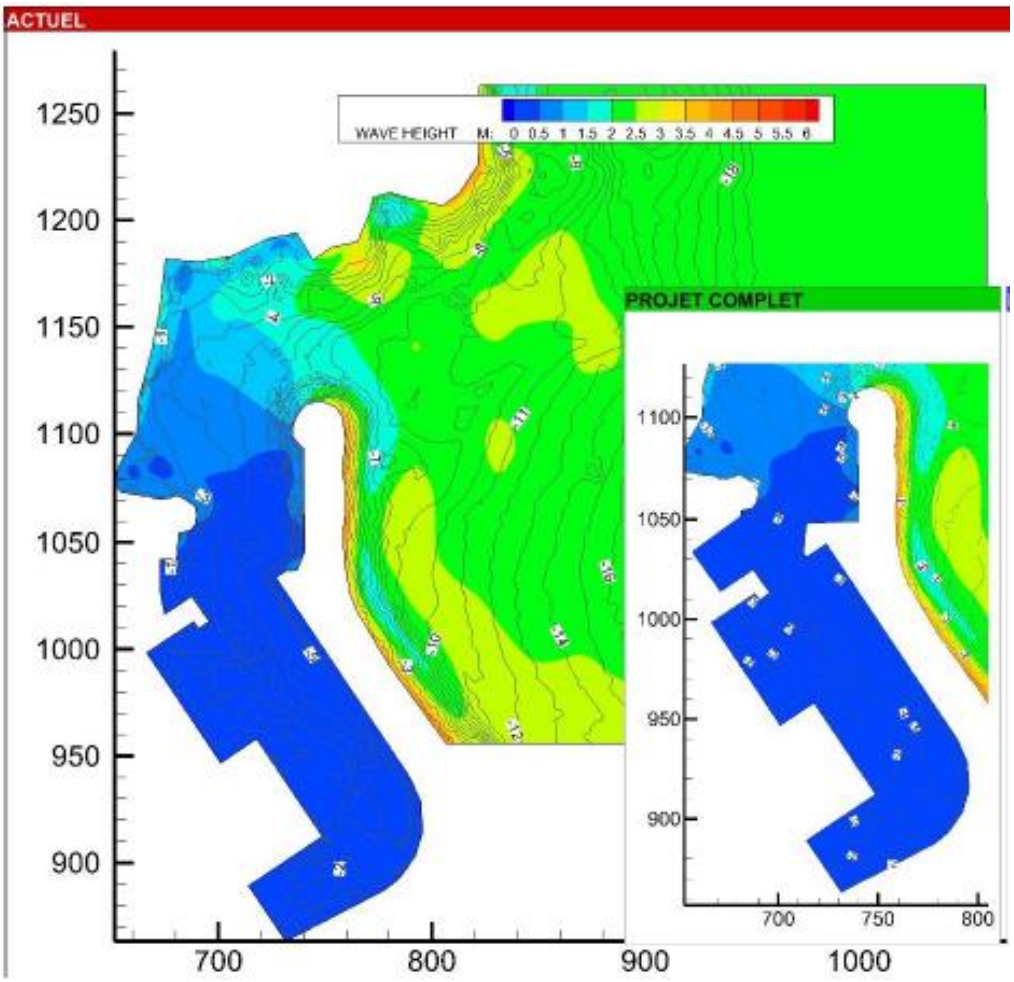


Figure 31 : Extrait des planches d'agitation pour une houle annuelle (Hs=2.4m ; Tp=8.5s ; 110°N) (ACRI IN -Octobre 2021)

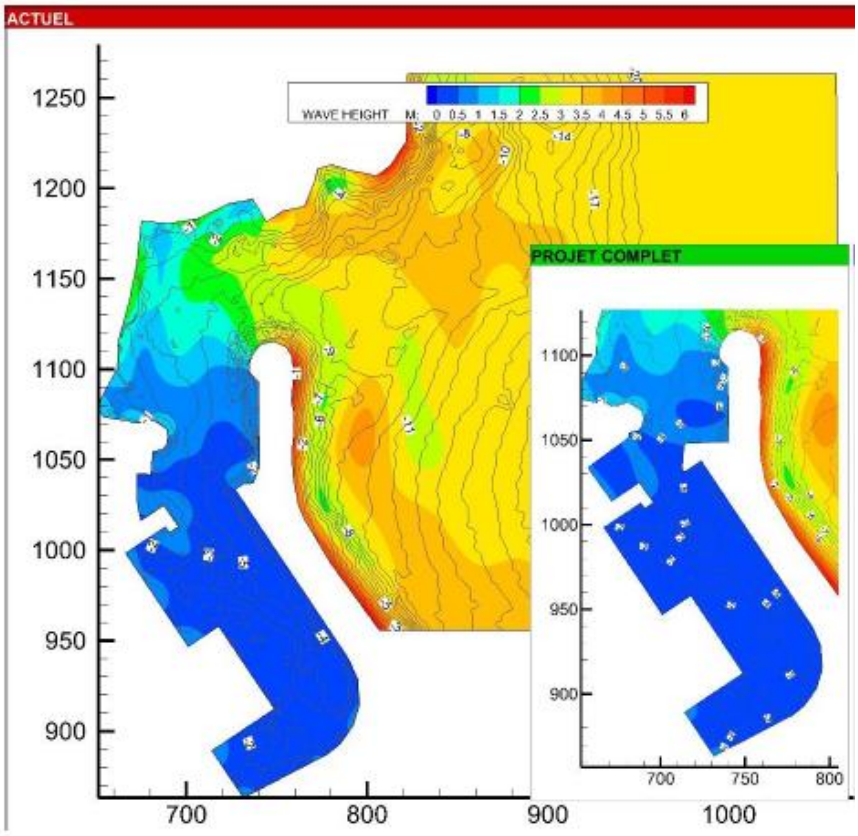


Figure 32 : Extrait des planches d'agitation pour une houle décennale (Hs=3.30m ; Tp=9.7s ; 110°N) (ACRI IN 2021)

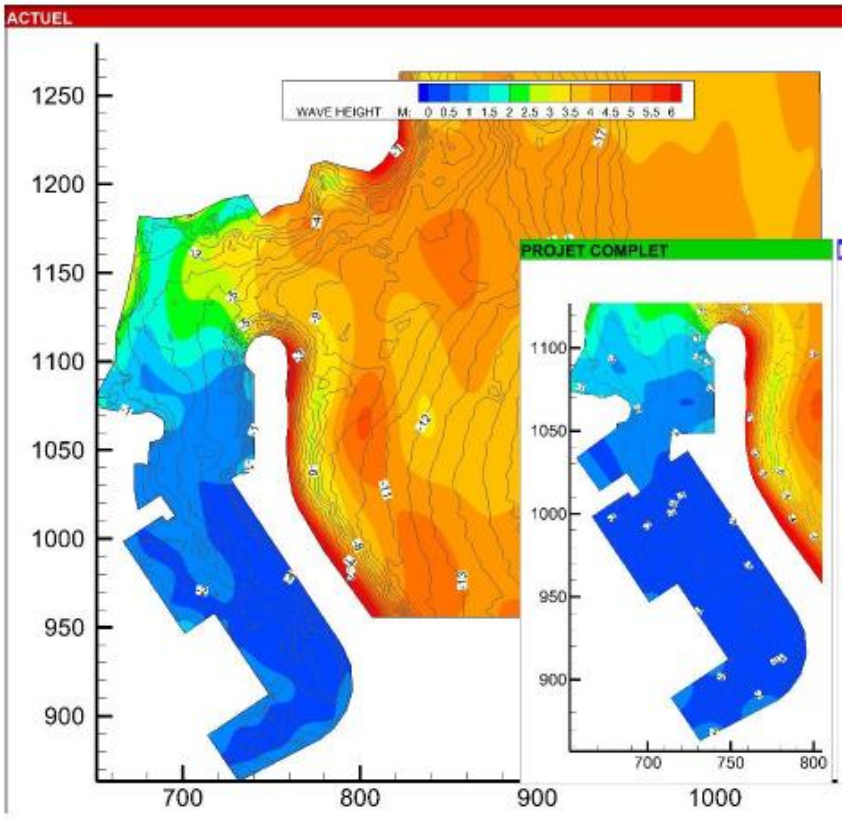


Figure 33 : Extrait des planches d'agitation pour une houle cinquantennale (Hs=4.00m ; Tp=10.4s ; 110°N) (ACRI IN 2021)

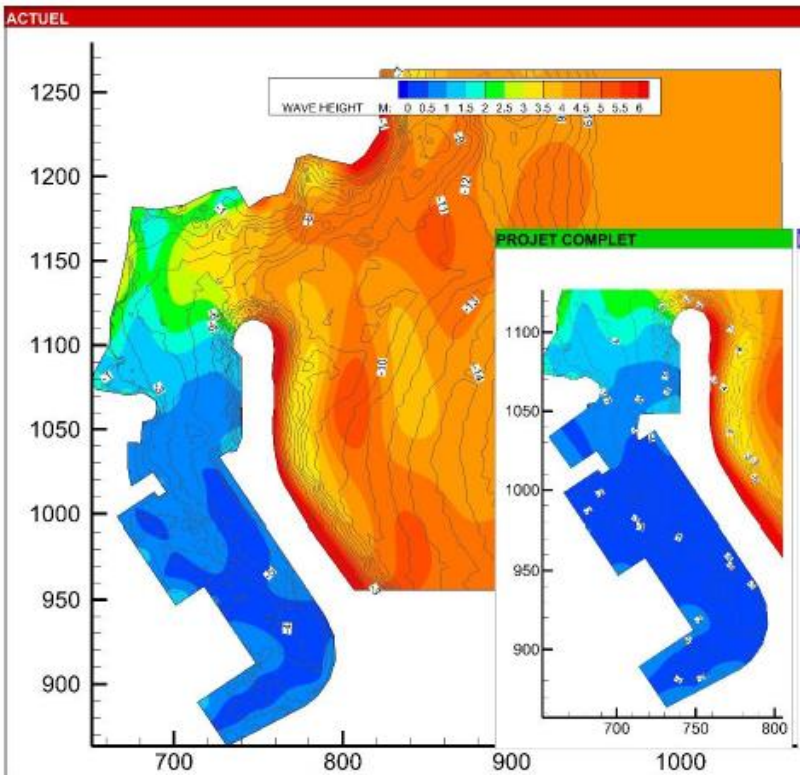


Figure 34 : Extrait des planches d'agitation pour une houle centennale (Hs= 4.30 m ; Tp=10.7 s ; 110°N) (ACRI IN 2021)

La comparaison des configurations projetée et actuelle pour chacune des 4 conditions de houle permet de montrer que la hauteur de houle (Hs) dans le plan d'eau diminue (passant du bleu clair au bleu foncé ou du vert au bleu clair).

La configuration actuelle du port n'est pas adaptée pour assurer le confort et surtout la sécurité des personnes et des biens vis-à-vis de l'agitation portuaire engendrée par les tempêtes de secteur Est.

La création d'ouvrages amortissants en remplacement de la cale de mise à l'eau existante et en prolongement du quai permettra d'obtenir une agitation résiduelle beaucoup plus faible qu'actuellement. Le bassin d'utilité générale aura la même orientation que la bassin Ouest existant. Le prolongement du quai Est permettra de diminuer le linéaire de port exposé et de protéger la partie Est du port. Ces deux ouvrages seront réalisés à partir d'éléments en béton armé et leur volume intérieur partiellement rempli d'enrochements.

Ainsi, le projet est une solution qui permet de répondre à la problématique sécuritaire du port de la Galère, en diminuant l'agitation dans le plan d'eau, améliorant ainsi la sécurité des usagers, des logements et commerces, actuellement impactés.

7.2. Effets sur les herbiers de Posidonies

7.2.1. Impact indirect

Les méthodes de réalisation (mesures d'évitement et de réduction) ont été pensées de manière à ne pas avoir d'effet négatif direct ou indirect sur une surface d'herbiers de Posidonie.

A la suite du confortement des digues de protection en enrochement, le degré de réfléchissement de la houle au droit de l'herbiers de Posidonie sera peu modifié, le projet maintenant la présence d'enrochements.

La houle va continuer à se réfléchir sur les enrochements faiblement, (les enrochements ayant un faible coefficient de réflexion, maximum 0.5) et aussi diffracter autour du nouveau musoir.

Les planches d'agitation présentées au paragraphe précédent permettent également de visualiser l'agitation au-delà des digues de protection et dans la passe d'entrée du port, où se localise l'herbier de Posidonies.
Pour les 4 conditions (annuelle, décennale, cinquantennale et centennale) les niveaux d'agitation restent équivalents avant et après la réalisation de l'extension de la digue (niveaux de couleur similaires, entre vert fluo et jaune orangé). En revanche on observe un léger changement dans la passe d'entrée du port, mais celui-ci est minime et n'engendrera pas d'impact sur les herbiers.

Le projet va entrainer une réduction de l'agitation dans le plan d'eau sans modifier la courantologie et les mouvements sédimentaires à l'extérieur du port.
Ainsi, le projet n'entraine pas de perturbation de l'herbier de Posidonie ou tout autre espèce protégée présente dans le parc marin.

7.2.2. Impact direct

Les aménagements projetés ainsi que les méthodes de réalisation (mesures d'évitement et de réduction) ont été pensées de manière à ne pas avoir d'impact négatif direct sur une surface d'Herbier de Posidonie

Des mesures d'accompagnement et de suivi seront tout de même mises en place pour s'assurer du bon maintien de cette espèce.

7.3. Préservation de la qualité du milieu marin et protection du milieu marin

7.3.1. Dispositifs de collecte et de gestion des déchets et des eaux usées

La réalisation du projet ne va pas entraîner de changement dans le fonctionnement du port de la Galère en termes de production / gestion des déchets ou d'eaux souillées.
Il n'y a donc pas de mesure spécifique à prendre.

7.3.2. Règlement de police du port

La réalisation du projet ne va pas entraîner de changement dans le fonctionnement du port de la Galère en termes d'engagement des usagers à respecter le règlement de police du port qui prévoit notamment la préservation du milieu aquatique, de la flore et de la faune marine.

7.4. Entretien des installations

Tout comme les installations portuaires actuelles, les ouvrages nouvellement mis en place, feront l'objet de contrôles réguliers et périodiques, mais également après chaque tempête pouvant engendrer des désordres.

7.5. Respect des activités et du voisinage

7.5.1. Sécurisation des activités et installations portuaires

Les travaux permettront de pacifier le plan d'eau et ainsi de sécuriser les activités portuaires, les mouvements d'entrée et de sortie des unités ainsi que leur amarrage à quai.

7.5.2. Activités maritimes

Le projet de sécurisation du port de la Galère ne vise pas à augmenter le linéaire exploitable du port mais uniquement à maintenir en toute sécurité l'ensemble des activités actuellement présentes.

En réduisant l'agitation résiduelle du plan d'eau, le projet de sécurisation du port de la Galère va permettre de :

- Réduire les risques pour la sécurité des usagers (plaisanciers, pêcheur, sauveteurs, garde du littoral, SNSM …),
- Réduire les risques de dégradations des unités et des infrastructures portuaires,

À la suite du projet, la navigation à l'entrée du port et dans le port sera modifiée. Un nouveau plan de navigation sera créé et l'information sera transmise au Service des Phares et Balises.

7.5.3. Intégration paysagère

Les aménagements ne vont pas modifier l'organisation visuelle du port et les matériaux utilisés présenteront les mêmes caractéristiques visuelles que les matériaux en place.

Le projet n'est pas de nature à entrainer une perturbation visuelle du site (cf visuel ci-dessous)

De plus, le quai de Bougainville bordé des constructions de la Cité Marine Port de la Galère s'ouvre largement sur le bassin portuaire. L'architecture atypique du bâti et le marquage du rez de chaussée par une succession d'arcades constituent un élément structurant du paysage. Le rehaussement du mur de protection assurera le maintien de ces caractéristiques visuelles dans le cadre du projet.

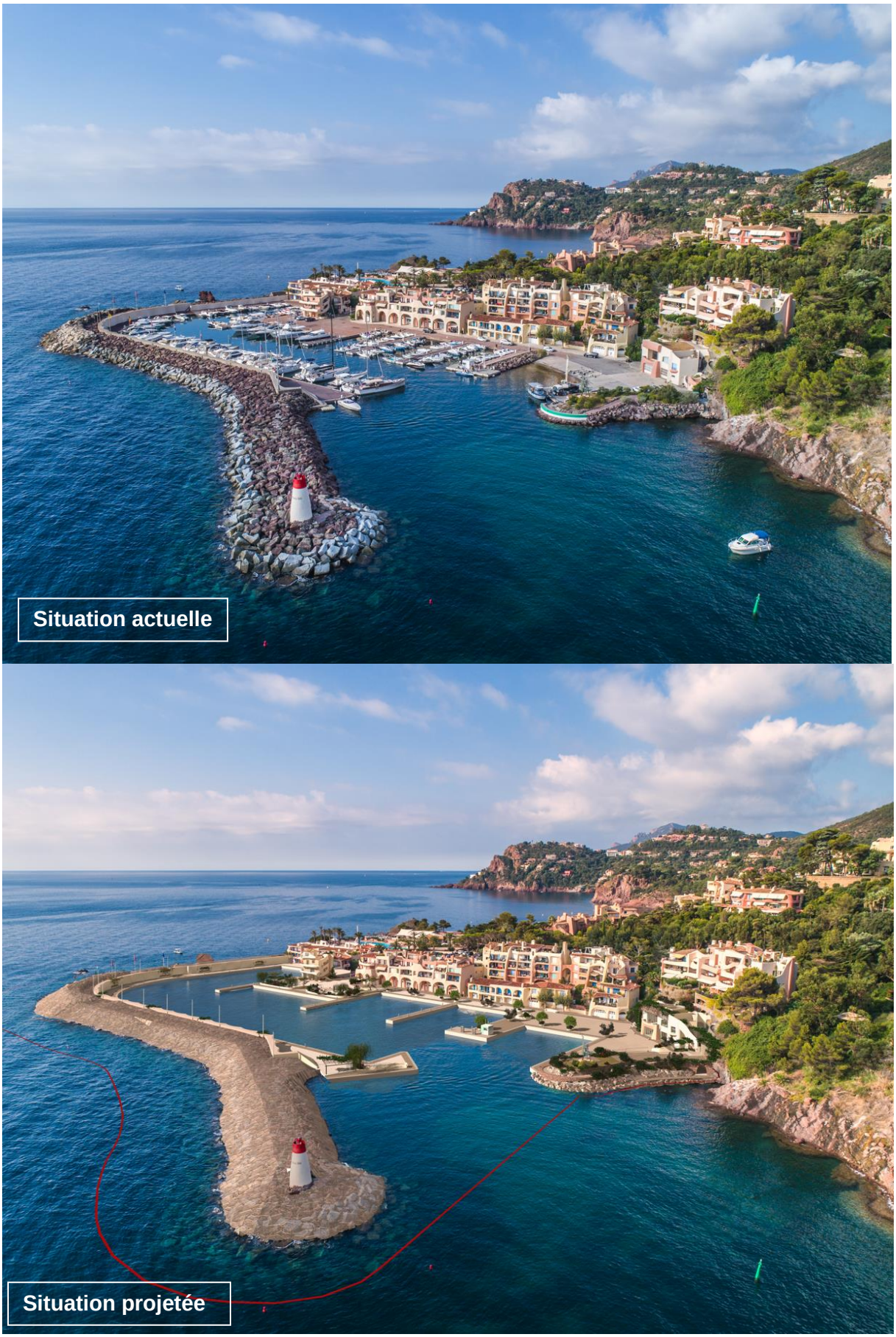


Figure 35 : Visualisation du projet, vue depuis le Nord (Alter Projet - 2021)

Figure 36 : Visualisation du projet, vue depuis le Sud (Alter projet- 2021)

Figure 37 : Visualisation du projet, vue du quai d'Honneur (Alter projet 2021)

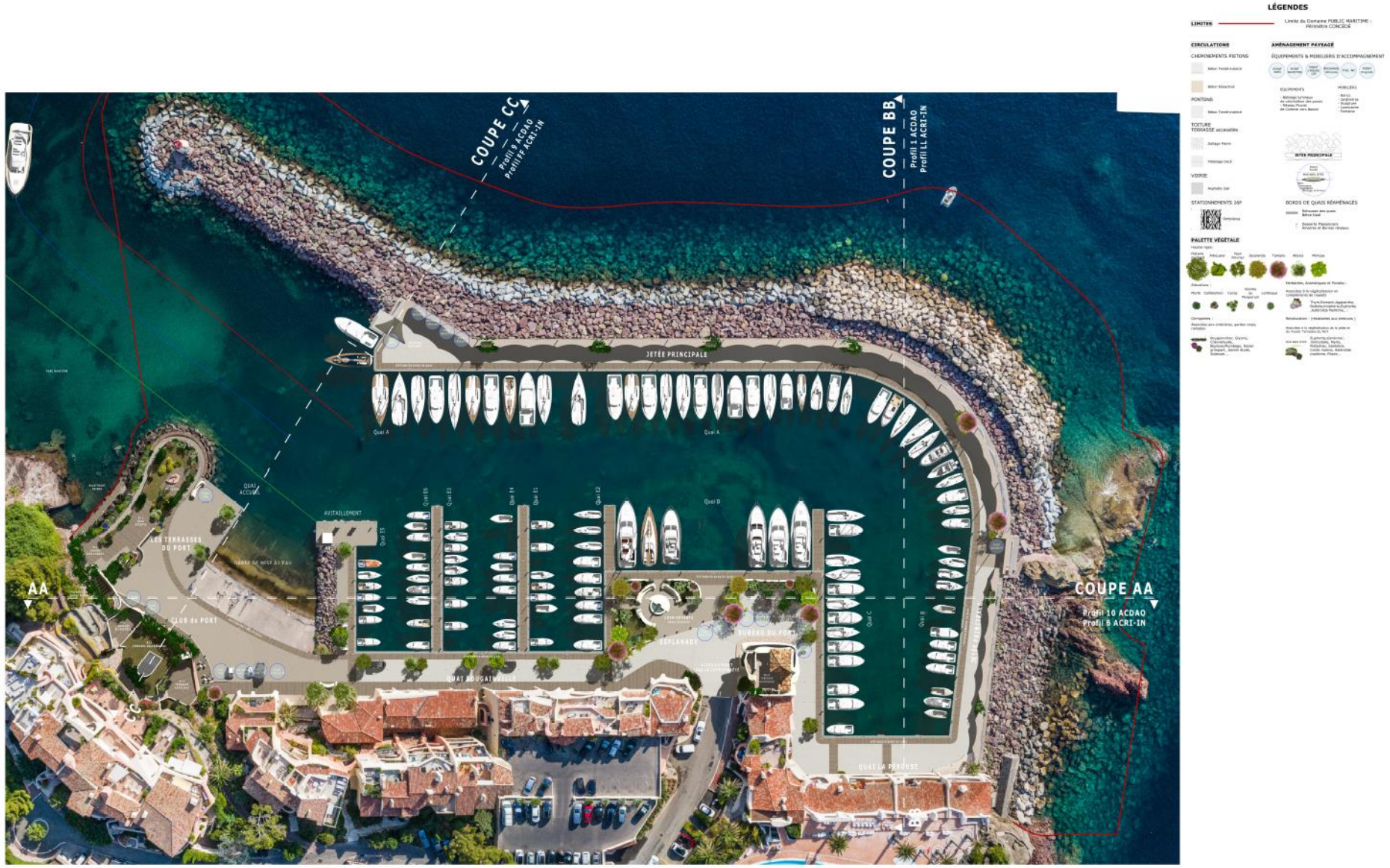


Figure 38 : Localisation des coupes - Alter projet 2021

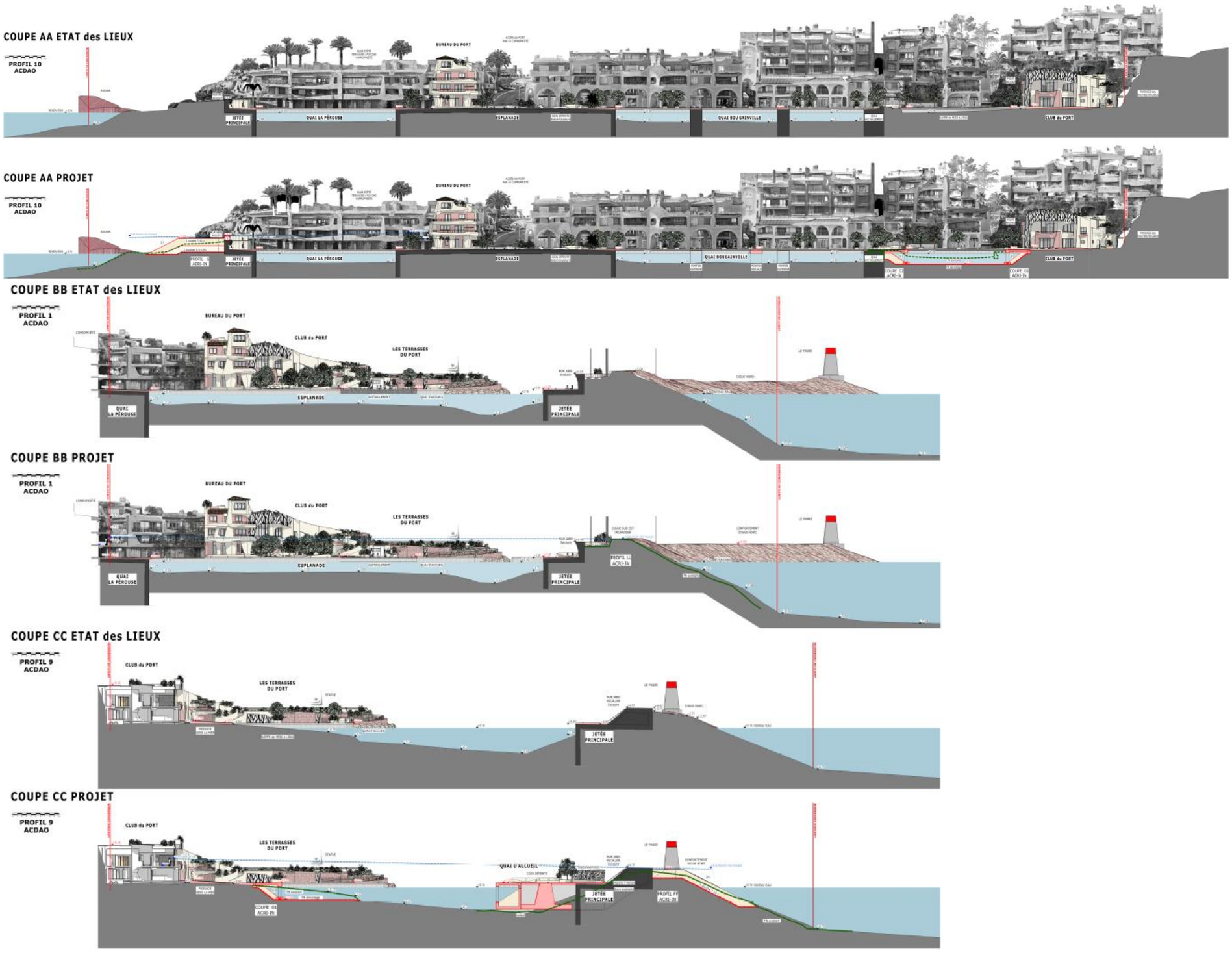


Figure 39 : Coupe et perception visuelle du projet - Alter Projet 2021

8. Effets résiduels

Il n'y a pas d'effet résiduel lié au projet de sécurisation du port, il n'y a donc pas de mesure compensatoire à prévoir.

9. Mesures de suivi des effets des travaux et du projet

Dans le cadre de la réalisation des travaux, des suivis des herbiers de Posidonie et des poissons seront mis en place.
Les protocoles de suivi seront élaborés à partir des recommandations du Guide cadre Eval-Impact de la DREAL PACA de juin 2018 puis validés par les services de l'Etat concernés (DDTM, DREAL).

9.1. Suivi de l'herbier de Posidonie au droit du musoir et dans la ou les zones préservées

Malgré l'absence d'impact direct et indirect du projet sur les herbiers, ce suivi pourrait notamment prévoir des plongées de reconnaissances pour déterminer l'évolution des herbiers de Posidonie situés :

- au droit de la zone d'extension du musoir à partir d'un état initial réalisé à la suite des travaux.
- dans les zones préservées à partir d'un état initial réalisé lors de l'étude des biocénoses sur le Parc Maritime.

Les plongées de suivi seront réalisées selon le calendrier suivant :

- Etat initial + 6 mois,
- Etat initial + 1 an,
- Etat initial + 3 ans,
- Etat initial + 5 ans.
- Etat initial + 10 ans.

9.2. Suivi des Poissons

En parallèle des études des herbiers, le suivi des poissons consiste en un recensement visuel en plongée sous-marine le long de l'extension du musoir par un ou deux plongeurs, voire au niveau des nurseries.

Le principe de présence/absence sera appliqué et dans la mesure du possible la classe d'âge (juvénile/adulte).
Bien que la période d'échantillonnage dépende du début des travaux, il est préconisé un suivi à l'automne (septembre/octobre). Cette période dite « chaude » est en effet plus propice aux observations.
Les mesures doivent se faire en condition diurne (10h – 16h).

La fréquence préconisée est la suivante : avant travaux et en phase d'exploitation chaque année sur 10 ans.

10. Compatibilité règlementaire du projet

10.1. Préservation du littoral

Le projet de réduction de l'agitation résiduelle du plan d'eau du port de la Galère a été conçu en tenant compte de la politique spécifique d'aménagement, de protection et de mise en valeur de l'entité géographique qu'est le littoral, satisfaisant ainsi aux principes énoncés à l'article L.321-1 du code de l'environnement :

- *la mise en œuvre d'un effort de recherche et d'innovation portant sur les particularités et les ressources du littoral ;*
- *la protection des équilibres biologiques et écologiques, la lutte contre l'érosion, la préservation des sites et paysages et du patrimoine ;*
- *la préservation et le développement des activités économiques liées à la proximité de l'eau ;*
- *le maintien ou le développement, dans la zone littorale, des activités agricoles ou sylvicoles, de l'industrie, de l'artisanat et du tourisme.*

10.2. Compatibilité du projet avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Rhône Méditerranée 2016-2021

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) est un document de planification décentralisé instauré par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992.

Dans le bassin Rhône-Méditerranée (RM), comme dans les autres bassins métropolitains, le premier SDAGE a été approuvé en 1996. Sa révision a été engagée pour aboutir au présent SDAGE, approuvé par le Préfet coordonnateur de bassin le 20 novembre 2009 pour une période de 6 ans. Cette révision a notamment permis d'intégrer les objectifs d'un texte désormais essentiel pour la politique de l'eau, la directive cadre européenne sur l'eau, transposée en droit français, qui fixe notamment un objectif d'atteinte du bon état pour tous les milieux aquatiques d'ici 2015, "projet commun à tous les Etats membres de l'Union européenne".

Le 20 novembre 2015, le comité de bassin a adopté le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 et a donné un avis favorable au Programme de mesures qui l'accompagne. Ces deux documents ont été arrêtés par le Préfet coordonnateur de bassin le 3 décembre 2015 et sont entrés en vigueur le 21 décembre 2015 consécutivement à la publication de l'arrêté au *Journal officiel* de la République française. Ils fixent la stratégie 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée pour l'atteinte du bon état des milieux aquatiques ainsi que les actions à mener pour atteindre cet objectif.

Le port de la Galère est intégré dans la masse d'eau côtière naturelle FRDC08e Pointe de la Galère – Cap d'Antibes – Sous bassin versant **LP_15_92 Golfe des Lérins**

La carte ci-après localise le port de la Galère dans la masse d'eau concernée.

Figure 40 : Port la Galère localisé dans la masse d'eau côtière FRDC08e (http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr/)

10.3. Pression et mesures des sous bassins et compatibilité

Golfe des Lérins - LP_15_92

Mesures pour atteindre l'objectif de bon état du milieu marin (DCSMM)
Pression à traiter : Activités maritimes
MIA0701 : Gérer les usages et la fréquentation sur un site naturel

Du fait de sa nature et ses caractéristiques le projet porté par la Compagnie Concessionnaire du port la Galère est en accord avec les grands défis du SDAGE 2016-2021 et la mesure spécifique à la masse d'eau FRDC08e, en assurant la sécurisation du plan d'eau de Port la Galère

10.4. Plan d'action pour le milieu marin

La directive cadre européenne « stratégie pour le milieu marin » fixe les principes selon lesquels les États membres doivent agir en vue d'atteindre le bon état écologique de l'ensemble des eaux marines dont ils sont responsables d'ici 2020.

Pour prendre en compte, à bonne échelle, l'ensemble des eaux européennes, la directive se décline en régions et sous-régions marines. Les eaux françaises sont reparties en 4 sous-régions marines, dont une en Méditerranée.

La directive n° 2008/56/CE du 17 juin 2008, dite directive cadre « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) s'applique aux eaux marines et côtières (article 3 de la directive), à l'exception des eaux de transition (étangs, marais…) déjà prises en compte par la DCE, et des activités dont l'unique objet est la défense ou la sécurité nationale.

Dans le cas de la présente opération, le plan d'action pour le milieu marin concerné est celui de la sous-région marine Méditerranée occidentale

Le projet de réduction de l'agitation résiduelle du plan d'eau du port de la Galère ne présente pas d'impact sur la qualité du milieu marin, compte tenu :

- du faible risque de dispersion des contaminants de par les faibles courants et houles qui caractérisent le bassin portuaire,
- de mesures limitant les risques de contamination du milieu par les engins de chantiers (zone dédiées à l'avitaillement et entretien des engins, kit de dépollution),
- de l'absence d'impacts sur les herbiers de Posidonie présent dans la passe d'entrée du port et en pied de la digue de protection.

Le projet de sécurisation du port de la Galère, est compatible avec les objectifs de préservation du milieu marin et de bon état écologique du Plan d'Action pour le Milieu Marin.

10.5. Compatibilité avec le Schéma Régional de Cohérence Ecologique PACA

10.5.1. Présentation du SRCE PACA

Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) est le document régional qui identifie les réservoirs de biodiversité et les corridors qui les relient entre eux. Il prend en compte les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités ainsi que les éléments pertinents du SDAGE.
Ce schéma vise à créer une trame verte et bleue, afin d'enrayer la perte de biodiversité, de préserver et de remettre en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, le tout en prenant en compte les activités humaines.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur, qui présente une importante superficie d'espaces à caractère de nature (74 %) et ainsi détient une part importante de la biodiversité de la France, a adopté son SRCE le 17 octobre 2014.
Compte tenu des supports écologiques extrêmement variés et des logiques de développement très dépendantes de l'économie régionale, 5 grands territoires géographiques ont été dessinés : la vallée du Rhône, **le littoral**, l'arrière-littoral, l'arrière-pays ainsi que la zone alpine.

Figure 41 : Extrait des 5 grands territoires identifiés lors de la démarche « acceptabilité et faisabilité d'un TVB en PACA – 2009- 2010

Le projet de réduction de sécurisation du port de Lla Galère se localise dans le territoire « Littoral », principalement caractérisé par une forte urbanisation concomitante à un processus de déprise agricole prononcé (libérant les espaces en situation périurbaine).

Les aménagements projetés seront aménagés sur le littoral rocheux et sablonneux qui comporte une zone d'interface des domaines terrestre et marin habituellement considérée comme correspondant à la partie supérieure de l'étage supralittoral.
Le supralittoral est un étage écologique comportant une biodiversité particulièrement riche.
La bande littorale maritime est ainsi davantage concernée par la question des réservoirs de biodiversité que de continuité écologique.

Néanmoins, cette zone maritime est directement et plus spécifiquement le supralittoral soumise à des pressions susceptibles d'impacter les biocénoses (piétinements, ruissellements des eaux de lessivage terrestre, aménagements…).

10.5.2. Le SRCE PACA et la commune de Théoule sur Mer

Les objectifs assignés à la trame verte et bleu ne mettent pas en évidence d'enjeux particuliers au niveau du littoral théoulien sur l'ensemble de son linéaire classé espace artificialisé.
A noter tout de même le classement des Pointe de l'Aiguille, Pointe de la Galère et Pointe des Deux Frères en réservoir de biodiversité.

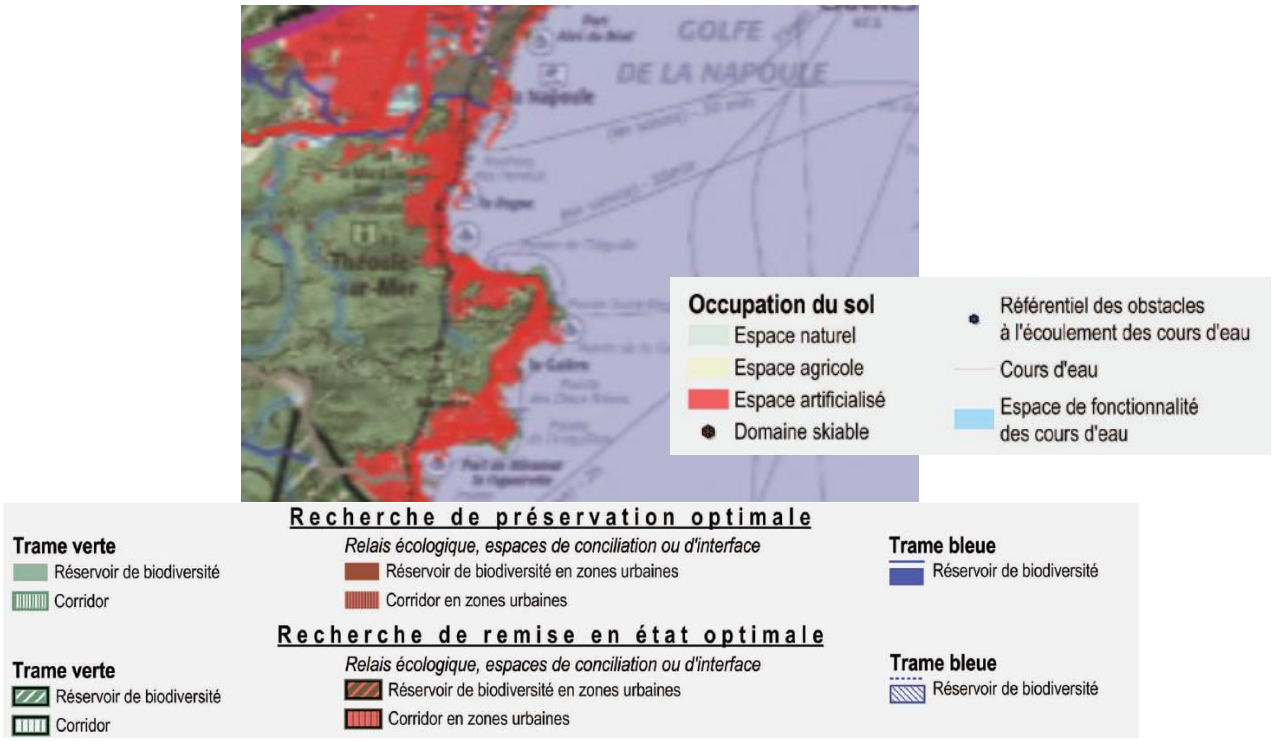


Figure 42 : SRCE. Extrait de la carte 3 « objectifs assignés à la trame verte et bleue » Planche 10/10, échelle originale 1/100 000

Compte tenu de ses caractéristiques et du site d'implantation, la sécurisation du plan d'eau n'est pas susceptible d'impacter ces réservoirs de biodiversité.

10.5.3. Compatibilité du projet avec le SRCE PACA

4 orientations stratégiques comprennent 19 actions qui constituent la partie opposable du plan d'action du SRCE.

Parmi ces 19 actions, le projet est en accord avec l'action 8 de l'Orientation stratégique 1 (GOS1) « Agir en priorité sur la consommation d'espace par l'urbanisme et les modes d'aménagement du territoire pour la préservation des réservoirs de biodiversité et le maintien de corridors écologiques ».

ACTION 8. *Concevoir et construire des projets d'infrastructures et d'aménagement intégrant les continuités écologiques*

À cet effet, le projet respecte l'application des « lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels », ces lignes directrices étant le fondement même d'une conception intégrant au mieux les enjeux combinés de préservation et développement.

Le projet de sécurisation du port de la Galère est en corrélation avec le Schéma Régional de Cohérence Ecologique PACA.

10.6. Table des illustrations et tableaux

10.6.1. Figures

Figure 1 : Plan de situation du port la Galère dans le Golfe de La Napoule google Earth) 4
Figure 2 : Localisation des ports de Théoule-sur-Mer (Google Earth) 5
Figure 3 : Carte de repérage des infrastructures portuaires sur la commune de Théoule-sur-Mer 6
Figure 4 : Vue aérienne de Port La Galère 7
Figure 5 : Description de la zone du projet (Orthophoto 2017) 8
Figure 6 : Franchissement de la mer sous une forte houle du Sud (photo du - 4 mai 2010) 9
Figure 7 : Une borne arrachée par une vague et l'impact des rochers sur bitume (4 mai 2010) 10
Figure 8 : Inondation du parking (4 mai 2010) 10
Figure 9 : Le bateau de servitude projeté sur le quai (4 mai 2010) 10
Figure 10 : Bornes arrachées et dégât sur la chaussée (4 mai 2010) 11
Figure 11 : Agitation résiduelle dans le port (novembre 2019) 11
Figure 12 : Agitation dans la passe d'entrée du port (novembre 2019) 12
Figure 13 : Franchissement lors d'une tempête, entraînant des dégâts sur les immeubles et appartements. (Octobre 2019) 13
Figure 14 : Gauche : cale de mise à l'eau submergée / Droite : déchet après submersion de la cale de mise à l'eau (2019) 13
Figure 15 : Profil L de la digue Nord, avec présence du mur abri (non visible) arasé à +74.60 mNGF (ACRI IN) ... 17
Figure 16 : Vue en plan général du projet (ARCI IN – 2021) 19
Figure 17: exemple de coupe du projet (ACRI IN 2021) 20
Figure 18 : Association à L.byssoides sur enrochement médiolittorale supérieure (Otéis 2019) 23
Figure 19 : Droite : sable moyen à grossiers / Gauche : sables grossiers limoneux (Otéis 2019) 24
Figure 20 : Herbier de Posidonie dense en pied de digue portuaire (Oteis2019) 24
Figure 21 : Cartographie des biocénoses marines autour de port La Galère (données SEMANTIC TS - Département des Alpes-Maritimes 2019) 25
Figure 22 : Cartographie des biocénoses marines sur la zone du projet (Semantic TS et Oteis 2020) 26
Figure 23 : Schéma de principe d'un écran anti pollution 40
Figure 24 : Schéma de principe d'un barrage anti-MES 40
Figure 25 : Utilisation d'un filet anti-MES similaire lors des travaux de réhabilitation des quais 41
Figure 26 : Installation d'un barrage flottant / Barrage absorbant 44
Figure 27 : Extrait des planches d'agitation pour une houle annuelle (Hs=2.4m ; Tp=8.5s ; 110°N) (ACRI IN -Octobre 2021) 53
Figure 28 : Extrait des planches d'agitation pour une houle décennale (Hs=3.30m ; Tp=9.7s ; 110°N) (ACRI IN 2021) 54
Figure 29 : Extrait des planches d'agitation pour une houle cinquantennale (Hs=4.00m ; Tp=10.4s ; 110°N) (ACRI IN 2021) 54
Figure 30 : Extrait des planches d'agitation pour une houle centennale (Hs= 4.30 m ; Tp=10.7 s ; 110°N) (ACRI IN 2021) 55
Figure 31 : Port La Galère localisé dans la masse d'eau côtière FRDC08e 65
Figure 32 : Extrait des 5 grands territoires identifiés lors de la démarche « acceptabilité et faisabilité d'un TVB en PACA – 2009- 2010 67
Figure 33 : SRCE. Extrait de la carte 3 « objectifs assignés à la trame verte et bleue » Planche 10/10, échelle originale 1/100 000 68

10.6.2. Tableaux

Tableau 1 : Echelle de sensibilité 28
Tableau 2 : Synthèse des enjeux 31
Tableau 3 : Analyse multicritères des quatre solutions de sécurisation du port La Galère (ICTP / 2021) 35
Tableau 4 : Actions du Plan de Gestion Environnemental 52

11. Eléments utiles à la compréhension des pièces du dossier

11.1. Annexes

Annexe n°9-1 – Etude de mise en sécurité de Port La Galère – ACRI IN – octobre 2021

Annexe n°9-2 – Registre de la Capitainerie

Annexe n°9-3 – Reconnaissance du milieu marin OTEIS

Annexe n°9-4 – Rapport d'analyse des sédiments (Eurofins – 2019)

Annexe n°9-5 – Plan solution B – (ACRI IN 2021)

Annexe n°9-6 – Plan projet solution C (ACRI IN 2021)

Annexe n°9-7 – Plan projet solution D (ACRI IN 2021)

11.2. Dossier de plans

1 – IN647-A1732_PRO_PLANS_ 2022_A-general
2 – IN647-A1732_PRO_PLANS_ 2022_A-profil

Annexe n°9-1

Etude de mise en sécurité de Port La Galère – ACRI IN – octobre 2021

Mission d'assistance technique
Etude de mise en sécurité du Port de La Galère

Référence :	A1732-0647
Date :	06/01/2022
Version :	v2

Client :

Compagnie Concessionnaire du Port de La Galère

ACRI-IN • e-mail : information@acri-in.fr • web : www.acri-in.fr
Agence de Sophia Antipolis (Siège social) • 260 Route du Pin Montard - BP 234 - 06904 Sophia Antipolis Cedex - France
SIRET 428 778 534 00019 • Tél. : +33 (0)4 92 96 29 00 • Fax : +33 (0)4 93 95 80 98
Agence de Brest • Bâtiment Le Grand Large - Quai de la douane - 2ème éperon - 29200 Brest France• SIRET 428 778 534 00050 • Tél. : +33 (0)2 98 41 34 35
SAS au capital de 292 851€ • RCS ANTIBES 428 778 534 • N° de Gestion 199 B 973 •NAF 7112B • TVA FR87 428 778 534

Photo de couverture : Image aérienne du port (09/08/2017).

Version(s)

Version - Date	Contenu	Auteur(s)
V1	Version initiale	CVE / JLE
V2	Mise à jour	CVE

Signatures

	Nom	Société	Signature
Préparé par	Charlie VERGNET	ACRI-IN	
	Jérémy LEPESQUEUR	ACRI-IN	
Vérifié par	Isabelle LESPRIT	ACRI-IN	
Approuvé par	Isabelle LESPRIT	ACRI-IN	

Liste de diffusion

Destinataire	Organisme/Service	Nombre d'exemplaires	Format	Pour	
				Action	Consultation
-	-	-			
-	-	-			

Table des matières

1 INTRODUCTION ---- 5
1.1 OBJET ---- 5
1.2 REFERENCES EN ANNEXE ---- 5

2 LES TRAVAUX DE SECURISATION PROJETES ---- 6

3 DEBITS MOYENS DE FRANCHISSEMENTS ---- 8
3.1 METHODOLOGIE ---- 8
3.2 CRITERES VIS-A-VIS DE LA SECURITE ---- 8
3.3 DIGUE EST ---- 9
3.3.1 Digue Est, hors présence du mur abri ---- 9
3.3.2 Digue Est, avec présence du mur abri ---- 12
3.4 DIGUE SUD ---- 15
3.4.1 Réhausse du mur abri ---- 18

4 AGITATION ---- 20
4.1 PRESENTATION DU MODELE ARTEMIS ---- 20
4.2 DOMAINE D'ETUDE ---- 21
4.2.1 Bathymétrie ---- 21
4.2.2 Frontières des modèles ---- 22
4.3 RESULTATS D'AGITATION ---- 23
4.4 COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS ---- 25
4.4.1 Critères d'agitation pour des unités inférieures à 30 ml ---- 25
4.4.2 Houle annuelle ---- 26
4.4.3 Houle décennale ---- 27
4.4.4 Houle cinquantennale ---- 28
4.4.5 Houle centennale ---- 29
4.5 CONCLUSION SUR L'AGITATION ---- 29

5 EVALUATION DE L'IMPACT HYDRO-SEDIMENTAIRE ---- 30
5.1 INTRODUCTION ---- 30
5.2 METHODOLOGIE ---- 30
5.2.1 Chaine de modélisation ---- 30
5.2.2 Données ---- 31
5.2.3 Description des scénarios ---- 33
5.3 RESULTATS – COMPARAISON DES CONFIGURATIONS ACTUELLE ET PROJETEE ---- 34
5.3.1 Vitesses à l'intérieur et aux abords du port ---- 34
5.3.2 Contrainte de cisaillement au fond ---- 35
5.3.3 Evolution bathymétrie ---- 36
5.3.4 Remise en suspension ---- 38
5.4 CONCLUSION SUR LE TRANSPORT HYDRO-SEDIMENTAIRE ---- 41

6 CONCLUSION ---- 42

Liste des illustrations

Figure 1 : Plan masse du projet de sécurisation [5] ---------- 7
Figure 2 : Profil BB de la digue Est, hors présence du mur abri [6] ---------- 9
Figure 3 : Photo d'un franchissement de la zone Nord, hors présence du mur abri [7] ----------10
Figure 4 : Profil KK de la digue Est, avec présence du mur abri (non visible) arasé à +4.60 mNGF [6]----------12
Figure 5 : Profil QQ5 projeté de la digue Sud (en pointillé le profil actuel) ----------15
Figure 6 : Photo d'un franchissement au niveau de la zone Sud (04/05/2010) [7] ----------16
Figure 7 : Bathymétrie des modèles d'agitation (actuel à gauche, projets à droite) ----------21
Figure 8 : Nature des frontières des modèles d'agitation (actuel à gauche, projet à droite) ----------22
Figure 9 :Résultats d'agitation pour la houle anuelle de provenance Est ----------23
Figure 10 :Résultats d'agitation pour la houle décennale de provenance Est----------23
Figure 11 :Résultats d'agitation pour la houle cinquantennale de provenance Est----------24
Figure 12 :Résultats d'agitation pour la houle centennale de provenance Est----------24
Figure 13 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle annuelle de provenance Est ----------26
Figure 14 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle decennale de provenance Est ----------27
Figure 15 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle cinquantennale de provenance Est ----------28
Figure 16 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle centennale de provenance Est ----------29
Figure 17 :Cartographie des fonds aux abords de port la Galère Données issues de la plateforme cartographique medtrix (www.medtrix.fr) ----------32
Figure 18 :Résultats de courantologie ----------34
Figure 19 :Résultats de contraintes de cisaillement au fond----------35
Figure 20 :Résultats d'évolution bathymétrique ----------37
Figure 22 :Résultats de remise en suspension (sable grossier)----------39
Figure 22 :Résultats de remise en suspension (fines)----------40

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques de houles de projet de provenance Est et à proximité du port ---------- 9

Tableau 2 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état actuel, hors présence du mur abri ---------10

Tableau 3 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état projeté, hors présence du mur abri -------11

Tableau 4 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état actuel, avec présence du mur abri ---------13

Tableau 5 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état projeté, avec présence du mur abri -------14

Tableau 6 : Caractéristiques de houles de projet de provenance Sud et à proximité du port ----------15

Tableau 7 : Evaluation des franchissements pour la digue Sud dans l'état actuel. En retenant une largeur de crête égale à 5.0m, les résultats obtenus sont très proche de ceux obtenus en [2] ----------16

Tableau 8 : Evaluation des franchissements pour la digue Sud dans l'état projeté----------17

Tableau 9 : Détermination des efforts sur le mur selon la méthode PROVERBS ----------18

Tableau 10 : Détermination des ancrages à mettre en oeuvre au niveau de la réhausse (digue Sud) ----------19

Tableau 11 : Critères d'agitation admissibles dans un port de plaisance (standard Nord-Américain)----------25

Tableau 12 : Critères de référence retenus pour l'étude d'agitation ----------25

Tableau 13 :Caractéristiques des houles d'Est à proximité du port et intensités de vents asaociées ----------33

1 Introduction

1.1 Objet

Notre bureau d'études ACRI-IN s'est vu confié la mission d'étudier les travaux qui doivent être effectués pour réhabiliter le port en améliorant l'agitation résiduelle ainsi que le franchissement des paquets de mer dans le port lors des événements tempêtes.

Ce travail s'inscrit dans la continuité d'études déjà réalisées lors du projet d'aménagement du port où ACRI-IN a porté l'assistance technique de la restructuration du Port de la Galère.

Le document présent s'appuiera sur les premiers travaux de modélisation (physique et numérique) préalablement réalisés et documentés dans les rapports référence.

Ce document présente les travaux projetés et optimisés pour mettre en sécurité le port vis-à-vis des houles de projet définies préalablement.

1.2 Références en annexe

- Anciens rapports
  - [1] IN647-A1586_PortLaGalere_Conditions_Hydrodynamiques_v1.pdf
  - [2] IN647-A1586_PortLaGalere_Essais2D_zoneSud_v0.pdf
  - [3] IN647-A1586_PortLaGalere_Travaux_projetes_v0.pdf
  - [4] IN647-A1586_PortLaGalere_Synthese_v0.1_ssrevision

- Plan masse et coupes du projet retenu
  - [5] IN647-A1732_PRO_PLANS_2022_A-general.pdf
  - [6] IN647-A1732_PRO_PLANS_2022_A-coupes.pdf

2 Les travaux de sécurisation projetés

Les travaux de sécurisation du Port de La Galère comprennent deux types de travaux avec la reprise et le confortement de la carapace de protection en enrochements de la digue du large, dans ces différentes zones, ainsi que la création d'ouvrages amortissants à l'entrée du bassin portuaire.

Confortement de la carapace de protection en enrochements

Le confortement de la digue se limitera à sa partie supérieure afin de ne pas impacter le pied de la digue et éviter ainsi tout impact des travaux sur le fond marin et ses habitats marins protégés.

- Zone Est :
  - Confortement de la carapace en enrochement
  - Elévation de la crête de l'enrochement

- Zone Sud :
  - Confortement de la carapace en enrochement
  - Elévation de la crête de l'enrochement
  - Extension de la largeur de crête
  - Rehaussement du mur-abri existant à la même arase que celui du linéaire Est

Création d'ouvrages amortissants à l'entrée du bassin portuaire

- Réalisation d'un môle amortissant dans le prolongement du quai A (jetée principale). Cet ouvrage sera réalisé à partir de caissons en béton armé préfabriqués dont le volume intérieur sera partiellement comblé avec des enrochements qui participeront à la dissipation de l'énergie de la houle. Ce môle réduira la largeur du plan d'eau avant les postes d'amarrage des différentes unités.
- Réalisation d'un bassin d'utilité publique à l'Ouest, en remplacement de la cale de mise à l'eau existante. Cet ouvrage sera réalisé à partir d'éléments préfabriqués en béton armé et partiellement rempli d'enrochements. La modification de la nature de cette partie du port est nécessaire afin de limiter les entrées d'eau au niveau de la cale de mise à l'eau existante. Du déroctage sera nécessaire pour réaliser cet ouvrage (-2.5 mNGF).

Pour rappel, les catégories d'enrochements prévues pour les travaux sont les suivantes :

- Carapace de protection : 7-10 tonnes
- Sous couche filtre : 0.5-1.5 tonnes
- Enrochements pour remplissage des ouvrages amortissants : 0.5-1.5 tonnes

Finalement, les deux pontons situés le long du quai E seront remplacés par un seul et unique ponton de même longueur afin de permettre une meilleure adéquation des postes d'amarrage avec la taille des navires sur site.

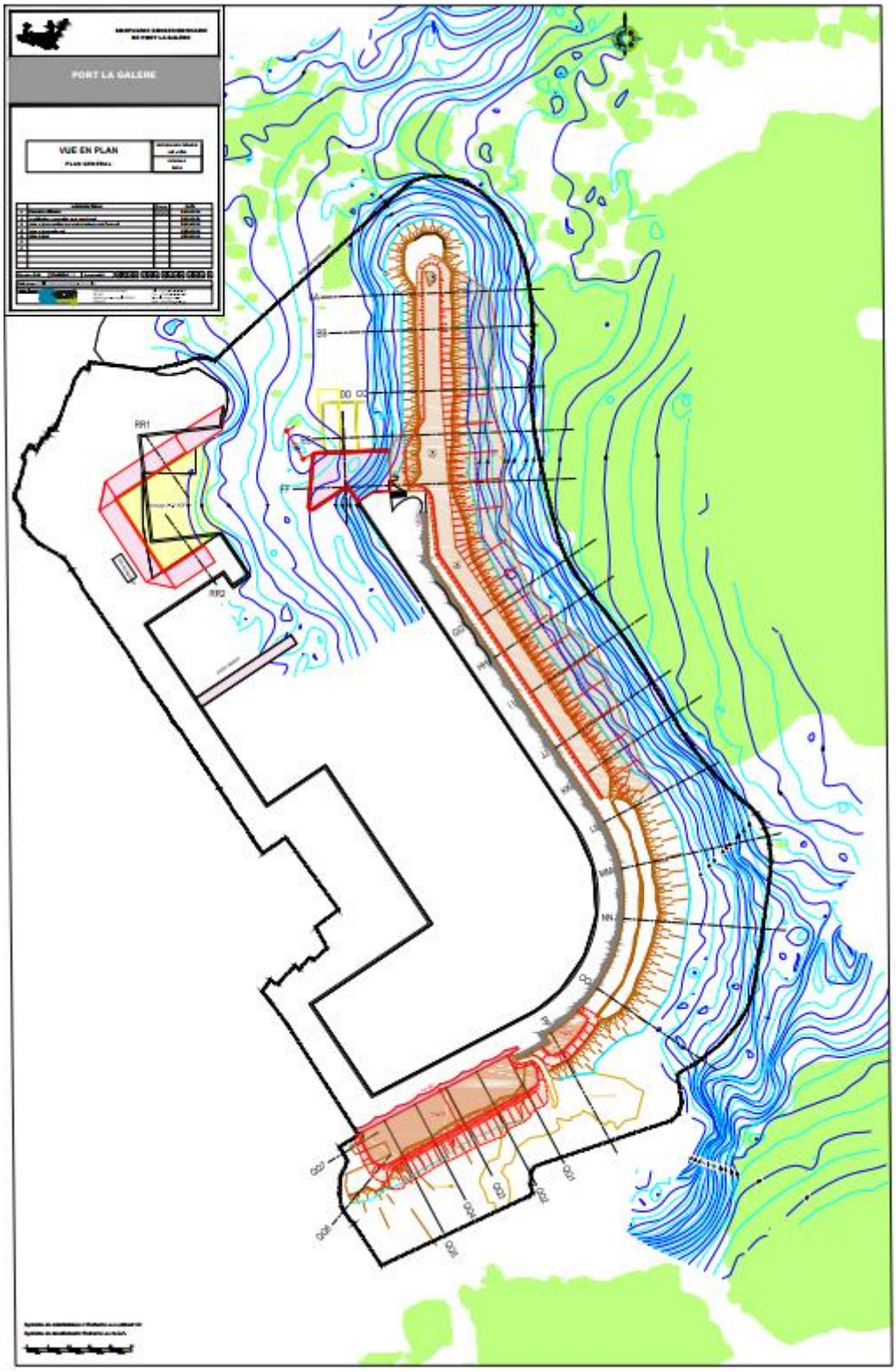


Figure 1 : Plan masse du projet de sécurisation [5]

3 Débits moyens de franchissements

3.1 Méthodologie

L'évaluation des franchissements permet d'accéder aux risques associés des activités du port en fonction d'une houle annuelle, décennale, cinquantennale ou centennale. Ce risque[1] est quantifié en fonction d'un critère de débit. Les débits sont calculés en fonction de la typologie des ouvrages de protection de la houle.

Les éventuels franchissements sont calculés sur chaque tronçon d'ouvrage grâce aux recommandations de la seconde édition du manuel Eurotop[2]. Dans les précédentes études les franchissements étaient pris en compte selon les recommandations de la première édition du manuel. Les formulations empiriques de la seconde édition permettent la prise en compte de l'influence des avant-côtes peu profondes, pentes de perrés très raides, franchissements pour des revanches de crête proche de zéro ou négatives, etc.

Les conditions de houle de tempête annuelle, décennale, cinquantennale et centennale ont été déterminées précédemment3 lors de l'étude sur la restructuration du port. Les digues Est et Sud ont des conditions de houles distinctes. Elles sont choisies comme étant les plus impactantes pour les structures. Les deux digues ayant des orientations différentes il en résulte que les houles de projets n'ont pas les mêmes orientations.

3.2 Critères vis-à-vis de la sécurité

Concernant les risques associés aux débits moyens de franchissement obtenues, nous retreindrons les seuils suivants proposés par Yoshimi Goda et présentés dans [3]. Dans l'ordre croissant de débit moyen Q par mètre linéaire d'ouvrage, nous avons :

- **Q < 0.1 l/s/m** : les véhicules peuvent circuler à l'arrière de l'ouvrage. Ce débit correspond à des franchissements assez faibles, entre embruns et projection d'eau. Le franchissement peut devenir dangereux pour les piétons sur la digue elle-même, à partir de 0.03 l /s/m.
- **0.1 l/s/m < Q < 0.3 l/s/m** : le stationnement de véhicule est déconseillé juste à l'arrière de l'ouvrage. La circulation des piétons commence à être risquée et doit se faire avec prudence.
- **0.3 l/s/m < Q < 1.0 l/s/m** : le stationnement de véhicule à l'arrière de l'ouvrage est dangereux, la circulation des piétons fortement déconseillée. Les franchissements commencent à se faire par « lame d'eau ».
- **1.0 l/s/m < Q < 10.0 l/s/m** : à partir de 1.0 l/s/m, les lames d'eau franchissant l'ouvrage peuvent déplacer des véhicules stationnés à l'arrière. La circulation des piétons doit être interdite. Jusqu'à 10.0 l/s/m, les dégâts sur les infrastructures robustes restent nuls. Au-delà de ce débit de franchissement, selon la nature de l'infrastructure exposée à l'arrière de l'ouvrage, les risques d'endommagement sont plus ou moins élevés, mais certaines, conçues dans ce but, peuvent théoriquement résister à des débits atteignant 200.0 l/s/m.

[1] Cf paragraphe 4.2 du rapport IN647-A1586_PortLaGalere_Travaux_projetes_v0.pdf
[2] Eurotop : Manuel sur le franchissement par les vagues des défenses maritimes et des structures associées
[3] Cf rapport IN647-A1586_PortLaGalere_Conditions_Hydrodynamiques_v1.pdf

3.3 Digue Est

Comme évoqué dans le paragraphe 2 de ce présent rapport, il est prévu pour la digue Est de renforcer la carapace de l'enrochement, de rehausser la crête de l'ouvrage.

Les orientations des houles les plus impactantes pour le franchissement dans cette zone sont celles en provenance du secteur [N90° ; N120°[, c-à-d les houle d'Est

Etat reference	1an	10ans	50ans	100ans	unités	Description
paramètres houle						
Hm0	2.40	3.30	4.00	4.30	m	Hauteur de houle
Tp	8.5	9.7	10.4	10.7	s	Période pic de la houle
beta	0	0	0	0	°	Angle d'incidence de la houle
niveau eau	0.48	0.63	0.68	0.83	mNGF	Niveau d'eau au repos

Tableau 1 : Caractéristiques de houles de projet de provenance Est et à proximité du port

3.3.1 Digue Est, hors présence du mur abri

La coupe type suivante présente le confortement projeté et le relevé actuel de la digue.

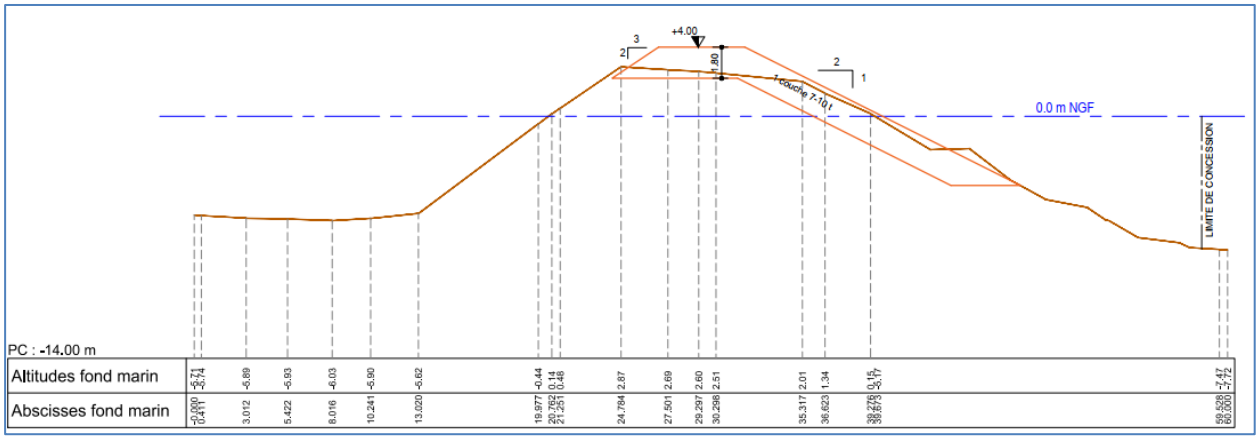


Figure 2 : Profil BB de la digue Est, hors présence du mur abri [6]

Figure 3 : Photo d'un franchissement de la zone Nord, hors présence du mur abri [7]

Etat reference	1an	10ans	50ans	100ans	unités	Description
paramètres digue						
cotan α	2.00	2.00	2.00	2.00	-	pente de la carapace
Ac	2.00	2.00	2.00	2.00	mNGF	hauteur crête enrochements
Rc	2.80	2.80	2.80	2.80	mNGF	revanche de crête, mur couronnement
Gc	10.00	10.00	10.00	10.00	m	largeur de crête
Gamma f	0.40	0.40	0.40	0.40	-	Coefficient réducteur lié à la rugosité
B	0.00	0.00	0.00	0.00	m	largeur de berme
Run-up						
Ru2% retenu	3.24	4.43	5.35	5.75	m	Niveau atteint par 2% des vagues
Ru2% avec ne	3.72	5.06	6.03	6.58	mNGF	Elévation au dessus du NE
Débits (L^3/s/ml)						
q design	5.05	66.7	196	333		mean value apporach
q design	11.5	116	308	496		design value approach
Débits (L^3/s/ml) avec prise en compte de l'influence de la largeur de crête						
Cr	0.006	0.032	0.072	0.093	-	influence largeur de crête
q design	0.030	2.17	14.1	31.1	L/s/ml	mean value apporach
q design	0.068	3.77	22.2	46.4	L/s/ml	design value approach

Tableau 2 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état actuel, hors présence du mur abri

Pour la digue Est dans l'état actuel, hors présence du mur abri, les évaluations de franchissement montrent qu'à partir d'une houle décennale la digue n'est plus praticable car les débits moyens de franchissement obtenus avec prise en compte de la largeur de crête dépassent le seuil de 1 L/s/ml. A partir de la houle cinquantennale, les débits moyens de franchissement correspondent à un seuil de dangerosité pour les éléments situés derrière la digue (Q>10 L/s/ml).

A noter que les résultats ci-dessus sont très proche de ceux calculés avec la première version Eurotop.

Afin de limiter le franchissement des paquets de mer de la digue Est lors des événements de tempêtes, une des solutions retenues est d'augmenter la hauteur de crête (Ac identique à Rc dans le cas présent) de l'ouvrage. Il a été choisi d'augmenter la hauteur de crête jusqu'au +4.0 mNGF sur une largeur de crête (Gc) d'au moins 5.0m.

Etat reference	1an	10ans	50ans	100ans	unités	Description
paramètres digue						
cotan α	2.00	2.00	2.00	2.00	-	pente de la carapace
Ac	4.00	4.00	4.00	4.00	mNGF	hauteur crête enrochements
Rc	4.00	4.00	4.00	4.00	mNGF	revanche de crête, mur couronnement
Gc	5.00	5.00	5.00	5.00	m	largeur de crête
Gamma f	0.40	0.40	0.40	0.40	-	Coefficient réducteur lié à la rugosité
B	0.00	0.00	0.00	0.00	m	largeur de berme
Run-up						
Ru2% retenu	3.24	4.43	5.35	5.75	m	Niveau atteint par 2% des vagues
Ru2% avec ne	3.72	5.06	6.03	6.58	mNGF	Elévation au dessus du NE
Débits (L^3/s/ml)						
q design	0.109	5.49	28.4	59.1		mean value apporach
q design	0.405	13.1	57.1	110		design value approach
Débits (L^3/s/ml) avec prise en compte de l'influence de la largeur de crête						
Cr	0.134	0.315	0.469	0.535	-	influence largeur de crête
q design	0.015	1.73	13.3	31.6	L/s/ml	mean value apporach
q design	0.054	4.15	26.8	58.7	L/s/ml	design value approach

Tableau 3 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état projeté, hors présence du mur abri

Le confortement de cette zone de la digue ne modifie que très peu les résultats, avec des débits moyens de franchissement obtenus légèrement supérieurs à ceux de la configuration actuelle.

Nonobstant cette situation équivalente en termes de franchissements, la repise et le confortement de la carapace de protection permettra de solutionner le tassement de la digue et de redonner un profil continu à l'ouvrage.

3.3.2 Digue Est, avec présence du mur abri

La coupe type suivante présente le confortement projeté et le relevé actuel de la digue.

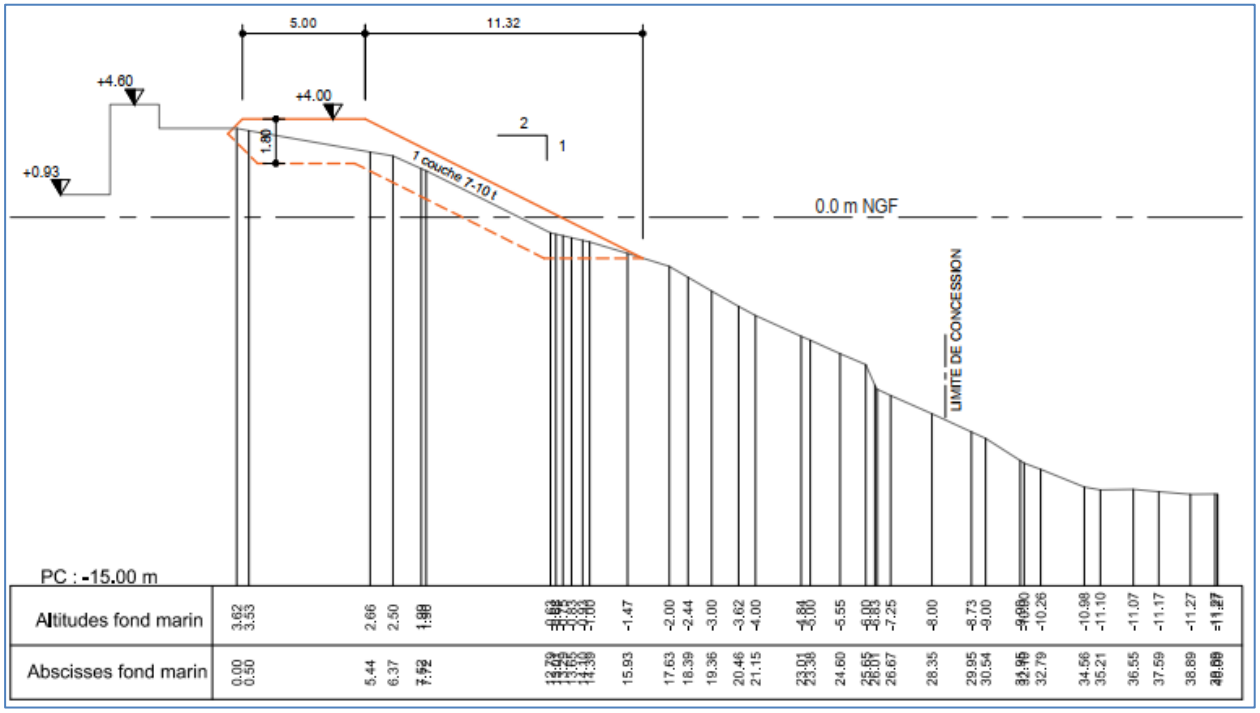


Figure 4 : Profil KK de la digue Est, avec présence du mur abri (non visible) arasé à +4.60 mNGF [6]

Etat reference	1an	10ans	50ans	100ans	unités	Description
paramètres digue						
cotan α	2.70	2.70	2.70	2.70	-	pente de la carapace
Ac	3.70	3.70	3.70	3.70	mNGF	hauteur crête enrochements
Rc	4.60	4.60	4.60	4.60	mNGF	revanche de crête, mur couronnement
Gc	0.00	0.00	0.00	0.00	m	largeur de crête
Gamma f	0.40	0.40	0.40	0.40	-	Coefficient réducteur lié à la rugosité
B	0.00	0.00	0.00	0.00	m	largeur de berme
Run-up						
Ru2% retenu	3.09	4.24	5.11	5.49	m	Niveau atteint par 2% des vagues
Ru2% avec ne	3.57	4.87	5.79	6.32	mNGF	Elévation au dessus du NE
Débits (L^3/s/ml)						
q design	0.014	1.41	9.9	22.9		mean value apporach
q design	0.066	4.02	22.8	48.0		design value approach
Débits (L^3/s/ml) avec prise en compte de l'influence de la largeur de crête						
Cr	1.000	1.000	1.000	1.000	-	influence largeur de crête
q design	0.014	1.41	9.9	22.9	L/s/ml	mean value apporach
q design	0.066	4.02	22.8	48.0	L/s/ml	design value approach

Tableau 4 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état actuel, avec présence du mur abri

Pour la digue Est dans l'état actuel, avec présence du mur abri, les évaluations de franchissement montrent qu'à partir d'une houle décennale la digue n'est plus praticable car les débits moyens de franchissement obtenus avec prise en compte de la largeur de crête dépassent le seuil de 1 L/s/ml. A partir de la houle cinquantennale, les débits moyens de franchissement correspondent à un seuil de dangerosité pour les éléments situés derrière la digue (Q>10 L/s/ml).

Afin de limiter le franchissement des paquets de mer de la digue Est lors des événements de tempêtes, une des solutions retenues est d'augmenter la hauteur de crête des enrochements (Ac) et de reprendre la pente du talus. Il a été choisi de créer une crête de largeur 5.0m (Gc).

paramètres digue						
cotan α	**2.00**	**2.00**	**2.00**	**2.00**	**-**	**pente de la carapace**
Ac	**4.00**	**4.00**	**4.00**	**4.00**	**mNGF**	**hauteur crête enrochements**
Rc	**4.60**	**4.60**	**4.60**	**4.60**	**mNGF**	**revanche de crête, mur couronnement**
Gc	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**5.00**	**m**	**largeur de crête**
Gamma f	**0.40**	**0.40**	**0.40**	**0.40**	**-**	**Coefficient réducteur lié à la rugosité**
B	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**m**	**largeur de berme**
Run-up						
Ru2% retenu	**3.24**	**4.43**	**5.35**	**5.75**	**m**	**Niveau atteint par 2% des vagues**
Ru2% avec ne	**3.72**	**5.06**	**6.03**	**6.58**	**mNGF**	**Elévation au dessus du NE**
Débits (L^3/s/ml)						
q design	**0.014**	**1.41**	**9.9**	**22.9**		**mean value apporach**
q design	**0.066**	**4.02**	**22.8**	**48.0**		**design value approach**
Débits (L^3/s/ml) avec prise en compte de l'influence de la largeur de crête						
Cr	**0.134**	**0.315**	**0.469**	**0.535**	**-**	**influence largeur de crête**
q design	**0.002**	**0.44**	**4.6**	**12.2**	**L/s/ml**	**mean value apporach**
q design	**0.009**	**1.27**	**10.7**	**25.7**	**L/s/ml**	**design value approach**

Tableau 5 : Evaluation des franchissements pour la digue Est dans l'état projeté, avec présence du mur abri

Le confortement de cette zone divise au moins par deux les débits moyens de franchissement par rapport à l'état actuel. A noter que pour la houle décennale, le risque sur les biens et les personnes est fortement diminué puisque le débit moyen de franchissement est divisé par presque quatre par rapport à la configuration actuelle.

3.4 Digue Sud

Comme évoqué dans le paragraphe 2 de ce présent rapport, il est prévu pour la digue Sud de renforcer la carapace de l'enrochement, de rehausser la crête de l'ouvrage, d'étendre la longueur de crête et aussi de rehausser le mur.

Les houles de projet de la digue Sud ne sont pas identiques à celles de la digue Est car le secteur de provenance [N90° ; N120°[n'est pas autant pénalisant pour la partie Sud de la digue du large du Port de La Galère que la partie Est. Les secteurs impactant pour la digue Sud sont [N160° ; N180°[et [N180° ; N210°[.

Les orientations des houles les plus impactantes pour le franchissement sont de secteur Sud pour la digue Sud. Les caractéristiques des houles de périodes de retour annuelle, décennale, cinquantennale et centennale sont répertoriées dans le tableau ci-après :

Etat référence	1an	10ans	50ans	100ans	unités	Description
paramètres houle						
Hm0	**1.80**	**2.40**	**2.80**	**3.00**	**m**	**Hauteur de houle**
Tp	**7.6**	**8.8**	**9.5**	**9.8**	**s**	**Période pic de la houle**
beta	**0**	**0**	**0**	**0**	**°**	**Angle d'incidence de la houle**
niveau eau	**0.48**	**0.63**	**0.68**	**0.83**	**mCM**	**Niveau d'eau au repos**

Tableau 6 : Caractéristiques de houles de projet de provenance Sud et à proximité du port

La coupe suivante présente le confortement projeté avec en pointillés le profil de l'existant.

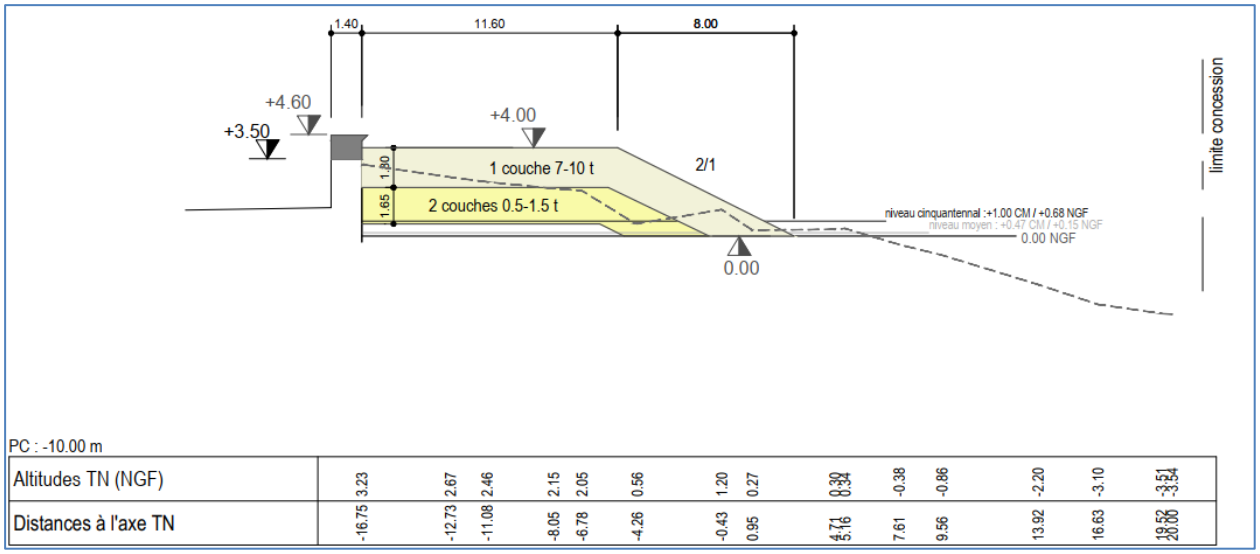


Figure 5 : Profil QQ5 projeté de la digue Sud (en pointillé le profil actuel)

Figure 6 : Photo d'un franchissement au niveau de la zone Sud (04/05/2010) [7]

Etat référence	1an	10ans	50ans	100ans	unités	Description
paramètres digue						
cotan α	2.00	2.00	2.00	2.00	-	pente de la carapace
Ac	2.50	2.50	2.50	2.50	mNGF	hauteur crête enrochements
Rc	3.50	3.50	3.50	3.50	mNGF	revanche de crête, mur couronnement
Gc	10.00	10.00	10.00	10.00	m	largeur de crête
Gamma f	0.45	0.45	0.45	0.45	-	Coefficient réducteur lié à la rugosité
B	0.00	0.00	0.00	0.00	m	largeur de berme
Run-up						
Ru2% retenu	2.74	3.66	4.27	4.57	m	Niveau atteint par 2% des vagues
Ru2% avec ne	3.22	4.29	4.95	5.40	mNGF	Elévation au dessus du NE
Débits (L^3/s/ml)						
q design	0.058	2.51	10.6	24.0	L/s/ml	mean value apporach
q design	0.221	6.24	22.6	47	L/s/ml	design value approach
Influence crête						
Cr	0.00	0.01	0.01	0.02	-	influence largeur de crête
q design	0.000	0.015	0.15	0.50	L/s/ml	mean value apporach
q design	0.000	0.037	0.33	0.96	L/s/ml	design value approach
Résultat obtenus en canal à houle						
q	0.013	0.60	4.8	14.2	L/s/ml	

Tableau 7 : Evaluation des franchissements pour la digue Sud dans l'état actuel. En retenant une largeur de crête égale à 5.0m, les résultats obtenus sont très proche de ceux obtenus en [2]

Les hauteurs de houle au niveau de la zone Sud étant moins élevées qu'au niveau de la digue Nord, les débits moyens de franchissement calculés y sont moins importants, d'après les formules employées.

Pour que la digue devienne dangereuse à la circulation pour les véhicules et les piétons, il faut dans l'état actuel une houle cinquantennale.

Néanmoins les formules et les résultats de la campagne d'essais indiquent que le seuil des 0.3 l/s/ml est atteint pour une houle décennale : ce seuil indique que la circulation est fortement déconseillée pour les piétons et que le stationnement des véhicules devient périlleux.

Afin de renforcer la sécurité lors des événements de tempêtes, une augmentation de l'arase du mur (au niveau +4.60 mNGF, comme le reste du linéaire) ainsi que la surélévation de la crête de l'enrochement est proposée ainsi qu'un allongement de la largeur qui passe à 12,60m.

Etat référence	1an	10ans	50ans	100ans	unités	Description
paramètres digue						
cotan α	2.00	2.00	2.00	2.00	-	pente de la carapace
Ac	4.00	4.00	4.00	4.00	mNGF	hauteur crête enrochements
Rc	4.60	4.60	4.60	4.60	mNGF	revanche de crête, mur couronnement
Gc	11.60	11.60	11.60	11.60	m	largeur de crête
Gamma f	0.45	0.45	0.45	0.45	-	Coefficient réducteur lié à la rugosité
B	0.00	0.00	0.00	0.00	m	largeur de berme
Run-up						
Ru2% retenu	2.74	3.66	4.27	4.57	m	Niveau atteint par 2% des vagues
Ru2% avec ne	3.22	4.29	4.95	5.40	mNGF	Elévation au dessus du NE
Débits (L^3/s/ml)						
q design	0.001	0.106	0.801	2.344	L/s/ml	mean value apporach
q design	0.004	0.395	2.377	6.14	L/s/ml	design value approach
Influence crête						
Cr	0.00	0.00	0.01	0.01	-	influence largeur de crête
q design	0.000	0.000	0.005	0.022	L/s/ml	mean value apporach
q design	0.000	0.001	0.015	0.057	L/s/ml	design value approach

Tableau 8 : Evaluation des franchissements pour la digue Sud dans l'état projeté

Ces propositions de modifications de la carapace d'enrochement de la digue Sud sont très bénéfiques pour le risque de franchissement. Car les risques de franchissement deviennent négligeables selon la formule déterministe et faible selon la formule probabiliste. Avec cette configuration, les opérations portuaires seraient plus impactées par les vents que la houle dans la partie Sud du port.

3.4.1 Réhausse du mur abri

La réhausse du mur abri se fera sur une hauteur de 1.10m.

Le calcul des efforts s'exerçant sur le mur sont calculés avec les formules proposées dans l'ouvrage PROVERBS. Compte tenu de la configuration de la digue, elle est assimilée à un mur de couronnement sur un talus en enrochements. Dans ce cas de figure, l'ensemble des vagues auront déferlé an amont du mur. Le tableau suivant présente les résultats du calcul des efforts sur la hauteur globale du mur.

Paramètres Structure (referentiel altimétrique CM)						
Arase mur	4.60	4.60	4.60	4.60	**mNGF**	
Arase Talus	4.00	4.00	4.00	4.00	**mNGF**	
prof en pied	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	**mNGF**	
pente du talus	2.00	2.00	2.00	2.00	**-**	
largeur talus	11.60	11.60	11.60	11.60	**m**	
ne	0.48	0.63	0.68	0.83	**mNGF**	
Paramètres Houle						
ρw	**1025**	**1025**	**1025**	**1025**	**kg/m3**	masse volumique de l'eau de mer
hs	**2.98**	**3.13**	**3.18**	**3.33**	**m**	profondeur d'eau devant l'ouvrage
Hs	1.80	2.40	2.80	3.00	**m**	hauteur significative de la houle (profondeur h0)
Tp	7.60	8.80	9.50	9.80	**s**	Période pic de la houle
β	**0**	**0**	**0**	**0**	**°**	incidence de la houle
Paramètres Structure						
d	**-3.52**	**-3.37**	**-3.32**	**-3.17**	**m**	profondeur d'eau devant la partie verticale
dc	**4.00**	**4.00**	**4.00**	**4.00**	**m**	hauteur de caisson protégée par le talus sous-marin
Bb	**11.60**	**11.60**	**11.60**	**11.60**	**m**	largeur de berme
Rc	**4.12**	**3.97**	**3.92**	**3.77**	**m**	revanche de crête
Ac	**3.52**	**3.37**	**3.32**	**3.17**	**m**	hauteur de berme au dessus du niveau d'eau au repos
wf	**0.48**	**0.63**	**0.68**	**0.83**	**m**	elevation fondation du mur (au dessus du ne)
Hauteurs de houle (profondeur hs)						
Hmaxb	**2.32**	**2.44**	**2.48**	**2.60**	**m**	Hauteur max liée à la profondeur hs (Hmaxb/hs=0.78)
Hb	**10.73**	**12.44**	**13.26**	**13.95**	**m**	Hauteur max au déferlement à 5.Hs de la structure
H1/250	**3.24**	**4.32**	**5.04**	**5.40**	**m**	Hauteur H1/250 (Goda,1985)
H1/3	**1.80**	**2.40**	**2.80**	**3.00**	**m**	Hauteur H1/3 (Goda,1985)
Calcul des efforts horizontaux sur le mur de couronnement						
Fcw;deferl	**12.2**	**19.0**	**23.7**	**23.6**	**kN**	effort vague deferlée sur mur de couronnement

Tableau 9 : Détermination des efforts sur le mur selon la méthode PROVERBS

Les efforts maximaux qui s'appliqueront sur l'ensemble du mur (hauteur considérée de 4.60m) seront proches de 24kN, soit un peu moins de 2.5 tonnes par mètre linéaire de mur.

Pour déterminer, les ancrages à mettre en œuvre, nous considérons, d'un point de vue conservatif, que l'effort s'applique uniquement à la réhausse.

Le tableau suivant présente le calcul des ancrages à mettre en œuvre pour assurer la repise de ces efforts. Afin de limiter le nombre de barres à mettre en œuvre, nous considérons la mise en œuvre de deux barres tous les 3m. On applique donc un coefficient égala à trois sur l'effort considéré.

Effort horizontal	**12.17**	**18.96**	**23.70**	**23.64**	***kN***
coefficient sur l'effort	**3.0**	**3.0**	**3.0**	**3.0**	**-**
Force considérée	**36.52**	**56.87**	**71.11**	**70.92**	***kN***
Nombre de barres	**2**	**2**	**2**	**2**	***u***
Resistance à la compression/traction de l'acier	**500**	**500**	**500**	**500**	***Mpa***
(resistance acier)$^{-1}$ aux ELU	**10.13**	**10.13**	**10.13**	**10.13**	**-**
Ø minimal des des barres	**15.35**	**19.15**	**21.42**	**21.39**	***mm***
Longueur minimale d'ancrage	**0.68**	**0.84**	**0.94**	**0.94**	***m***
Resistance à la compression du béton	**25.00**	**25.00**	**25.00**	**25.00**	***Mpa***
Contrainte d'adherence HA	**2.84**	**2.84**	**2.84**	**2.84**	**-**
Longueur scellement utile à l'adherence	**0.68**	**0.84**	**0.94**	**0.94**	***m***

Tableau 10 : Détermination des ancrages à mettre en oeuvre au niveau de la réhausse (digue Sud)

Le calcul est effectué en considérant un béton de type C25/35 et une résistance de l'acier égale à 500MPa.

Pour la réhausse projetée, il conviendra de mettre en œuvre deux barres HA de diamètre 25mm à minima tous les trois mètres linéaires de réhausse. Chaque barre d'ancrage devra avoir une longueur minimale de 2m, et devra être ancrée sur 1m à minima de part et d'autre de la zone de jonction.

4 Agitation

Pour étudier l'agitation portuaire, nous avons mis en œuvre le modèle ARTEMIS (chaîne TELEMAC).

La situation actuelle et deux configurations d'aménagement projetées ont été modélisées pour les houles de projet du secteur de provenance [N90° ; N120°[au large, soit le secteur de provenance Est. Les trois modèles étudiés sont :

- Etat actuel du port
- Etat projeté avec création d'un môle amortissant au bout du quai Est et remplacement de la cale de mise à l'eau existante par un bassin amortissant.
- Etat projeté avec création d'un môle amortissant au bout du quai Est et remplacement de la cale de mise à l'eau existante par un bassin amorisant, avec une orientation différente au cas précédant.

4.1 Présentation du modèle ARTEMIS

Le code spectral de propagation de la houle en zone côtière et portuaire ARTEMIS (Agitation and Refraction with Telemac on the Mild Slope equation) a été développé par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de EDF. Il s'agit de l'un des codes de calcul du système TELEMAC, une chaîne de calcul destinée à l'étude des écoulements à surface libre dans les milieux naturels.

Au sein de la chaîne TELEMAC, le module de simulation ARTEMIS est dédié à la propagation de la houle en zone côtière et portuaire.

Les processus de déformation de la houle faisant intervenir la réfraction, la diffraction, la réflexion et la dissipation de l'énergie peuvent être modélisés. ARTEMIS peut être notamment utilisé pour l'agitation portuaire, les seiches, la modélisation du shoaling (modification de la houle par la variation de profondeur), la diffraction derrière un ouvrage ou la réflexion de la houle par les fonds ou d'autres obstacles comme une île, un port ou une structure.

ARTEMIS résout l'équation de Berkhoff par la méthode des éléments finis dont le maillage est délimité par :

- Les frontières physiques de la zone d'étude sur lesquelles on fixe des coefficients de réflexion partielle représentatifs des effets de dissipation d'énergie. Pour les frontières réfléchissantes uniquement, le rapport d'amplitude des vagues (onde réfléchie) /(onde incidente), est habituellement d'environ :
  - 0,9 à 0,99 pour un mur vertical ;
  - 0,5 pour un talus en enrochements (digue…), variable selon la pente et la cambrure des vagues ;
  - 0,1 pour une plage.
- Une frontière ouverte fictive en entrée du modèle, sur laquelle on fixe les caractéristiques de l'onde incidente issues par exemple d'un modèle de propagation des vagues du large vers la côte ou calculées analytiquement. Dans le cas présent, les caractéristiques de l'onde incidente à l'entrée du modèle ARTEMIS sont issues des simulations de propagation réalisées à l'aide du modèle SWAN.

Les houles appliquées le long de la frontière d'entrée des modèles sont des houles spectrales monodirectionnelles.

4.2 Domaine d'étude

L'emprise du modèle d'agitation comprend la passe d'entrée au Port La Galère (parois rocheuses et digue du large), la totalité de l'enceinte portuaire et une zone d'environ 90 000 m² devant la passe d'entrée au Port.

Le calcul s'effectue sur un maillage d'éléments triangulaires dont la taille des mailles a été fixée à 1 m. Ces dispositions permettent une bonne représentation des géométries des différents aménagements projetés. Ainsi chaque modèle comporte environ 124 000 nœuds.

4.2.1 Bathymétrie

Les données bathymétriques considérées pour l'étude d'agitation sont :

- Données du relevé bathymétrique réalisé en juin 2017 (fichier source : Bathymetrie-Port-la-Galere-06-2017.dwg)
- Données du relevé bathymétrique complémentaire réalisé en octobre 2017 (fichier source : NGF_L93_Theoule_PortGalere_Capitainerie_Port.dwg)
- Litto3D de la partie maritime de la région PACA (SHOM - IGN) pour les zones non couvertes par les relevées

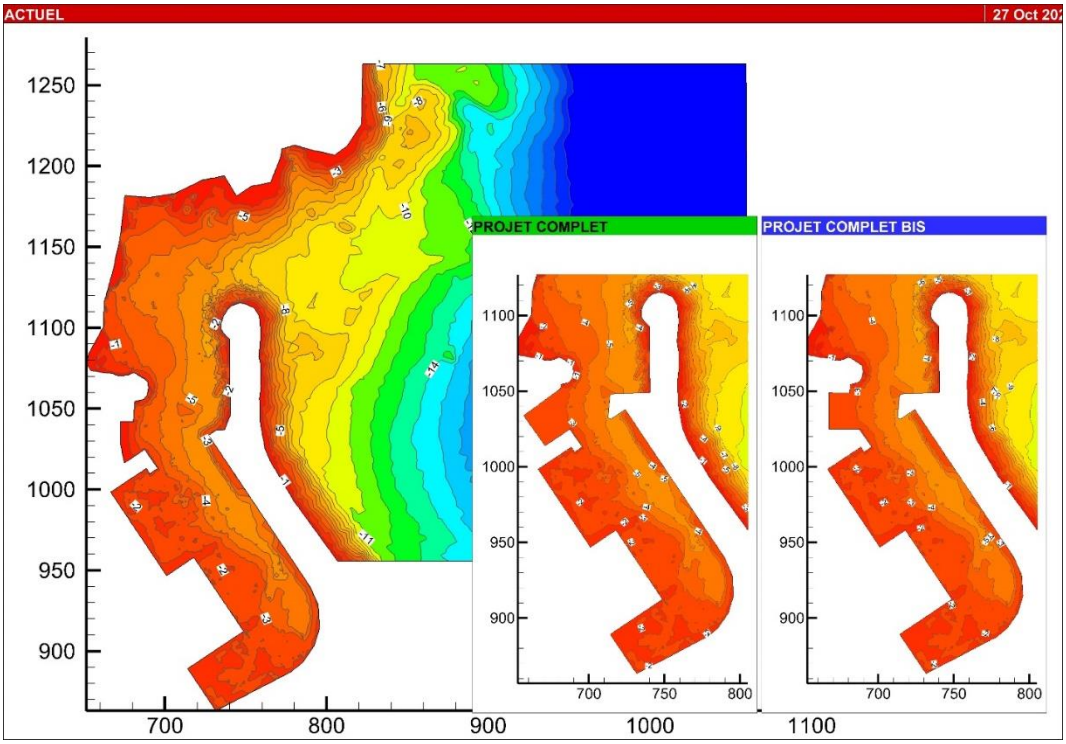


Figure 7 : Bathymétrie des modèles d'agitation (actuel à gauche, projets à droite)

A l'extérieur du port, la même bathymétrie est considérée pour les trois modèles d'agitation.

En configuration projet, la cale existante sera transformée en un bassin (niveau du bassin à -2.5 mNGF) destiné aux besoins publics, il sera désigné par bassin Ouest.

4.2.2 Frontières des modèles

La réflexion des ondes sur les ouvrages est un paramètre essentiel à prendre en compte pour simuler l'agitation dans un port. En effet, lorsqu'une partie de l'énergie des vagues pénètre par son ouverture plus ou moins exposée au large, il y a réflexion des ondes sur l'ensemble des ouvrages définissant les frontières intérieures du port, ce qui impacte son agitation.

Les coefficients de réflexion (de 0 - aucune réflexion - à 1 pour une réflexion à 100%) correspondent au rapport de la hauteur des vagues réfléchies sur la hauteur des vagues incidentes. Le coefficient de réflexion de chaque frontière réfléchissante a été défini selon sa nature, notamment celle de l'ouvrage qu'elle matérialise.

Pour cette étude, les coefficients de réflexion appliqués aux frontières sont présentés à la suite.

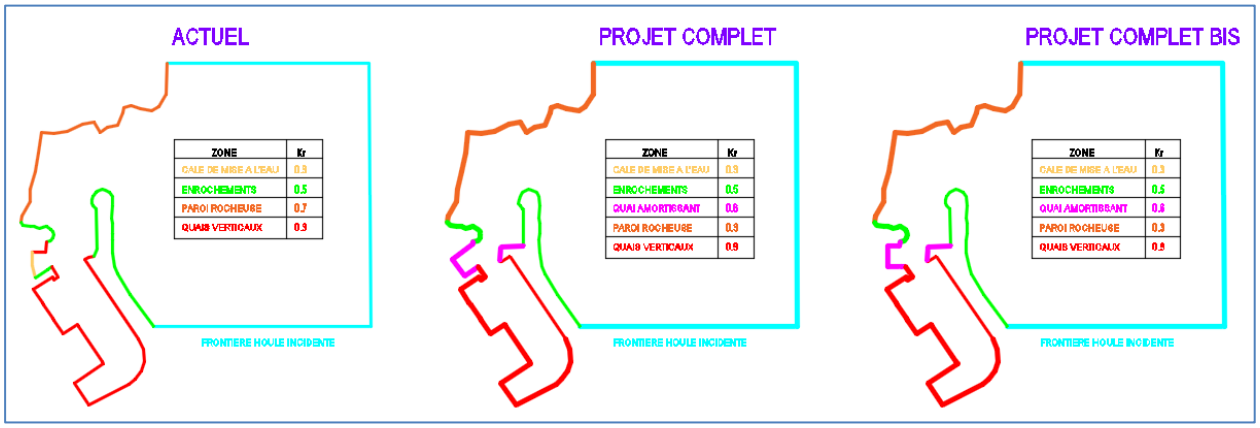


Figure 8 : Nature des frontières des modèles d'agitation (actuel à gauche, projet à droite)

Le port est protégé des houles du large par une digue en enrochements (Cr = 0.5).

Dans sa configuration actuelle, le port comporte une cale de mise à l'eau (Cr = 0.1) et des quais verticaux (Cr=0.9). Certaines zones intérieures au port présentent des zones d'enrochement.

En configuration projet, la cale de mise à l'eau sera remplacée par un bassin dont les quais seront de nature amortissante (Cr = 0.6).

A la suite, nous désignerons par zone A l'avant-port (zone de travaux d'aménagement) et par zone B, l'intérieur du port (qui ne subira aucune transformation). La limite entre ces deux zones est une ligne droite entre le quai de la station d'avitaillement et la fin des quais verticaux existants.

4.3 Résultats d'agitation

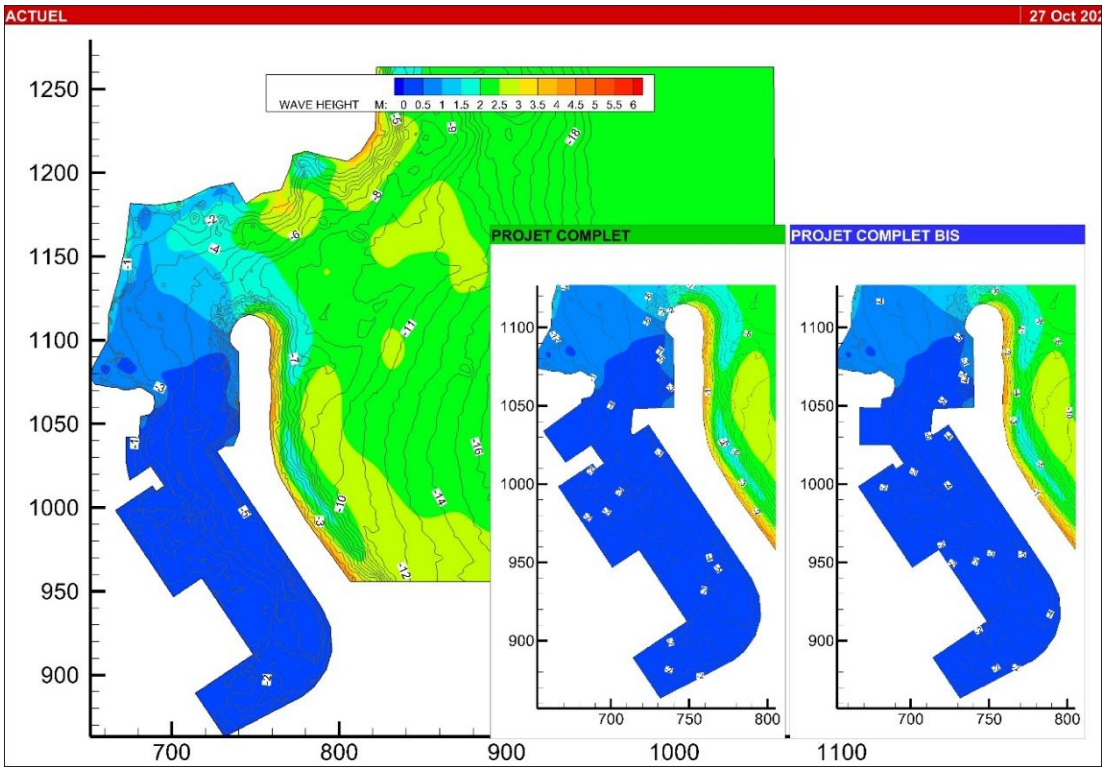


Figure 9 :Résultats d'agitation pour la houle anuelle de provenance Est

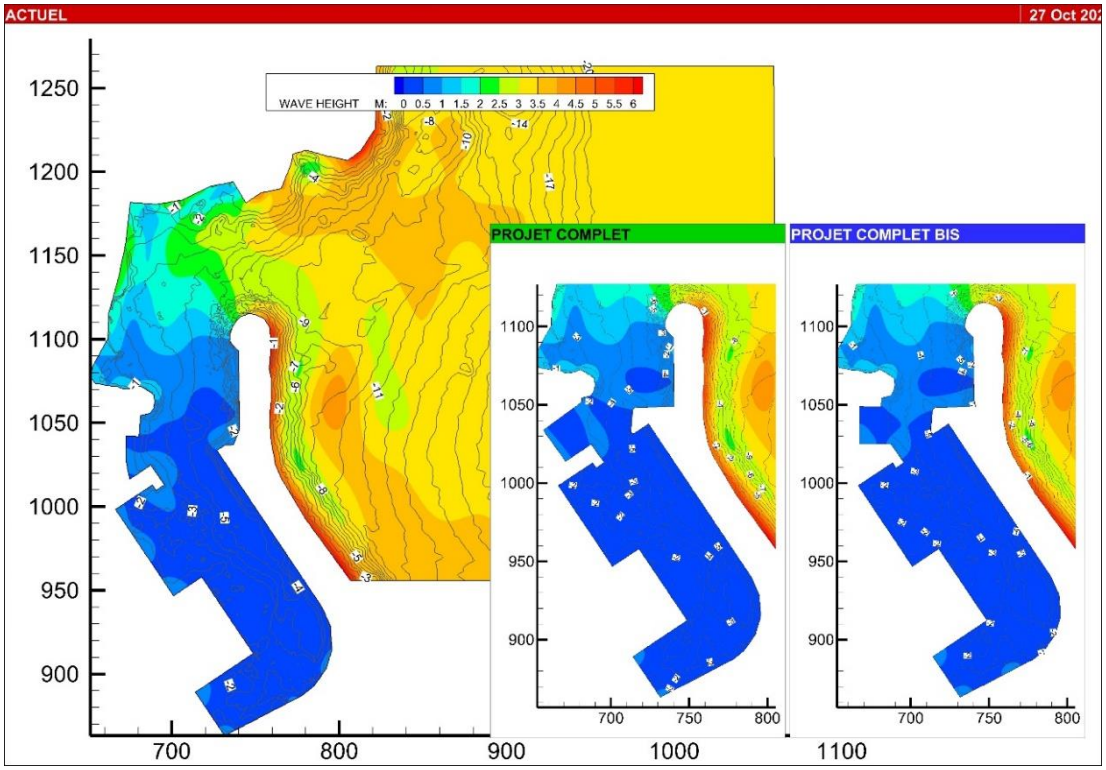


Figure 10 :Résultats d'agitation pour la houle décennale de provenance Est

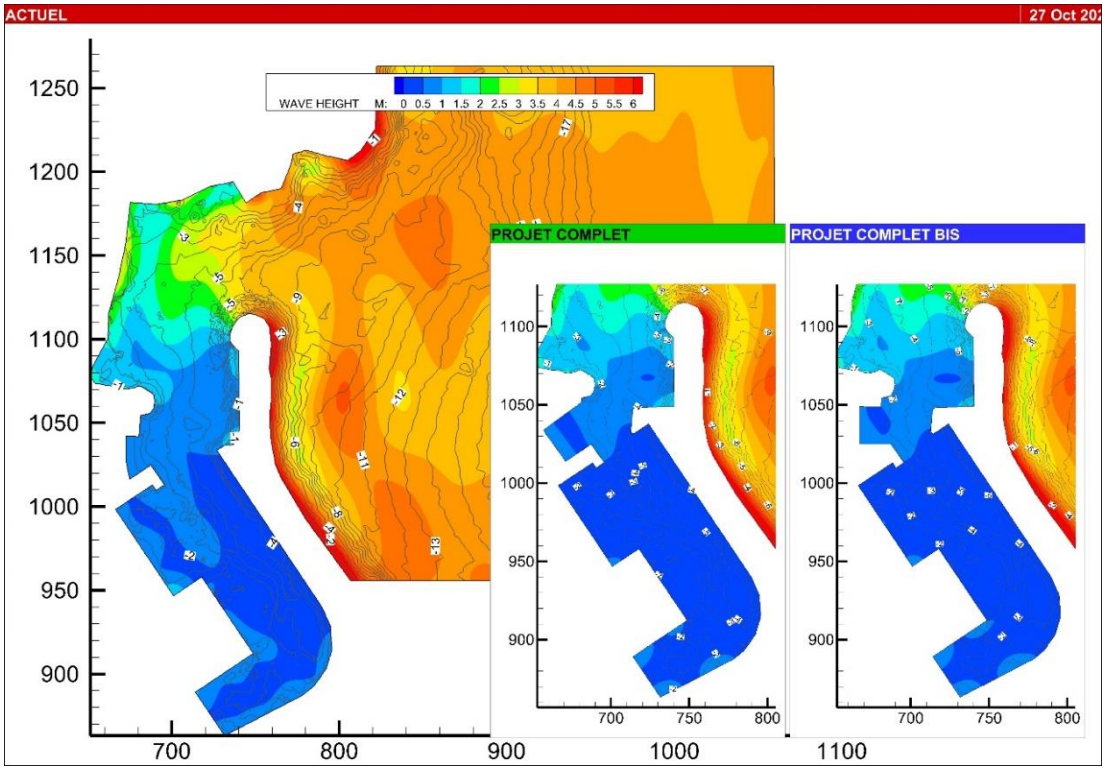


Figure 11 :Résultats d'agitation pour la houle cinquantennale de provenance Est

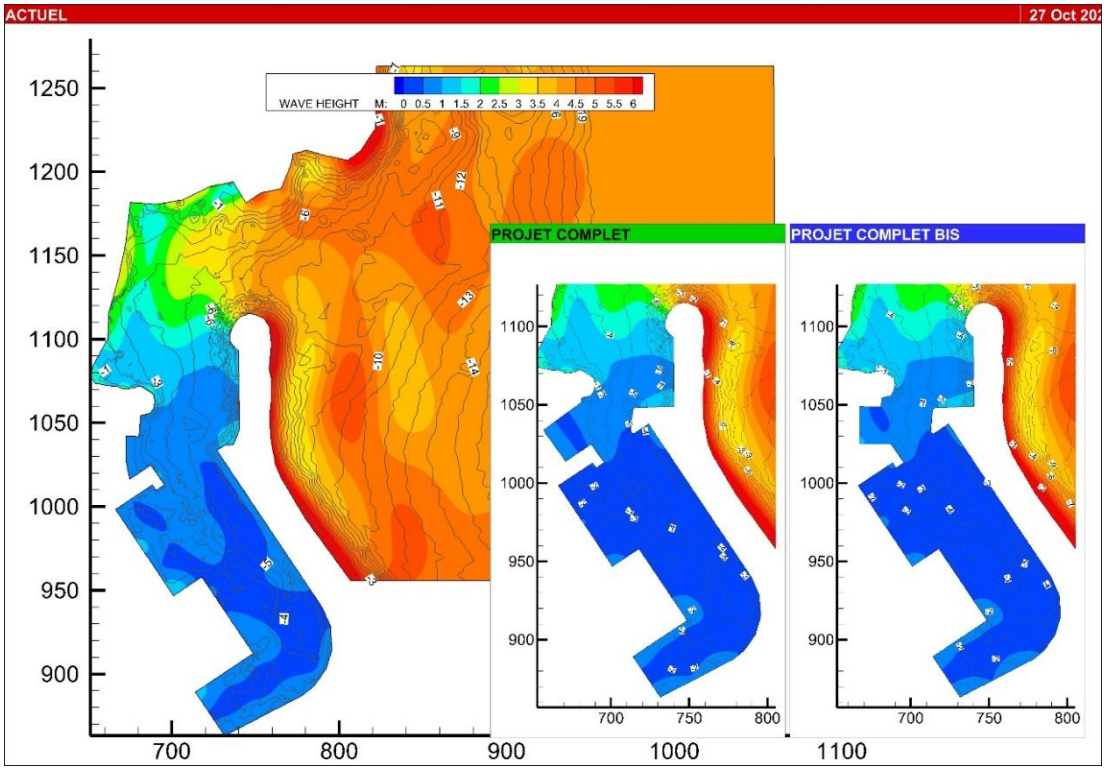


Figure 12 :Résultats d'agitation pour la houle centennale de provenance Est

4.4 Commentaires sur les résultats

Afin de mieux commenter les résultats d'agitation, nous comparons côte à côte, les hauteurs de la houle résiduelle à l'intérieur du port pour les quatre périodes de retour considérées.

4.4.1 Critères d'agitation pour des unités inférieures à 30 ml

Les critères d'agitation admissible sont assez bien définis pour la tenue des navires de plaisance.

Le « Supplement to bulletin N°38, vol1, 1981, 3rd International Commission for Sport and Pleasure Navigation, PIANC » fait mention de 40 cm admissibles pour la CST du Ministère de l'Equipement, de 30 cm à 45 cm à l'intérieur du port pour l'US Army Corps of Engineers, et conclut sur des agitations résiduelles acceptables en termes de confort de 20 à 30 cm, et jusqu'à 60 cm en termes de sécurité.

Pour des agitations associées aux périodes de retour, ACRI-IN se réfère au standard nord-américain des ports de plaisance dont les seuils sont indiqués dans le tableau suivant :

Période de retour de la tempête	Hauteur significative des vagues - H_S (m)
Fréquente	0.15
1 an	0.30
50 ans	0.60

Tableau 11 : Critères d'agitation admissibles dans un port de plaisance (standard Nord-Américain)

Cette même hauteur significative inférieure à 30 cm pour une occurrence annuelle est préconisée dans "Les pontons de plaisance, Guide de Conception" du Secrétariat d'Etat à la Mer (Conseil Supérieur de la Navigation de Plaisance et des Sports Nautiques).

On définit ainsi un critère de confort avec une hauteur significative HS = 30 cm, admise en général une à deux fois par an, et un critère de sécurité avec Hs=45 cm à 60 cm pour des évènements d'occurrence plus rare (« Criteria for movements of moored ships in harbors ». Report of Working Group 24. Supplement to Bulletin 88. PIANC.).

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les seuils auxquels peuvent se référer les études d'agitation des plans d'eau portuaires destinés aux navires de plaisance de longueur inférieure à 30 m :

Période de retour	Navires de plaisance (< 30 m) Hauteur significative H_S admise dans le port/marina
Fréquente	≈ 0.15 m
1 an	≈ 0.3 m
10 ans	≈ 0.5 m
50 ans	≈ 0.6 m à 0.7 m
100 ans	≈ 0.8 m

Tableau 12 : Critères de référence retenus pour l'étude d'agitation

Aux pages suivantes, les résultats d'agitation sont présentés pour l'intérieur du port en retraçant les contours correspondant aux hauteurs de houle du tableau ci-dessus pour une meilleure analyse.

4.4.2 Houle annuelle

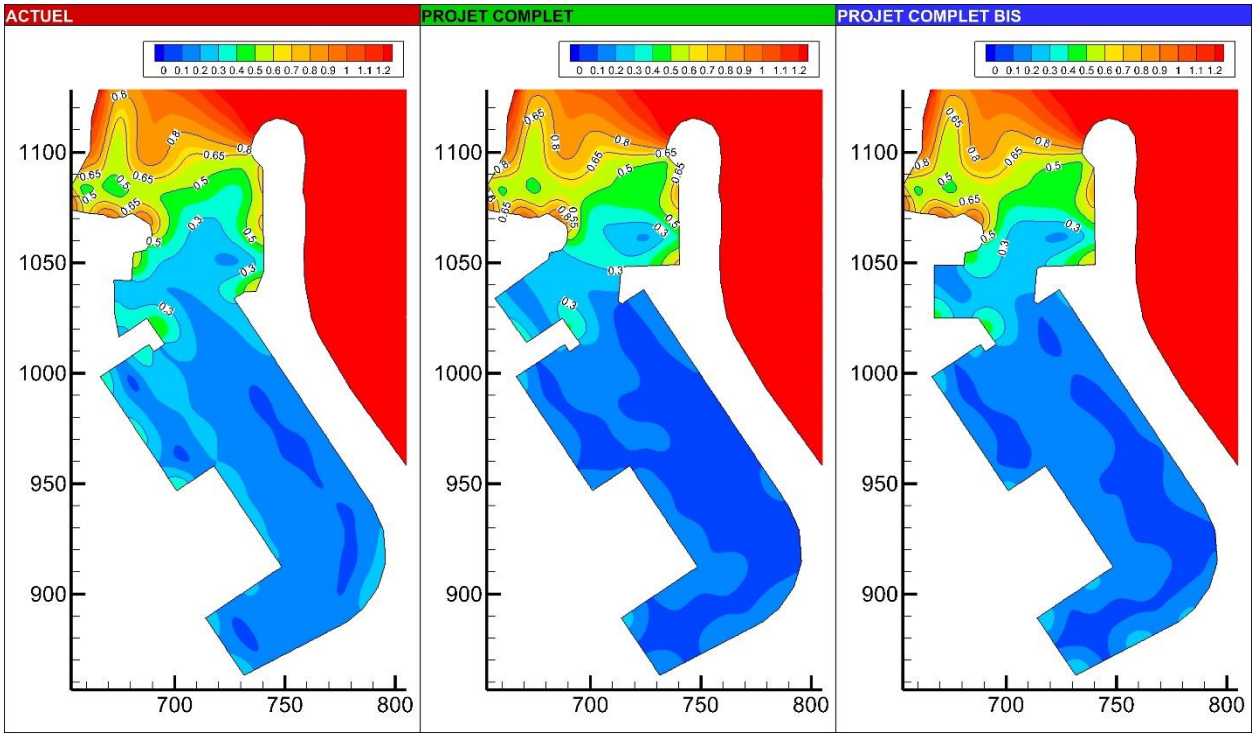


Figure 13 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle annuelle de provenance Est

Pour cette houle, le critère d'agitation est Hs = 0.3m.

Dans la configuration actuelle le critère est partiellement respecté dans la zone B, avec des dépassements au niveau des coins du bassin situé au Sud de la station d'avitaillement. Dans la zone A, l'agitation à proximité de la station d'avitaillement et au sud de la contre digue dépasse le critère.

Pour les deux configurations projetées, le critère est respecté dans l'ensemble de la zone B. On retrouve une agitation légèrement marquée devant la station d'avitaillement. Pour le deuxième projet, le critère est dépassé au coin Sud-Ouest du bassin d'utilité publique projeté. En ce sens, le premier projet semble plus adapté à la géométrie du port.

4.4.3 Houle décennale

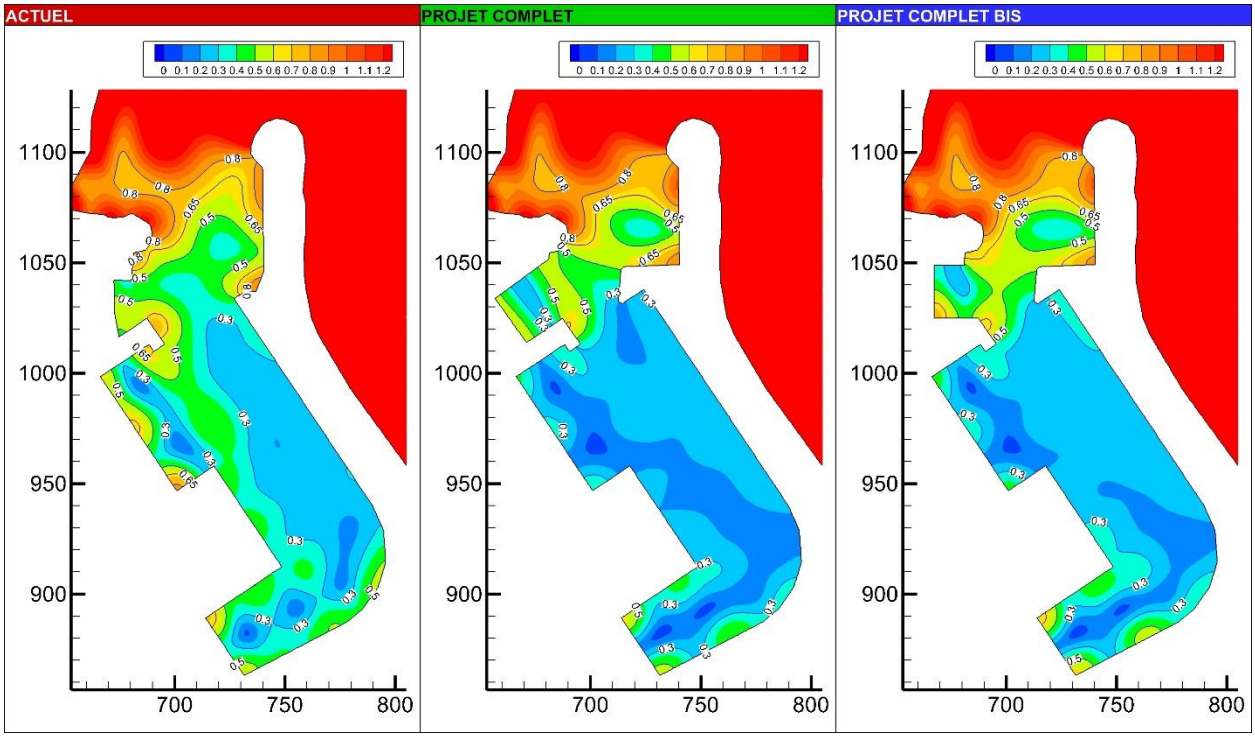


Figure 14 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle decennale de provenance Est

Pour cette houle, le critère d'agitation est Hs = 0.5m.

Dans la configuration actuelle le critère est dépassé dans la quasi-totalité du linéaire Ouest des quais verticaux du bassin Ouest existant, avec des dépassements au niveau de la zone Sud. Dans la zone A, au niveau de la cale de mise à l'eau, l'agitation dépasse le critère.

Pour les deux configurations projetées, le critère est uniquement dépassé au niveau des coins de la partie Sud du port. On retrouve une agitation marquée devant la station d'avitaillement mais bien inférieure à celle de la situation actuelle. En termes d'agitation globale, le premier projet est légèrement plus performant que le deuxième.

4.4.4 Houle cinquantennale

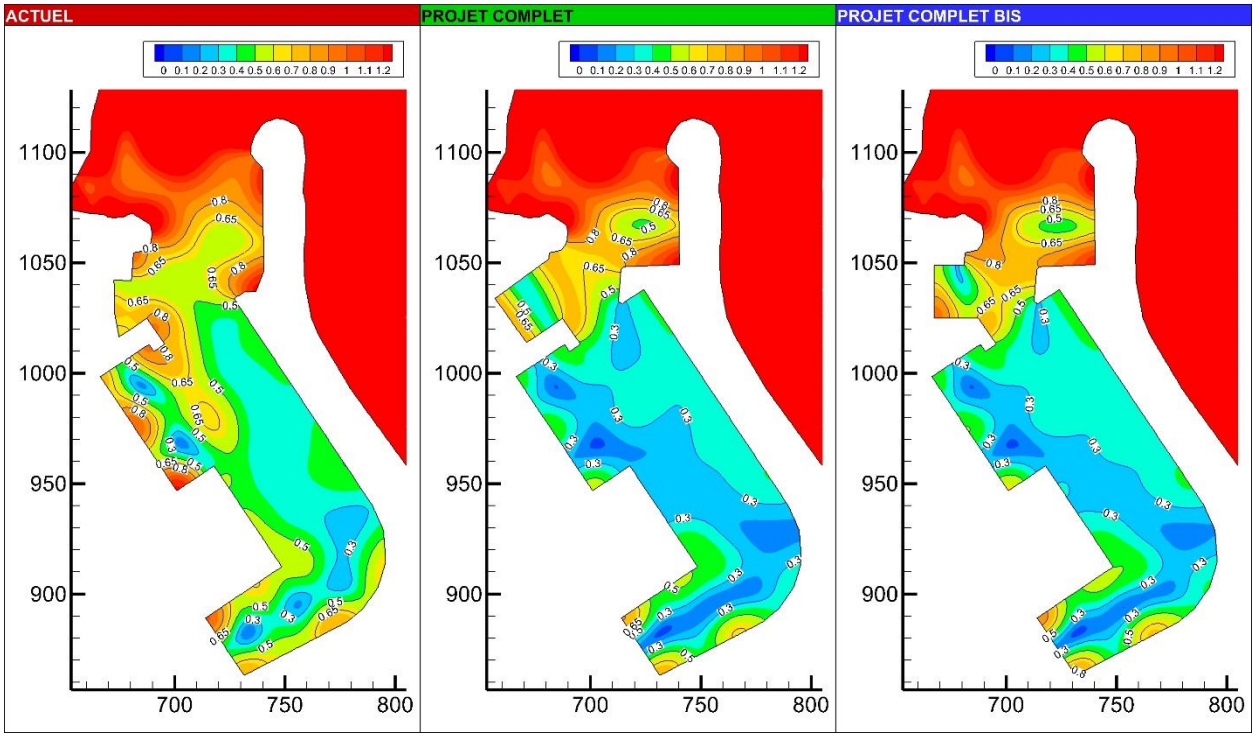


Figure 15 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle cinquantennale de provenance Est

Pour cette houle, le critère d'agitation est Hs = 0.65m.

Dans la configuration actuelle le critère est dépassé dans la quasi-totalité du linéaire Ouest des quais verticaux du bassin Ouest existant, avec des dépassements marqués au niveau de la zone Sud. Dans la zone A, au niveau de la cale de mise à l'eau, l'agitation dépasse le critère.

Pour les deux configurations projetées, le critère est uniquement dépassé au niveau des coins de la partie Sud du port. On retrouve une agitation marquée devant la station d'avitaillement mais bien inférieure à celle de la situation actuelle. En termes d'agitation globale, le premier projet est légèrement plus performant que le deuxième. A noter que pour les deux projets, le critère sera dépassé dans une partie du bassin projeté.

4.4.5 Houle centennale

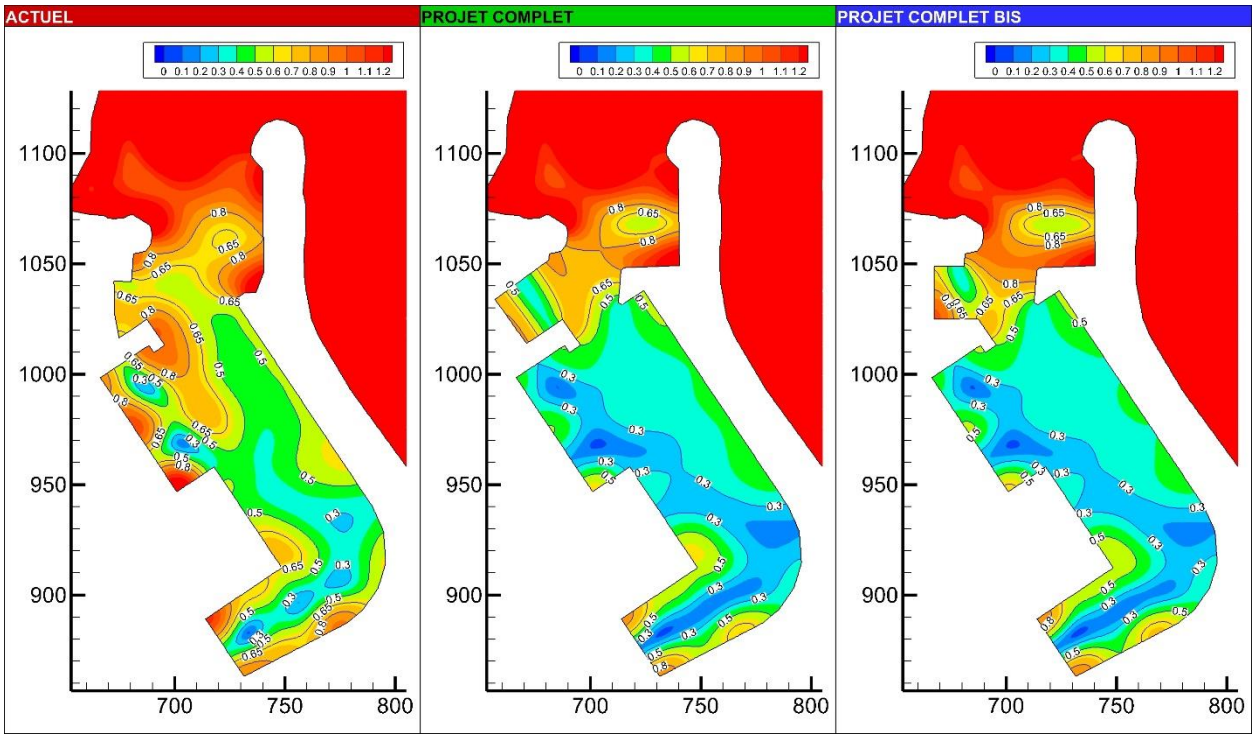


Figure 16 :Comparaison des résultats d'agitation pour la houle centennale de provenance Est

Pour cette houle, le critère d'agitation est Hs = 0.8 m.

Dans la configuration actuelle le critère est dépassé dans la quasi-totalité du linéaire Ouest des quais verticaux du bassin Ouest existant, avec des dépassements marqués au niveau de la zone Sud. L'agitation le long du quai Est est également importante. Dans la zone A, au niveau de la cale de mise à l'eau, l'agitation dépasse le critère.

Pour les deux configurations projetées, le critère est uniquement dépassé au niveau des coins de la partie Sud du port. On retrouve une agitation marquée devant la station d'avitaillement mais bien inférieure à celle de la situation actuelle. En termes d'agitation globale, le premier projet est légèrement plus performant que le deuxième. A noter que pour les deux projets, le critère sera dépassé dans une partie du bassin projeté.

4.5 Conclusion sur l'agitation

La configuration actuelle du port n'est pas adaptée pour assurer le confort et surtout la sécurité des biens et des personnes vis-à-vis de l'agitation portuaire engendrée par les tempêtes de secteur Est.

La création d'ouvrages amortissants en remplacement de la cale de mise à l'eau existante et en prolongement du quai permet d'obtenir une agitation résiduelle beaucoup plus faible qu'actuellement. Le bassin d'utilité publique aura la même orientation que la bassin Ouest existant. Le prolongement du quai Est permettra de diminuer le linéaire de port exposé et de protéger la partie Est du port. Ces deux ouvrages seront réalisés à partir d'éléments en béton armé et leur volume intérieur partiellement rempli d'enrochements.

5 Evaluation de l'impact hydro-sédimentaire

5.1 Introduction

La modification d'un plan de port impacte inévitablement la circulation des masses d'eau dans un bassin portuaire. D'une manière générale, plus un port sera protégé moins les écoulements permettant des remises en suspension sont présents. Par ailleurs, plus un port est protégé plus celui-ci est soumis à une sédimentation des fines. Il est donc nécessaire de procéder à une évaluation des remises en suspension possible dans la configuration actuelle du port et de comparer à la configuration projetée ainsi que de comparer les contraintes de cisaillements actuelles et projetées. Une augmentation des contraintes de cisaillement significative notamment à proximité des ouvrages est aussi considérée pour écarter tout risque potentiel d'affouillement.

Afin, de connaître les impacts de la modification du plan portuaire sur la circulation, la contrainte de cisaillement au fond ainsi que la turbidité, il est nécessaire d'avoir recourt à la modélisation numérique.

Il est alors nécessaire de coupler un modèle hydrodynamique (pour les courants) avec un modèle de vague et avec un modèle de transport sédimentaire. La chaine de modélisation choisie sera décrite dans le paragraphe 5.2.1.

Dans le cas du Port de La Galère, les circulations dans le port sont la résultante de l'effet du vent ainsi que des courants générés par la houle. Il est donc nécessaire de forcer un modèle de circulation par les vents ainsi qu'un modèle de vague. Les courants ainsi générés par l'effet des vents et des vagues sont alors utilisés par un modèle de transport sédimentaire pour évaluer les flux sédimentaires.

5.2 Méthodologie

5.2.1 Chaine de modélisation

Afin de mener cette étude hydro-sédimentaire la chaine de modélisation Open Telemac Mascaret[4] est utilisée.

La chaine de calcul est développée par EDF R&D et disponible librement pour la communauté scientifique. Ces deux points assurent d'une part de bénéficier des compétences en hydraulique du groupe EDF, internationalement reconnues, et d'avoir accès aux sources du code afin de mieux répondre aux spécificités de la zone d'étude.

L'ensemble des modules de calculs est fondé sur une même bibliothèque aux éléments finis permettant une résolution des équations sur un maillage non structuré. Cette approche permet d'adapter la résolution du maillage en fonction des caractéristiques géométriques de l'étude, tout en respectant le principe de conservation de la masse.

- TELEMAC2D, un module résolvant les équations de Saint-Venant pouvant être mis en œuvre pour la modélisation des ondes de marée et de surcotes. TELEMAC2D, en résolvant les équations de Saint

[4] http://opentelemac.org/

Venant, permet de modéliser les composantes horizontales des courants intégrés sur la verticale et les hauteurs de la colonne d'eau. Cette modélisation tient compte des processus de propagation, de convection, de dispersion, de frottement sur le fond. De plus, le module permet de prendre en compte un certain nombre de sources ponctuelles. Le paramétrage du frottement peut être uniforme ou variable spatialement et temporellement. Le module peut prendre en compte des singularités tels les siphons, les seuils, des ponts. Des forces volumiques peuvent également être imposées dans les équations du mouvement. Plusieurs options existent enfin pour la fermeture turbulente des équations.

- TOMAWAC, un module résolvant l'équation de conservation de la densité d'action des vagues et tenant compte des processus physiques induits par les variations de fonds, les interactions entre vagues, la présence de courant et les variations des niveaux marins. TOMAWAC est un modèle spectral d'état de mer. Il permet de modéliser les phénomènes physiques suivants :
  - propagation des spectres de vagues,
  - convection des spectres de vagues,
  - réfraction bathymétrique,
  - interactions vagues-courants,
  - interactions vagues-vagues,
  - dissipation d'énergie par frottement sur le fond,
  - dissipation d'énergie par moutonnement,
  - apport d'énergie par le vent,
  - déferlement bathymétrique.
- SISYPHE, un module de transport sédimentaire et de morphologie. SISYPHE est un modèle de transport sédimentaire. Il utilise le forçage des vagues et/ou des courants pour évaluer la mobilité du sédiment (soit par charriage soit par suspension) et aussi les changements bathymétriques.

5.2.2 Données

Une reconstitution numérique de la bathymétrie avait été réalisée à partir de ces différents jeux de données disponibles.

- La bathymétrie au large est extraite de la carte marine SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) ;
- La bathymétrie près du port est extraite des levés Litto3D ;
- La bathymétrie fine de l'intérieur du port.

La concaténation de ces données fournit un nuage de points exprimés en Lambert 93 et nivelés par rapport au zéro NGF. Ce nuage de points est ensuite interpolé linéairement sur le maillage du modèle.

Les données sédimentaires sont issues du rapport d'étude environnementale[5] de la société OTEIS. Dans ce rapport, Les fonds sont constitués majoritairement de sable grossier (d'un diamètre médian de 900 µm) à hauteur de 85% et de fine (64 µm) à hauteur de 15%. Selon la granulométrie du site, nous pouvons déjà prédire que le sédiment majoritaire jouera un rôle très limité sur la turbidité du port. En revanche, les fines joueront un rôle prépondérant mais limité au regard de leur disponibilité.

Le modèle de transport sédimentaire ne permet pas de prendre en compte l'effet des herbiers de posidonie. Ces derniers sont connus pour le rôle de captation des sédiments fin ainsi que sur la stabilisation des fonds. D'autre part, il n'y a pas d'information sur la granulométrie du biofaciès sur laquelle repose les posidonies. Ainsi, nous pouvons d'ores et déjà prévoir que le modèle surestimera l'érosion sur les herbiers et sous estimera les remises en suspension aux abords du port. Par ailleurs, il y a un vide de connaissance sur les contraintes de cisaillement permettant de créer des affouillements des rhizomes et des mattes. Nous considérons que si celle-ci n'est pas augmentée alors le risque d'affouillement n'est pas augmenté par rapport à l'état actuel.

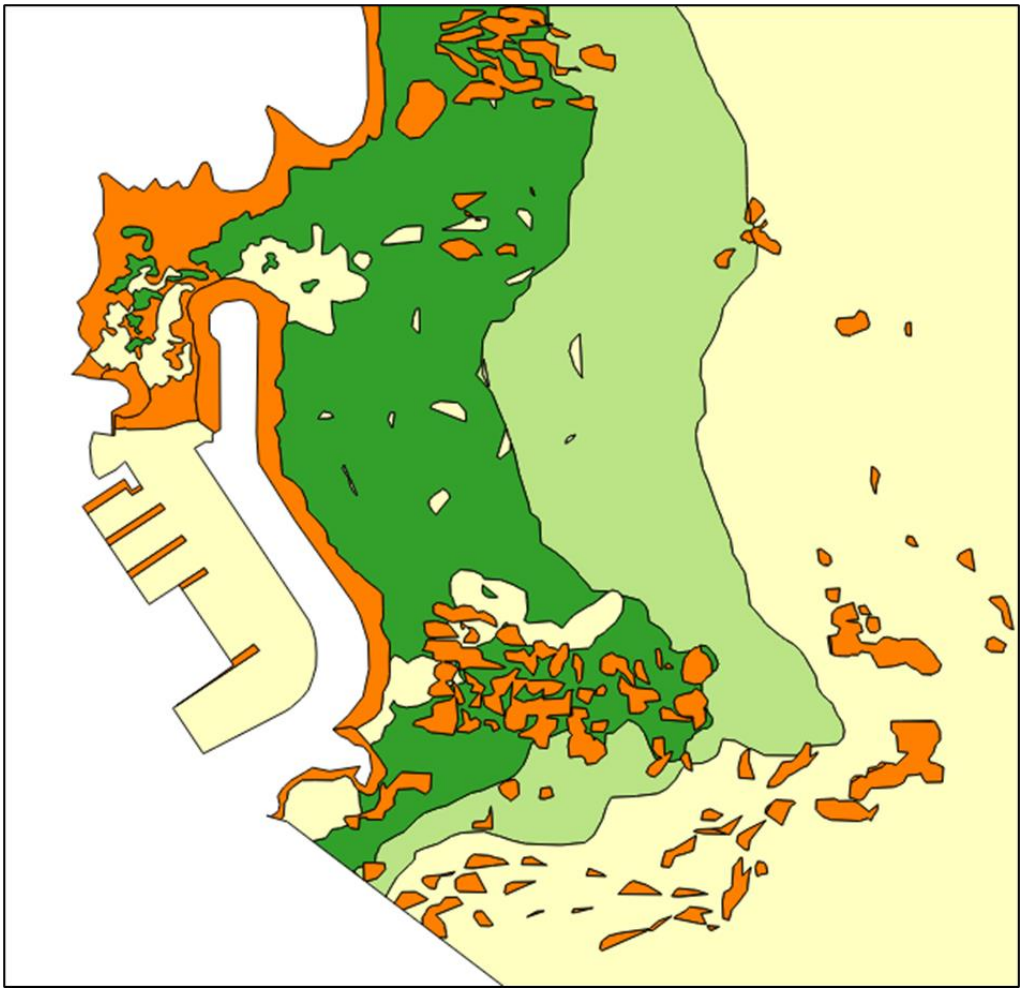


Figure 17 :Cartographie des fonds aux abords de port la Galère
Données issues de la plateforme cartographique medtrix (www.medtrix.fr)

[5] « Reconnaissance milieu marin.pdf » : rapport d'étude environnementale de la société Oteis en date du 19/07/2019

5.2.3 Description des scénarios

Quatre scénarios sont proposés pour mener cette étude hydro-sédimentaire. Ces scénarios font appel à des houles de projets (annuelle, décennale, cinquantennale et centennale) ainsi que les vents associés à ces houles (voir tableau ci-dessous).

Les houles de projet ci-dessous sont identiques à l'étude d'agitation

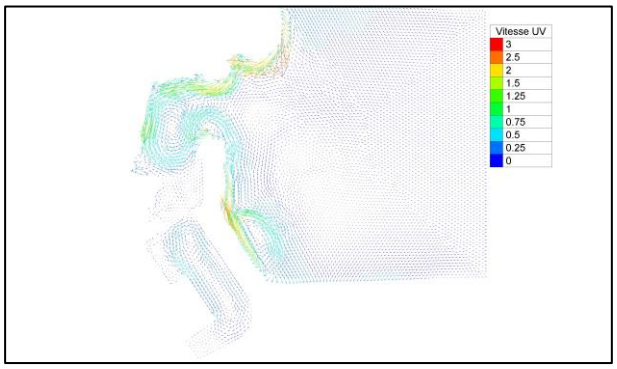
PR [ans]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [°N]	ne [mNGF]	U10 [m/s]
1	2.40	8.5	110	0.48	15.0
10	3.30	9.7	110	0.63	18.0
50	4.00	10.4	110	0.68	19.9
100	4.30	10.7	110	0.83	20.7

Tableau 13 :Caractéristiques des houles d'Est à proximité du port et intensités de vents asaociées

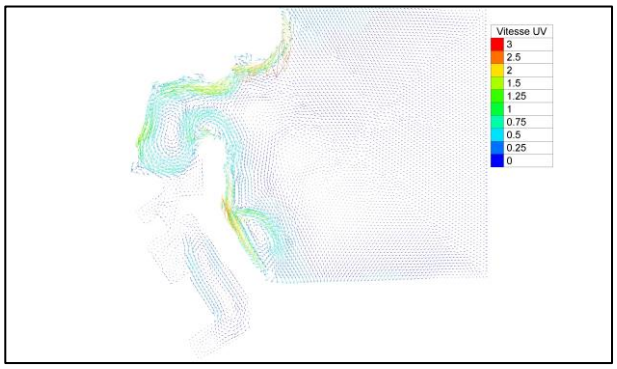
Les vents de projet ont été obtenus en extrapolant les valeurs extrêmes de l'intensité de vent fournies dans l'historique de houle/vent des points de données au large du site d'étude.

5.3 Résultats – Comparaison des configurations actuelle et projetée

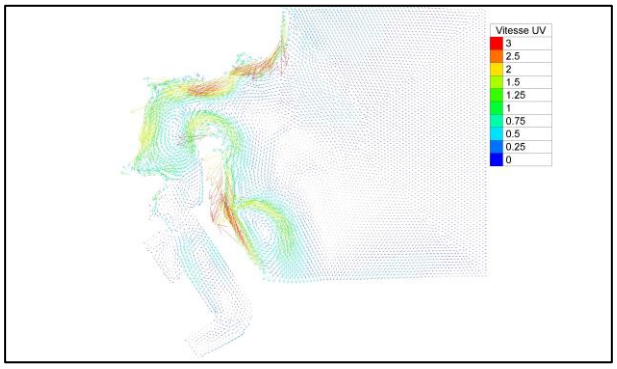
5.3.1 Vitesses à l'intérieur et aux abords du port



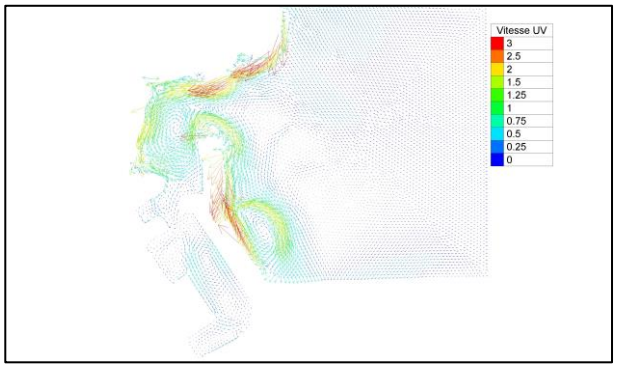
a) Circulation hydrodynamique pour scénario HS_1 dans la configuration actuelle



b) Circulation hydrodynamique pour le scénario HS_1 dans la configuration projet.



c) Circulation hydrodynamique pour scénario HS_100 dans la configuration actuelle



d) Circulation hydrodynamique pour scénario HS_100 dans la configuration projet

Figure 18 :Résultats de courantologie

Aux abords du port, il n'y a pas de modifications substantielles de l'allures des courants quelques soit les scénarios modélisés.

Une modification de l'intensité du gire à l'entrée du port est observable (inférieur à 20%). Les courants sont plus prononcés dans la configuration projet à l'entrée du port et également sur le pourtour Sud du gire à l'entrée du port.

Le gire s'instaurant dans le bassin du port est plus étalé et plus prononcé dans la configuration actuelle. Il en résulte une diminution de l'intensité des courants dans le port avec la configuration projet.

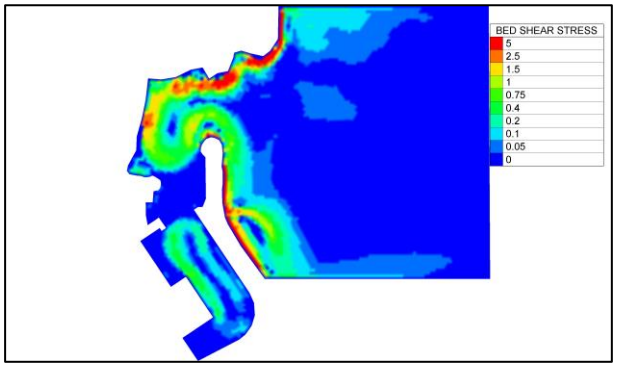
5.3.2 Contrainte de cisaillement au fond

Les contraintes de cisaillement les plus fortes observées quelques soit les scénarios et configurations se situent aux niveaux des enrochements et des platiers rocheux. C'est généralement un résultat récurant : là où les contraintes sont élevées il n'y a généralement pas de sédiment.

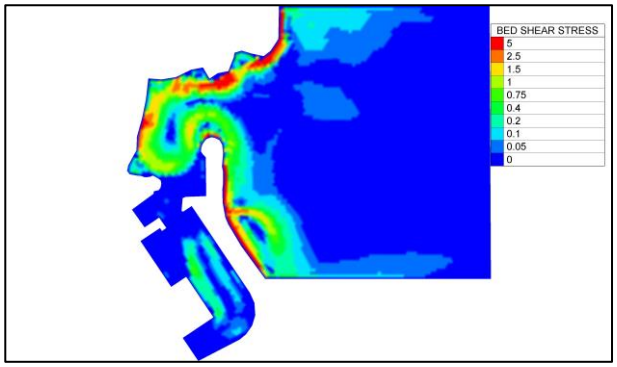
La configuration projet intensifie le gire à l'entrée du port : c'est à la fois visible sur les vitesses mais également sur les contraintes de cisaillement au fond. Une augmentation de cette contrainte de 25% est visible sur le pourtour Sud de ce gire et dans le chenal d'accès au port. Le substrat à l'entrée du port est du sable grossier avec une présente de fine.

On remarque qu'il n'y a pas d'augmentation de la contrainte d'érosion à l'extérieur du port sur les herbiers de posidonie. L'aménagement projeté ne devrait donc pas augmenter le risque d'affouillement des mattes ou des rhizomes.

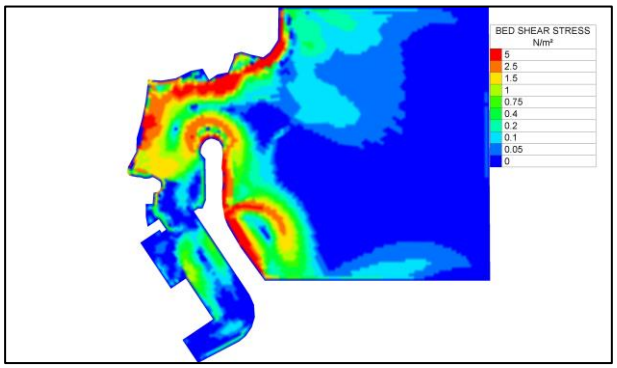
On retrouve une diminution de la contrainte de cisaillement au fond dans le bassin du port dans la configuration projet : le port, plus protégé, aura donc tendance à être davantage soumis à la sédimentation. Cependant, une diminution du risque d'affouillement à l'intérieur du port est apportée dans la configuration projet.



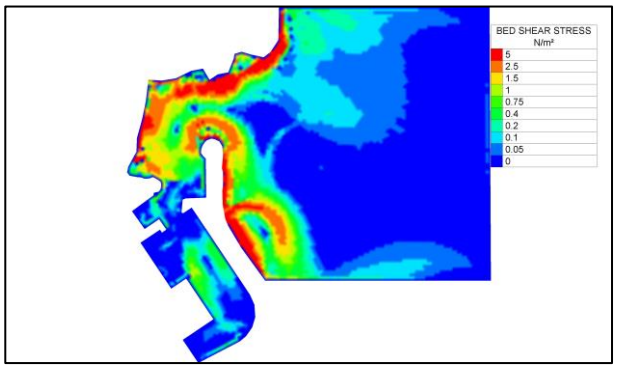
a) contrainte de cisaillement au fond pour le scénario HS_1 pour la configuration actuelle



b) contrainte de cisaillement au fond pour le scénario HS_1 pour la configuration projet



c) contrainte de cisaillement au fond pour le scénario HS_100 pour la configuration actuelle

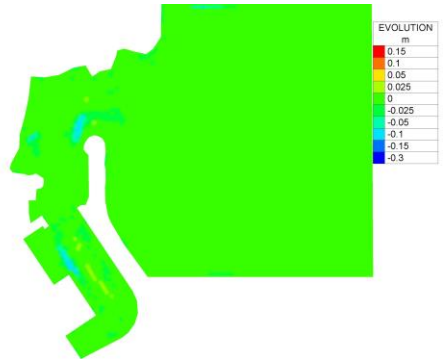


d) contrainte de cisaillement au fond pour le scénario HS_100 pour la configuration projet

Figure 19 :Résultats de contraintes de cisaillement au fond

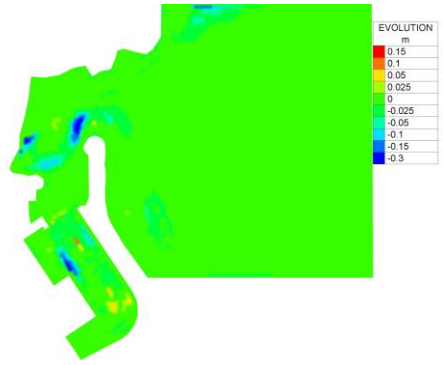
5.3.3 Evolution bathymétrie

En l'absence de données sur l'évolution des fonds et de turbidités, les évolutions bathymétriques ne sont pas à discuter sur les amplitudes ci-après mais sur le positionnement des zones d'érosions et de dépôts. En effet, il n'est pas possible d'apporter une calibration d'un modèle morpho-dynamique précise sans des confrontations avec des mesures. Par ailleurs, le modèle dans sa version officielle ne permet pas la prise en compte des herbiers de posidonies.

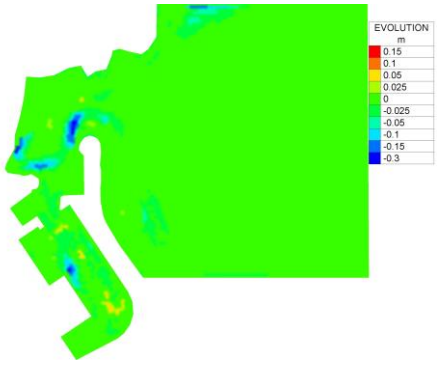


a) évolution des fonds pour le scénario HS_1 pour la configuration actuelle

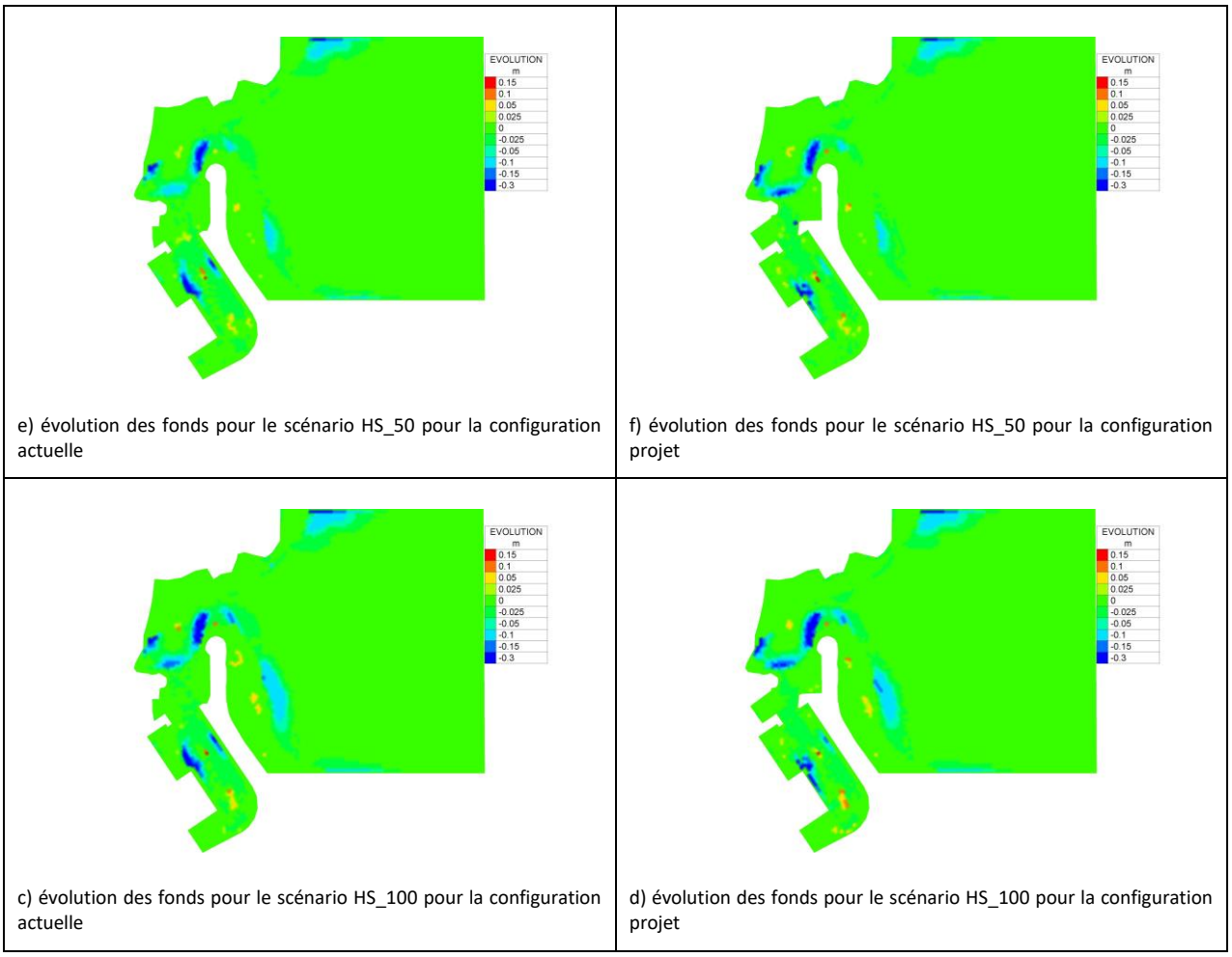
b) évolution des fonds pour le scénario HS_1 pour la configuration projet



c) évolution des fonds pour le scénario HS_10 pour la configuration actuelle



d) évolution des fonds pour le scénario HS_10 pour la configuration projet



e) évolution des fonds pour le scénario HS_50 pour la configuration actuelle

f) évolution des fonds pour le scénario HS_50 pour la configuration projet

c) évolution des fonds pour le scénario HS_100 pour la configuration actuelle

d) évolution des fonds pour le scénario HS_100 pour la configuration projet

Figure 20 :Résultats d'évolution bathymétrique

Il n'y a pas de modifications majeures observables sur les dépôts et érosions : les flux hydro-sédimentaires ne sont donc pas perturbés. L'aménagement projeté ne favorisera pas d'affouillements ni de dépôts plus importants que l'état actuel.

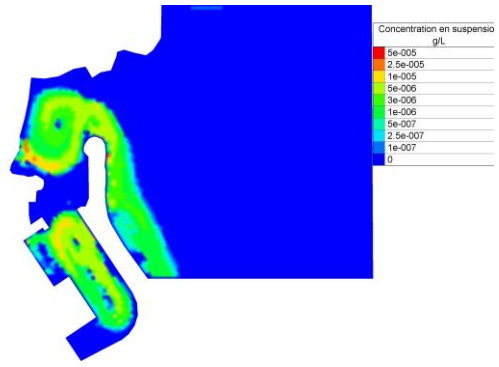
L'aménagement du port projeté va induire une légère accélération des courants à l'entrée du port. Celle-ci créera une mobilisation un peu plus accentuée des sédiments par rapport à la configuration actuelle du port. Ce transport de sédiment accru, devrait davantage inciser le chenal d'accès au port et déposer le sédiment issu de cette remobilisation sur le pourtour sud du gire de l'entrée du port. En revanche, les plus forts événements provoqueront moins d'érosion dans le port.

Un événement centennal ou cinquantennal entraine une érosion au pied de la digue à l'extérieur du port. Cette érosion s'accentue en fonction de l'importance de l'événement. Cette zone est située sur les herbiers de posidonie. Néanmoins, l'aménagement projeté ne montre pas une accélération de la tendance à l'érosion.

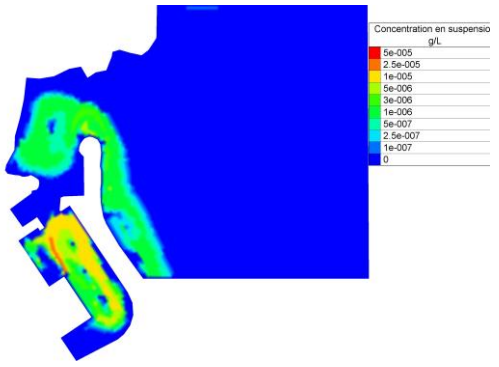
5.3.4 Remise en suspension

Le modèle de transport sédimentaire comprend une répartition bimodale de sédiment (85% de sable grossier et 15% de fines).

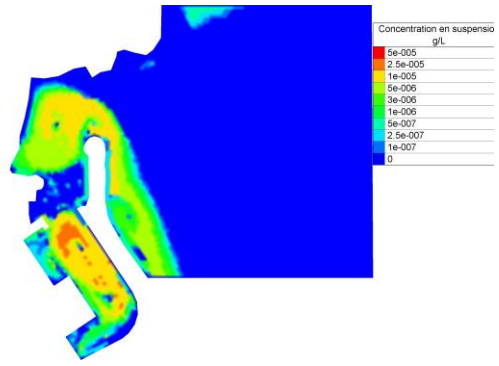
Les divers scénarios ne mettent pas en évidence des remises en suspension importante. Le seuil de 1mg/L-1 n'est pas dépassé pour les fines dans le scénario le plus pénalisant (HS_100). Si des pics de turbidité au-delà de ce seuil sont présent, ils peuvent s'expliquer par l'apport de sédiment provenant des frontières du domaine. Dans les scénarios de modélisation proposé, le modèle de transport sédimentaire n'est pas forcé aux frontières maritimes par des sédiments en suspension afin de pouvoir se focaliser exclusivement sur les mises en suspension locale.



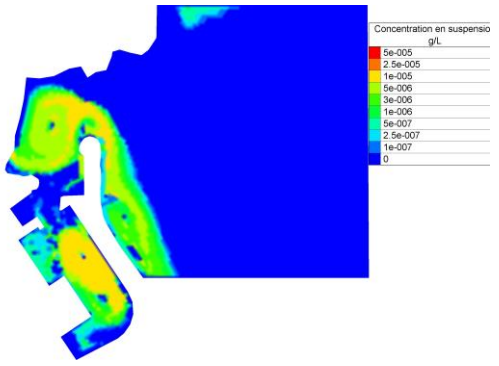
a) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_1 pour la configuration actuelle



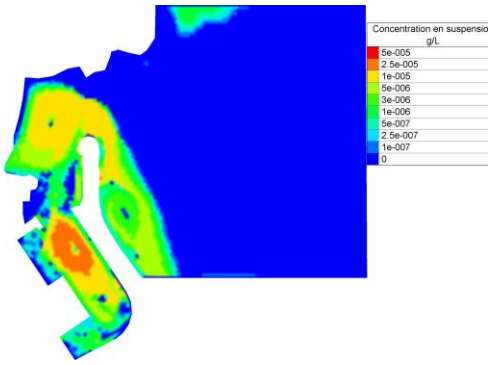
b) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_1 pour la configuration projet



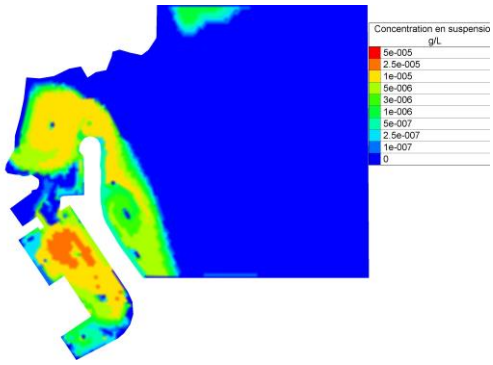
c) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_10 pour la configuration actuelle



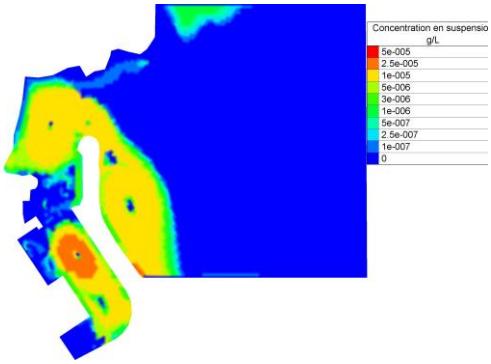
d) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_10 pour la configuration projet



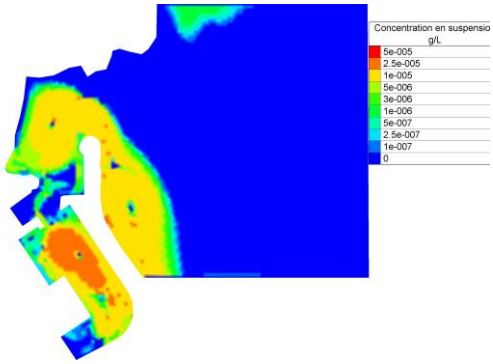
e) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_50 pour la configuration actuelle



f) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_50 pour la configuration projet



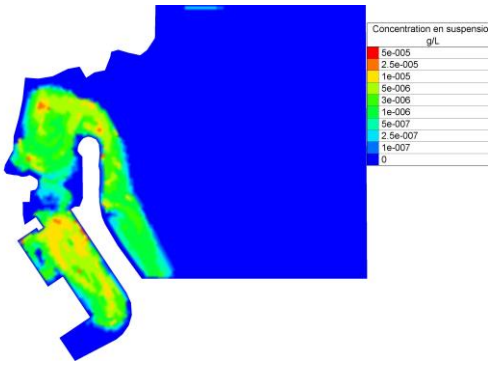
g) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_100 pour la configuration actuelle



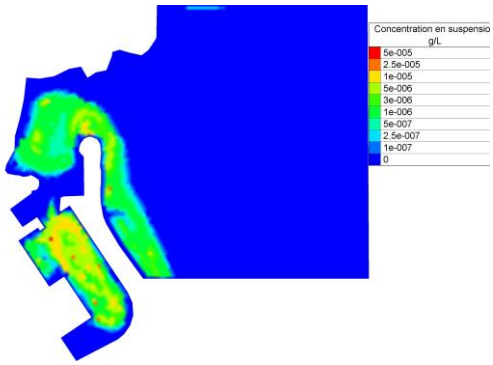
h) concentration en suspension de sable grossier pour le scénario HS_100 pour la configuration projet

Figure 21 :Résultats de remise en suspension (sable grossier)

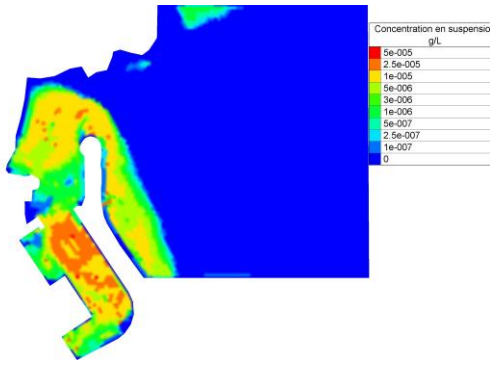
Les divers scénarios ne permettent pas de mettre en évidence un apport significatif des sables grossiers sur la turbidité. Les remises en suspension des sables grossiers semblent plus importantes pour la configuration actuelle sauf pour les événements centennaux.



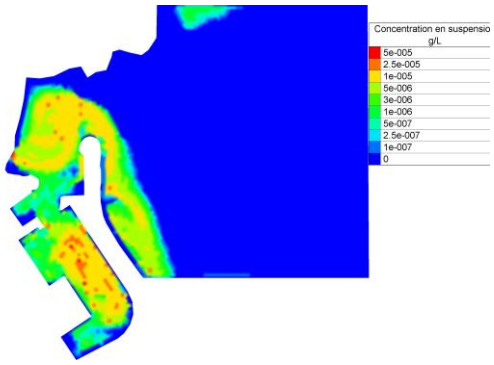
a) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_1 pour la configuration actuelle



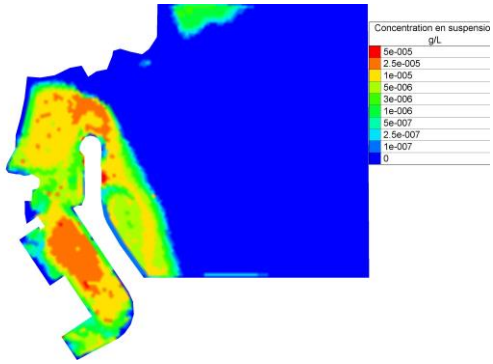
b) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_1 pour la configuration projet



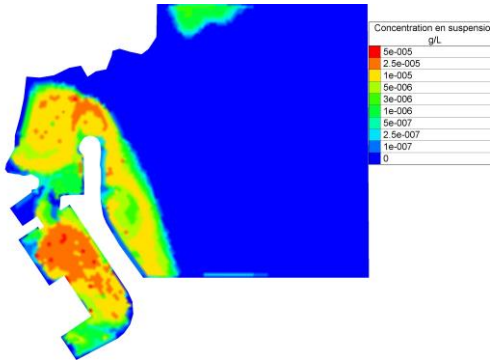
c) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_10 pour la configuration actuelle



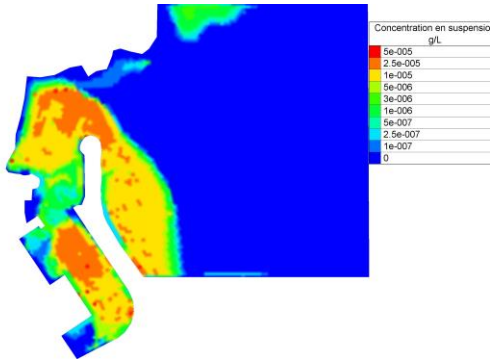
d) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_10 pour la configuration projet



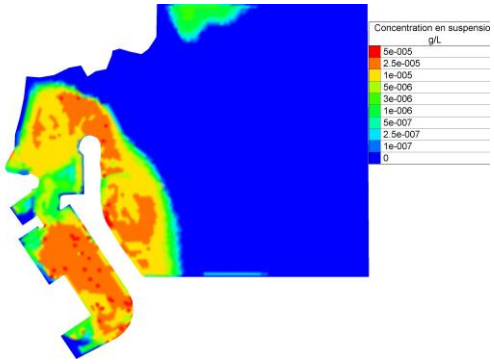
e) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_50 pour la configuration actuelle



f) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_50 pour la configuration projet



f) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_100 pour la configuration actuelle



g) concentration en suspension de fines (< 65µm) pour le scénario HS_100 pour la configuration projet

Figure 22 :Résultats de remise en suspension (fines)

Les fines sont davantage mobilisées que les sables grossiers. Les seuils de concentration des fines sont très bas (< 1mg.L-1).

L'aménagement projeté semble diminuer les remises en suspension de fine pour des événements annuels et décennales. En revanche, l'aménagement projeté semble légèrement augmenter les remises en suspension pour les événements cinquantennale et centennale.

Les teneurs de sédiment en suspension ne sont pas substantiellement modifiés à l'extérieur du port. Il n'y a donc pas d'augmentation du risque d'envasement des herbiers de posidonies.

5.4 Conclusion sur le transport hydro-sédimentaire

Ces simulations numériques permettent de tirer quelques conclusions sur les aménagements projetés :

- Les courants seront légèrement accélérés à l'entrée du port ;
- Les courants seront réduits dans le port ;
- Une incision plus accentuée devrait apparaître au nord du pied du musoir ;
- Il n'y a pas de modification substantielle des contraintes de cisaillement donc il n'y aura pas de modifications majeures des processus hydro-sédimentaire (une légère augmentation à l'entrée du port, une légère diminution dans le bassin) ;
- Les niveaux de turbidités resteront très bas malgré une légère augmentation pour les événements plus importants (cinquantennal et centennal).
- Les simulations numériques montrent que les herbiers de posidonie ne seront pas impactés par les modifications du port : d'une part les contraintes d'érosion ne sont pas augmentées (pas d'augmentation du risque d'affouillement) et d'autre part les niveaux de turbidité ne sont pas augmentés (pas d'augmentation du risque d'envasement et pas d'impact sur la croissance des herbiers).

6 Conclusion

Afin de protéger efficacement le Port de La Galère, un confortement de la digue du large est envisagé pour pallier aux franchissements des vagues lors des tempêtes de provenance Est. En complément, le réaménagement de la partie Nord du port permettra de sécuriser le port vis-à-vis de l'agitation résiduelle engendrée par ces mêmes houles. Au Sud, la reprise de la digue et la réhausse du mur abri au même niveau que le reste du linéaire existant, permettront de sécuriser le port vis-à-vis des tempêtes de Sud dont l'impact sur site est également considérable.

Les calculs de franchissement à partir des formulations du manuel Eurotop II ont permis de montrer le bénéfice tiré de ces modifications en termes de franchissement des paquets de mer lors des événements tempétueux.

- Pour la digue Est, les modifications peuvent diminuer par deux les débits franchissant.
- Pour la digue Sud, les modifications peuvent rendre négligeable les franchissements de paquets de mer.

Concernant l'agitation portuaire, la configuration actuelle du port ne répond pas aux critères de confort et de sécurité pour des embarcation de longueur inférieur à 20m pour les différentes houles de projet considérées. La création des ouvrages amortissants est nécessaire pour pacifier convenablement l'ensemble du bassin portuaire .

L'étude hydro-sédimentaire permet de conclure que la dynamique sédimentaire ne sera pas modifiée substantiellement par les travaux prévus. Il n'y aura pas d'augmentation du risque d'affouillement et les niveaux de turbidité resteront équivalent.

L'ensemble des annexes, dont les coupes des travaux projetés, permettent une compréhension totale des enjeux et solutions proposées.

Fin du document

Annexe n°9-2

Registre de la Capitainerie

	L	M	M	J	V	S	D
44						1	2
45	3	4	5	6	7	8	9
46	10	11	12	13	14	15	16
47	17	18	19	20	21	22	23
48	24	25	26	27	28	29	30

DIMANCHE
SUNDAY
SONNTAG
DOMENICA
DOMINGO
ZONDAG

30

2008

NOVEMBRE
NOVEMBER
NOVEMBER
NOVEMBRE
NOVIEMBRE
NOVEMBER

Avent - 335/31

METEO

Mer : Agitée Houle Sud 1,5 à 2 m
Vent : 1 à 3 Variable SW 4 à 5 → SE AM(?)
P.B. : 995 mb
Temp : 9 °C
Ciel : Couvert. Averses.

M. PASZKA Permanence du WE
8h30 – 12h00 14h00 17h30

8h30 Nombreuses pierres sur le QB – (Houle de Sud)

Profilo (E283) embase touchée le mur
(Eau très haute).
Lui repris le mouillage

Repris le mouillage de Echoses

Houle du Sud annoncée : eau coupée
A1 A2 et B électricité coupée
Panneau en place

17h30

	L	M	M	J	V	S	D
49	1	2	3	4	5	6	7
50	8	9	10	11	12	13	14
51	15	16	17	18	19	20	21
52	22	23	24	25	26	27	28
01	29	30	31				

ienne - 361/5

Julius : plateforme AR détériorée (repris mouillage)
SNOUFF liston côté arraché, Taud déchiré
NETLESS : Amarre cassé + frottements divers
ST PIERRE : Amarre cassée + AVant + BBD touché
ROSE : Taquets AR - Pare brise coté + chocs divers côtés
MASSYLANE : divers frottements
OCEAN VICTORY : Plateforme AR + Annexe + divers chocs

AON LETRI : AV touché le quai + ancre tordue

RAS

RAS

KERSIL plateforme tordue
REGLISSE capot moteur enfoncé + frottements divers
N. LAURE : AR touché + frottements divers
DESIR BLEU : capot moteur enfoncé.
NINI plateforme arrachée
CETAROA divers chocs AR + barre franche.

MINI IV AR a touché le quai
TONIMAX chaise moteur annexe tordue

mardi
4
mai
2010

18e sem. 124/241 St Sylvain

Mme Cubonel : 8h30 . 12h
Mr Cavelli : Ric. du 2 mai . 14h15 [illegible] 21h15

8h30

14h15 Coup de mer en Sud-Sud Est d'une extrême violence
De nombreux dégâts sur le Port
Bateaux endommagés
- bateau du Port
- Zed de Mr Scheik.
- Blue Star.
- Nimrod.
- Hope.
- Mukuk
- Lady Jane
- ANNALI
- KEKO
- GWENAEL
- ANNLETRI
- MANITOME

- RIVANAR
- ARGO Rice
- ARGO Mr De Wouters
- OMER
- SEA DOG
- CORAIL
- BEN
- CHUBAIN
- JERRY'S FERRY

Dégât du port : Plusieurs bornes électriques arrachées
Trous dans la chaussée inf [illegible]
Locaux inondés
Bateaux de service endommagés
chaîne mère et mouillage endommagés

17h53 (crossed out)

Nuit : Homocus (10.1) 44 nuits

21h30 Fin de Service

1re amarre 9h00 12h00 14h00 18h00
1re RABOUNEL 8h30 12h00.

8h30 NAS.

Bateau Beau Soleil -> Dégâts aux AV TBD
1 amarre cassée

KEVIO : 2 amarres AR cassées
changées
Cédric : eau à l'avant
Echoco : Amarre TBD AR cassée déjà

Clés GRACE : Princess France -> rendues

18h40 NAS.

NUIT. Beau Soleil. (94) 23 nuits.

Forest Gump II (422) 4 nuits

mardi
8
novembre
2011

45e sem.

Mauselli / 9h00 17h00 17h00
M Bolliano / " " "

9h00 /

Tegstic Houle 800 2,8 MC

13h15 Bouge Fechique qui B annale
perdille Tonicita cassée - Clairy

Rappel Homeris cassés.

Chalupes

Bon Jusin lape An TBD au pêcheur
- Kersil → eau ds la cale moteur ⚠

17h00 /

jeudi
5
janvier
2012

1re sem. 5/361

7h arrivé 9h00 12h00 14h00 17h00
7h Bollano " " " "

9h00 RAS

DAVIER juliet 10.00 SUITE AU coup de vent
+/- Force 10 en rafale. SUDSUDOUEST

17h00 [illegible]

Mr [illegible] Récup du 26/01
Mr BEYER 9h00 12h00 14h00 17h00

9h00 [illegible]

Appel de [illegible].
15h30 Forte houle de sud passage des vagues sur sud. Bloc sur la chaussée.
[illegible]

17h00.

18h00. le vent est tombé la mer se calme. [illegible]

Mr Cavallo 9h00 12h00 14h00 17h00
Mr Beyer Cp -

9h00 RAS.

* AMARRE TRIBORD Réglisse CASSÉE
→ Réparer [illegible]

* AMARRE - TRIBORD Fidjie CASSÉE
→ Réparer. [illegible]

* AMARRE TRIBORD Orcustai CASSÉE
→ Réparer [illegible]

17h00. RAS.

* Bub
Ut [illegible]

22h30 Appel du Service de Sécurité

Bateaux au milieu du port :
AONLETRI / ARGO II / Pêcheur.
Dégâts sur MUST et JULIUS / NOFEAR

22h50 Amarrages cassées : ARGO II / AONLETRI / PÊCHEUR
HELIOS / KERSIL / REGLISSE
CORMORAN / NATHALIE LAURE
MARIE SOPHIE / LE PAGEOT

Engagement Equipe du port.
↳ Sauvetage AONLETRI et remise à quai
↳ " Pêcheur – Mise en sécurité
↳ " ARGO II – Mise en sécurité
↳ Intervention sur Julius → Mise en place d'une ancre sur Avant

Constatation : ARGO II tape arrière GRETA et Hermès
Hélices abîmées et coques au côtés.

1h10 Fin de l'intervention de nuit.

14h00 17h00
" "

...: port: 9615,20
amont: 2260,52
Conso - 1,58

8h00 Prise de Service avancée.

- Sécurisation des bateaux ayant les amarres fragilisées
  Mise en place d'amarres de remplacement sur
  Argo II / AUNLETRI / HELIOS / REGLISSE / CORMORAN
  NATHALIE LAURE / KERSIL / MARIE SOPHIE / LE PIAGEOT /
  GODESSMATI / PECHEUR / SNOUFF / LADY C / CLEMANN
  BATCHIK / JETSKI / HASHEMI / 2nd Mme de ROUGE /
  TOMPOUCE / HAPPY HOURS / PESCATOR
- Mise en place de Mouillage neuf : JULIUS BB et TB.
  FIORINA TB
- Récupération des plaques d'égout / PIT / et évents.
- " des cubes flottants -
- convocation entreprises VRD et Electriciens
- Constatation des amorces de désordres de la digue
- CR Autorité de tutelle.
- Contacts de tous les propriétaires de bateaux ayant eu des avaries

jeudi
13
octobre

2016

1ª Gaulli 9h00 12h00 14h00 18h00
1ª Beyers " " " " "

9h00 RAS.

9h15 NIVI AMARRES CASSÉES -> Changées

TETIAROA -> TOUCHÉ AR D'ABORD
SUR TAQUET DE QUAI PS -> RAS.
"PAS TENDU" Mise en place
D'une 2ème pendille + retention

12h00 RAS.

14h05 NIMBO AMARRE CASSÉE -> Changée.

RAS.

17h40 RAS.

vendredi
14
octobre
2016

41e sem. 288/78

St Juste

M^r [illegible] 9h00 12h00 14h00 18h00
Mr Bezer Ricap

9h00 RAS

DEFLECTEUR propulseur de poupe
MOTEUR -> ARRACHÉ

AMARRES ARRIÈRE CASSÉES

CHANGER

12h00 RAS.

18h00 RAS.

jeudi
24
novembre
2016

47e sem. 329/37

Mr Gaulle 9h00 12h00 14h00 17h00
Mr Beyer " " " "

9h00 MAS.

AMARRE TRIBORD + Arrière BABORD.
Marie Joseph ... CASSÉE. VU.
AMARRE L'ÉTOILE CASSÉE VU [signature] PACO.
AMARRE GALIOT CASSÉE VU [signature] PACO.
AMARRE SIMONE CASSÉE. VU [signature]. PACO.
BABORD. VU [signature]. PACO.

12h00 MAS.

17h00. MAS

mardi
29
novembre
2016

48e sem. 334/32

St Saturnin

Mr Cavalli Réparation du 03/12
Mr Beyer 9h00 12h00 14h00 17h00

9h00 Quai B -> Borne technique H.S.
"TUNA" AMARE BABORD/TRIBORD H.S -> OK
"LADY C" AMARE TRIBORD H.S -> O.K
"BARRACUDA" PENDILLE H.S. -> OK
"PECHEUR" AMARE BABORD H.S -> O.K

12h00 RAS

17h00 RAS

mardi
20
décembre
2016

51e sem. 355/11

St Théophile

Mr BEYER 9H00 12H00 - 14H00 17H00

Mr CAVALLI Récup.

9H00 AMARE BABORD "OPAUCHA I" H.S -> O.K

AMARE CENTRAL +1 DÉFENSE QUAI D'ACCUEIL H.S "FLORIVA" -> O.K

AMARE BABORD "YONIA" H.S -> O.K

RAYURE A L'AVANT DU BATEAU "TUNA II" ET "NO FEAR".

DÉFENSE AVANT TRIBORD "TUNA II" H.S -> O.K

AMARE TRIBORD "LOLA" H.S -> O.K

DÉFENSE ARRIÈRE "LADY G" H.S -> O.K

11H00 RAS

18H00 RAS

dimanche
22
janvier
2017

3e sem. 22/343

St Vincent

V. PASZULA permanence du WE

gkco -

→ Amarres AVBBD Geta et Henri cassée ok -
- Amarre AR MarieSophie changée à voir →
- 2 Amarres AR PRINCESS C cassée.
↳ Ressorts HS
AYS prév.
↳ MEP 2 amarres.
- Am AR BBA TUNA HS à changer
Daniel prévenu
- Tél : Thierry pour LOLA OK - ...
Repris arrière VERSIL.

Bateau FIDJI (M Ruiglio) dégonflé et poignées décolées. flottabilité moyenne
↳ proprio prévenu.

DE 19H00 → 22H00

DÉPLACEMENT DES BATEAUX

QUAI C

Legend to Chiu → E.
Lola → A.
BLUESTAR → E.
GRETA & Henri II → A.
Hope → A.
SNOWIE → E.
ARGOPACE → E.

[signature]

METEO CONSULT - Service abonné : 01 77 86 86 86 - Web : www.meteoconsult.fr • Marques et modèles des SEAFAX déposés 1994.2017

M. Crouzet 9400 12400 14400 17400
M. Bayer " " " "

9400 RAS.

Relevé Elec.
Pont :
Arsenal :
Conso :

12400 RAS.

15430 BORNE TECHNIQUE QUAI B ARRACHÉE. HS

17400 RAS

Mr Grualle 8h00 12h00 14h00 17h00
Mr Beyer " " " "

9h00. [signature]

CONSTATATIONS.

AMARRES CASSÉES.
BABORD/MarieSophie. ok
TRIBORD/[illegible] ok
BABORD/NATHALIELAURE. ok
TRIBORD/MEGLINE. ok
AMARRE WHITE JACK VU DANIEL " " "
BORNE TECHNIQUE B317.
. ARRACHÉ. 15h30 le 11/12/2013.
Plaques regards quai B. x 3
AU FOND DU BASSIN.
- [illegible] : [illegible] → [illegible]

Relevé [illegible]
[illegible] 12134,09
[illegible] 2453,[illegible]
Conso 1.75
Fuite
BORNE
B 317. SUITE
Coup de Mer.

12h00. [signature]

[illegible]

dimanche
31
décembre
2017

52e sem. 365/0

permenence OJ^ Cassel:
9h00 12h00.

9h00. HS

9h15 Bonne A 422/423 HS

12h00. HS.

Semaine 45

	L	M	M	J	V	S	D
44				1	2	3	4
45	5	6	7	8	9	10	11
46	12	13	14	15	16	17	18
47	19	20	21	22	23	24	25
48	26	27	28	29	30		

LUNDI
MONDAY
MONTAG
LUNEDÌ
LUNES
MAANDAG

5

2018.

NOVEMBRE
NOVEMBER
NOVEMBER
NOVEMBRE
NOVIEMBRE
NOVEMBER

Ste Sylvie - 309/56

Mr Beyer 9H00 12H00 – 14H00 18H00
Mr Cavalli Maladie

Relevé Eau
port : 13005,11
Chenal : 2507,29
Conso : 1,32

9H00 RAS

GARDE CORPS BABORD ARRIÈRE
TUNA II
ARRACHÉ –

11H00 RAS

17H00 RAS

Semaine 49

	L	M	M	J	V	S	D
48						1	2
49	3	4	5	6	7	8	9
50	10	11	12	13	14	15	16
51	17	18	19	20	21	22	23
52	24	25	26	27	28	29	30
1	31						

DIMANCHE
SUNDAY
SONNTAG
DOMENICA
DOMINGO
ZONDAG

9

2018

DÉCEMBRE
DECEMBER
DEZEMBER
DICEMBRE
DICIEMBRE
DECEMBER

St Pierre Fourier - 343/22

Mr Beyer Permanence

9H00 RAS

9H30 LADY FREDOUE? → DÉGAT A L'ARRIÈRE DU BATEAU (TRIBORD)
- Mise en place d'une defense.

10H00 POUBELLE QUAI ARRACHÉE.

12H00 RAS

15H00 BATEAU "JAJA" → Bruit violent au niveau du taud
Fixation tribord du taud H.S
BATEAU OUT OF THE BLUE ?
Touché arrière tribord.

17H00 RAS

sur votre mobile
Google play
Suivez l'évolution de la situation au 3201*
Bulletin du 9 décembre 2018 à 9h
BULLETIN PORT
METEO CONSULT

2019

~~Mr CAVALIÉ 9h " 12h " 14h " 17h~~
~~Mr PEREZ 9h " 12h " 14h " 17h~~

Relevé EAU
Port : 13805,45
C. Naval : 2522,15
Conso : 0,23

9h00 RAS

– NUMMARINE quai Accueil dégâts important TBD sur partie basse – Fait frotté à quai Les amarres reprises –

12h00 RAS

17h00 RAS

samedi
23
novembre
2013

47e sem. 327/3

permanence WEEK END
1re conduite :
9h00 12h00 14h00 17h00

9h00 RAS -

Salle de réunion + Gap... inondées -

12h00 RAS -

14h00 Houle de submersion SUD -

16h30 Amarre tribord Bubbles cassée

17h00 RAS.

dimanche
24
novembre
2019

47e sem. 328/

permanence WEEK END -
M. [illegible]
9h00 12h00 14h00 17h00

9h00 RAS - Quai B / DÉMONTÉ.
1 Borne technique HS -
+ plaques + EVENTS -
+ Défenses Cap -

12h00 RAS.

17h00 [illegible]

Annexe n°9-3

Reconnaissance du milieu marin OTEIS

Société de Gestion de Port La Galère

Projet d'aménagement du port de plaisance de Port La Galère

RECONNAISSANCE DU MILIEU MARIN

Oteis | Environnement et Ingénierie Maritime
Parc du Golf - Bâtiment 18 - 350, Avenue JRGG De la Lauzière
CS 90340 - 13799 Aix en Provence Cedex 3
Tel : 04 42 99 28 53 - Email : pierre.guillaume@oteis.fr

19/07/2019

TABLE DES MATIÈRES

1. PRELIMINAIRE 1
2. QUALITE DES SEDIMENTS 1
   - **2.1 Prélèvement 1**
   - **2.2 Analyse des sédiments 3**
   - **2.3 Qualité des sédiments 5**
     - 2.3.1 Granulométrie 5
     - 2.3.2 Matière organique et éléments nutritifs 5
     - 2.3.3 Métaux lourds 5
     - 2.3.4 HAP, PCB et TBT 5
     - 2.3.5 Conclusion 5
3. RECONNAISSANCE DES BIOCENOSES MARINES 6
   - **3.1 Méthodologie 6**
   - **3.2 Plan des investigations subaquatiques 6**
   - **3.3 Description des biocénoses et habitats marins 8**
     - 3.3.1 Enrochement et substratum rocheux 8
     - 3.3.2 Fonds sableux 8
     - 3.3.3 Herbier de posidonie 8
   - **3.4 Cartographie des biocénoses marines 8**
   - **3.5 Espèces protégées 10**
     - 3.5.1 Espèces protégées potentiellement présentes 10
     - 3.5.2 Réglementation concernant la protection des espèces marines 11
     - 3.5.3 Espèces protégées présentes sur le site de port la Galère 13
   - **3.6 Espèces envahissantes 16**
   - **3.7 Autres espèces présentes 17**
   - **3.8 Etat de santé – sensibilité écologique 18**
4. RECOMMANDATIONS POUR LE PROJET 18
   - **4.1 Emprise du projet vis-à-vis des biocénoses marines 18**
   - **4.2 Risques de dégradation du milieu marin et recommandations pour le projet 20**
   - **4.3 Etude spécifique et procédure réglementaire 21**
5. BIBLIOGRAPHIE 22
6. ANNEXES 23

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan d'échantillonnage des sédiments (juin 2019) 2
Figure 2 : Stations de prélèvement de sédiments 3
Figure 3 : Localisation des reconnaissances en plongée 7
Figure 4 : Cartographie des biocénoses marines d'après Donia et les observation d'Oteis 9
Figure 5 : Herbier de Posidonie dense en pied de digue portuaire 14
Figure 6 : Herbier relativement éloigné des enrochements de digue 14
Figure 7 : Herbier éparse dans la passe d'entrée du port 14
Figure 8 : Pinna nobilis mortes dans l'enceinte de port la Galère 15
Figure 9 : Association à L. byssoides sur enrochement médiolittorale supérieure 16
Figure 10 : Emprise du projet vis-à-vis des biocénoses marines 19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nature et coordonnées des stations de prélèvement de sédiments 1
Tableau 2 : Synthèse des résultats de qualité des sédiments (juin 2019) 4
Tableau 3 : Espèces protégées présentes dans l'emprise de la zone d'étude 10
Tableau 4 : Liste des espèces de Mammifères marins protégées potentiellement présentes 10
Tableau 5 : Liste des espèces de Tortues marines protégées potentiellement présentes 11
Tableau 6 : Sensibilité écologique, principaux risques pour le milieu marin et recommandations 20

1. PRELIMINAIRE

Dans le cadre du projet d'aménagement du port de plaisance, la société de Gestion de Port La Galère a demandé à Oteis une mission de reconnaissance subaquatique pour le prélèvement et l'analyse des sédiments présents et une identification des biocénoses sur la zone du projet et sa périphérie.

Le présent document présente les résultats de la mission de reconnaissance du milieu marin réalisée par Oteis le jeudi 20 juin 2019.

2. QUALITE DES SEDIMENTS

2.1 PRELEVEMENT

Le plan d'échantillonnage a compris les prélèvements de 4 échantillons de sédiments sur les zones du projet de travaux en vue d'analyses physico-chimiques (Figure 1) :

- Prélèvement 1 : dans le bassin portuaire,
- Prélèvement 2 : dans la passe du port,
- Prélèvement 3 : à l'Est du port,
- Prélèvement 4 : au Sud du port.

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés en plongée sous-marine. Les points de prélèvement ont été repérés au GPS et par rapport aux ouvrages voisins.

Les coordonnées et profondeurs des stations de prélèvement de sédiments sont détaillées sur le Tableau 1.

Prélèvement	Type	Profondeur NGF	Coordonnée Lambert 93	
			Longitude	Latitude
Sédiment 1	Sable grossier limoneux	3.0 m	1 019 911	6 274 590
Sédiment 2	Sable moyen à grossier	4.5 m	1 019 907	6 274 659
Sédiment 3	Sable moyen à grossier	8.5 m	1 019 978	6 274 701
Sédiment 4	Sable grossiers limoneux	12.5 m	1 019 959	6 274 408

Tableau 1 : Nature et coordonnées des stations de prélèvement de sédiments

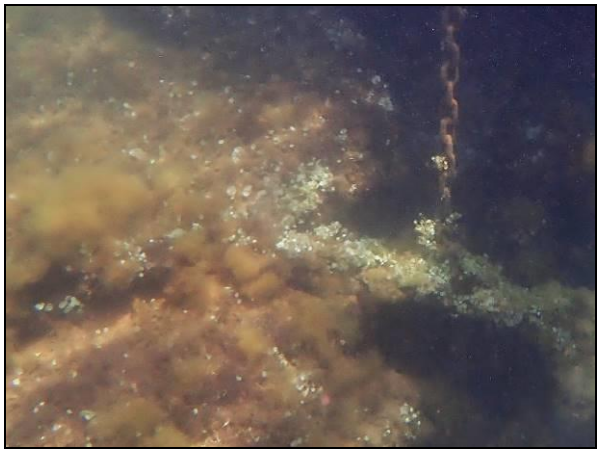
La localisation des stations de prélèvement des sédiments est illustrée sur la Figure 2.

- Le sédiment 1 est prélevé entre des affleurements rocheux au niveau des pontons qui seront modifiés. Il est constitué de sables grossiers légèrement limoneux à débris végétaux.
- Le sédiment 2 est prélevé sur des fonds sableux dans la passe du port. Il est constitué de sables moyens à grossiers.
- Le sédiment 3 est prélevé sur des fonds sableux en pied du talus de la digue à l'Est du port. Il est constitué de sables moyens à grossiers.

Figure 1 : Plan d'échantillonnage des sédiments (juin 2019)

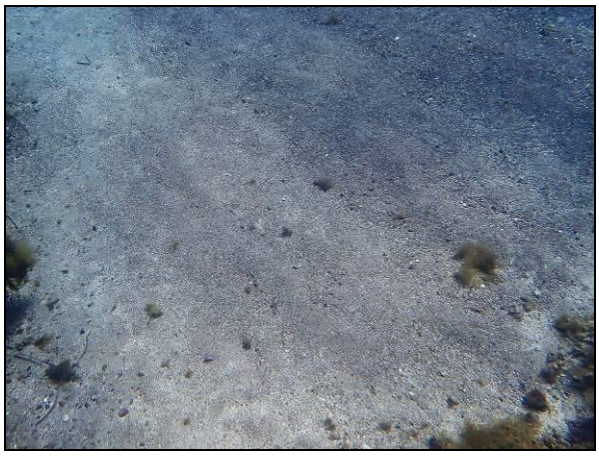
- Le sédiment 4 est prélevé sur des fonds sableux en pied du talus rocheux au Sud du port. Il est constitué de sables grossiers légèrement limoneux.

Les prélèvements de sédiments ont été conditionnés en flacons de verre, mis en glacières réfrigérées et maintenus au frais et à l'abri de la lumière jusqu'au laboratoire d'analyses sous 24 heures.

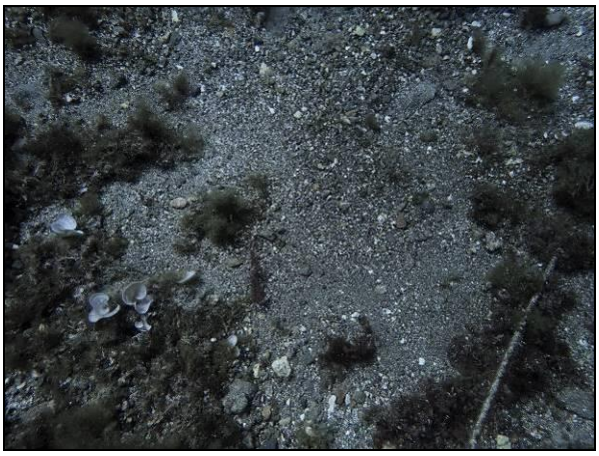


Sédiment 1 : sables grossiers limoneux

Sédiment 2 : sables moyens à grossiers



Sédiment 3 : sables moyens à grossiers



Sédiment 4 : sables grossiers limoneux

Figure 2 : Stations de prélèvement de sédiments

2.2 ANALYSE DES SEDIMENTS

Les analyses en laboratoire ont été réalisées par le laboratoire d'Eurofins environnement, accrédité COFRAC et agréé par le Ministère en charge de l'Environnement. Les analyses physico-chimiques des sédiments marins sont conformes à la circulaire n°2000-62 du 14 juin 2014 et ont compris :

- Les paramètres physico-chimiques : granulométrie, pourcentage de matière sèche, densité, perte au feu, teneur en Aluminium, COT, pH, azote et phosphore ;
- Leur degré de contamination : métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg), 16 HAP, 7 PCB et PCB totaux, organostanniques (TBT, DBT et MBT) ;

Chaque prélèvement de sédiments a fait l'objet d'une série d'analyses physico-chimiques. Les résultats d'analyses sont synthétisés sur le Tableau 2. Le rapport d'analyses est fourni en annexe.

Paramètres		1	2	3	4	Référentiel réglementaire	
	Unités	19E076641-001	19E076641-002	19E076641-003	19E076641-004	N1	N2
GRANULOMETRIE		25	9.6	11.8	21.3		
Fraction < 2 µm (Argiles)	%	1.7	0.8	1.6	3.1		
Fraction 2 - 20 µm (Limons fins)	%	11.3	4.6	5.7	10.6		
Fraction 20 - 63 µm (Limons gros.)	%	12	4.2	4.5	7.6		
Fraction 63 - 200 µm (Sables fins)	%	11.2	9.8	6.3	10.9		
Fraction 200 - 2000 µm (Sables gros.)	%	63.8	80.6	81.9	67.8		
Fraction > 2 mm	% brut	18.7	4.56	32.2	18		
Mediane	µm	561	521	792	594		
Matière sèche	% brut	61.5	58.5	88.2	85.2		
Masse volumique	g/cm3	1.6	1.34	1.58	1.45		
Perte au feu	% MS	4.25	2.23	0.841	1.27		
pH eau extraite à 22°C		8.7	8.9	9	9.1		
MATIERES ORGANIQUES							
Carbone Organique Total	mg/kg MS	21000	4580	1620	3650		
Azote Kjeldahl	g/kg MS	1.7	0.7	<0.5	0.5		
Phosphore total	mg/kg MS	881	558	514	753		
METAUX							
Aluminium	mg/kg MS	4680	2290	1760	4320		
Arsenic	mg/kg MS	10.2	6.23	8.79	4.73	25	50
Cadmium	mg/kg MS	0.15	<0.10	<0.10	<0.10	1.2	2.4
Chrome	mg/kg MS	12.5	6.21	28.6	16.1	90	180
Cuivre	mg/kg MS	106	11.5	5.72	7.42	45	90
Mercure	mg/kg MS	0.13	<0.10	<0.10	<0.10	0.4	0.8
Nickel	mg/kg MS	6.88	2.7	<1.00	3.78	37	74
Plomb	mg/kg MS	34	10.5	9.11	7.07	100	200
Zinc	mg/kg MS	192	30.7	13.9	27.1	276	552
HAP							
Naphtalène	µg/kg MS	13	8	19	<2.2	160	1130
Acénaphthylène	µg/kg MS	2.5	4.8	12	<2.2	40	340
Acénaphtène	µg/kg MS	9.6	3.6	<2.2	<2.2	15	260
Fluorène	µg/kg MS	10	2.8	3.9	<2.2	20	280
Phénanthrène	µg/kg MS	49	34	4.8	20	240	870
Anthracène	µg/kg MS	7.9	8	5.3	17	85	590
Fluoranthène	µg/kg MS	95	68	9.5	78	600	2850
Pyrène	µg/kg MS	93	60	9.6	58	500	1500
Benzo(a)anthracène	µg/kg MS	45	39	90	15	260	930
Chrysène	µg/kg MS	40	33	59	9.1	380	1590
Benzo(b)fluoranthène	µg/kg MS	58	42	150	5.2	400	900
Benzo(k)fluoranthène	µg/kg MS	36	9.5	38	<2.2	200	400
Benzo(a)pyrène	µg/kg MS	49	35	100	2.4	430	1015
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/kg MS	11	7.1	3.9	<2.2	60	160
Benzo(ghi)Pérylène	µg/kg MS	40	20	35	4	1700	5650
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/kg MS	34	15	55	3.9	1700	5650
Somme des HAP	µg/kg MS	590	390	600	210		
PCB							
PCB 28	µg/kg MS	1.3	<1	1.8	<1	5	10
PCB 52	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	5	10
PCB 101	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	10	20
PCB 118	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	10	20
PCB 138	µg/kg MS	1.6	<1	<1	<1	20	40
PCB 153	µg/kg MS	1.3	<1	<1	<1	20	40
PCB 180	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	10	20
SOMME PCB (7)	µg/kg MS	6.2	3.5	4.8	3.5		
ORGANO ETAIN							
MBT en Sn	µg/kg MS	16	2.5	<2.0	<2.0		
DBT en Sn	µg/kg MS	11	<2.0	<2.0	<2.0		
TBT en Sn	µg/kg MS	18	<2.0	<2.0	<2.0	100	400

Tableau 2 : Synthèse des résultats de qualité des sédiments (juin 2019)

2.3 QUALITE DES SEDIMENTS

2.3.1 Granulométrie

Les sédiments présents sont des sables comportant une fraction plus ou moins importante de particules fines (< 63µm) et d'éléments grossiers (> 2 mm) composés de graviers et coquilles.

La médiane des sédiments varie de 0,5 à 0,8 mm. Les sables à l'intérieur du bassin portuaire (1) au Sud du port (4) possèdent une fraction plus importante de particules fines respectivement de 25 et 21% alors que cette fraction des sédiments de la passe (2) et à l'Est du port (3) est de l'ordre de 10 à 12%.

2.3.2 Matière organique et éléments nutritifs

Les sédiments portuaires (1) présentent des teneurs élevées en carbone organique (COT : 21 g/kg) et en éléments nutritifs (Azote Kjeldhal : 1,7 g/kg ; Phosphore total : 881 mg/kg).

Les sédiments sableux hors du port (2, 3 et 4) présentent des teneurs moyennes à faibles en carbone organique (COT : de 1,6 à 4,6g/kg) et en éléments nutritifs (Azote Kjeldhal < 0,7 g/kg ; Phosphore total : de 500 à 750 mg/kg).

2.3.3 Métaux lourds

Les teneurs en métaux lourds du sédiments 1 sont globalement faibles. Les teneurs sont inférieures au seuil N1 de la réglementation, excepté pour le Cuivre qui révèle une teneur de 106 mg/kg, valeur supérieure au niveau N2. L'origine de ce cuivre est la peinture antifouling des bateaux.

Les sédiments 2, 3 et 4 possèdent des teneurs en métaux lourds globalement très faibles. Les teneurs sont inférieures au seuil N1 de la réglementation.

2.3.4 HAP, PCB et TBT

Pour l'ensemble des échantillons, les teneurs en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), en Polychlorobiphényles (PCB) et en Tributylétain (TBT) sont très faibles souvent inférieures aux seuils de détection. Les teneurs sont inférieures au seuil N1 de la réglementation.

2.3.5 Conclusion

Les sédiments de la zone d'études sont des sables moyens à grossiers comportant une fraction plus ou moins importante de particules fines et d'éléments grossiers. La médiane des sables varie de 0,5 à 0,8 mm.

Les sédiments à l'intérieur du bassin portuaire (échantillon 1) présentent des teneurs élevées en matière organique et en éléments nutritifs et des teneurs en métaux lourds, HAP, PCB et TBT, faibles, inférieures au seuil N1, excepté une forte concentration en Cuivre (teneur en Cu supérieure au seuil N2).

Les sédiments situés hors du bassin portuaire (échantillons 2, 3 et 4) ne présentent aucune contamination physico-chimique (métaux lourds, HAP, PCB ou TBT).

3. RECONNAISSANCE DES BIOCENOSES MARINES

3.1 METHODOLOGIE

Les biocénoses marines présentes à proximité de la digue du port de la Galère ont fait l'objet de reconnaissances en plongée sous-marine. Les observations ont été réalisées le jeudi 20 juin 2019. L'équipe de plongeurs professionnels et biologistes marins était composée de : Pierre GUILLAUME (Classe 2 B) et Sophie CARTERON (Classe 1 B).

Les plongées en scaphandre autonome ont été réalisées dans le respect de la réglementation en vigueur (Arrêté du 15 mai 1992, circulaire du 18 déc. 1994 Décret n°2011-45 du 11 janv. 2011 et Arrêté du 30 oct. 2012).

La météo était clémente : soleil, peu de vent et de houle, visibilité à plus de 10 m à l'extérieur du port. Durant les plongées des photographies et des notes d'observations ont été prises.

3.2 PLAN DES INVESTIGATIONS SUBAQUATIQUES

La localisation des investigations subaquatiques est présentée sur la Figure 3.

Les reconnaissances ont été implantées sur l'emprise du projet d'aménagement du port. Il a été réalisé :

- Des observations en plongée sous-marine le long de 8 transects perpendiculaires aux enrochements depuis la sub-surface jusqu'au pied de la digue ou jusqu'à l'herbier proche (transects A, B, C, D, E, F, G et H).
- Des observations en plongée sous-marine réalisées le long du pied de la digue à une profondeur de -7 à -11 m (transects Y).
- Des observations réalisées en sub-surface (entre -1 à -2 m) le long de digue et sur la frange littorale du projet (transects Z, X, W).

Les planches photographiques correspondantes aux transects d'observation sont fournies en annexe.

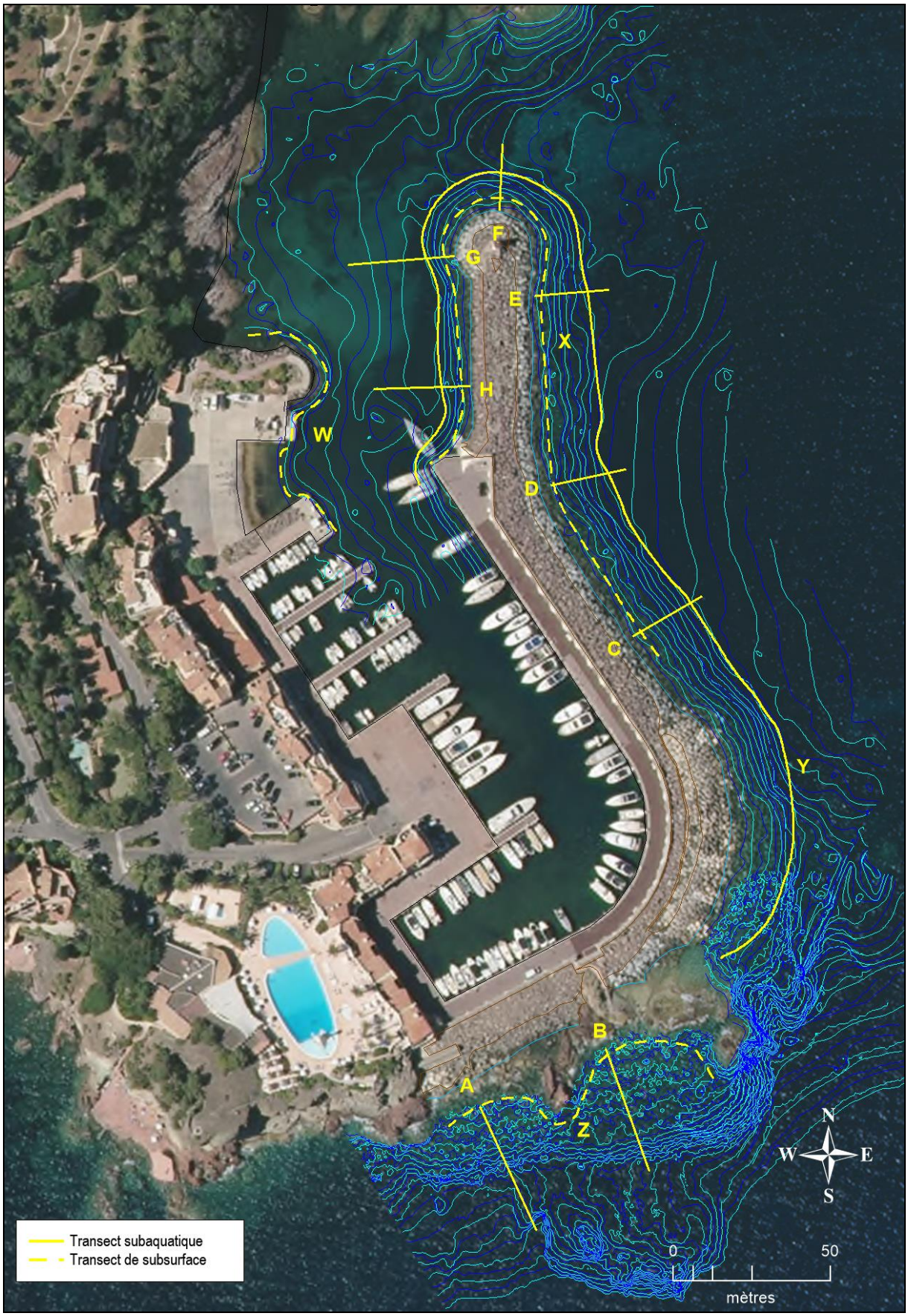


Figure 3 : Localisation des reconnaissances en plongée

3.3 DESCRIPTION DES BIOCENOSES ET HABITATS MARINS

Les habitats marins référencés par le PNUE (PNUE-PAM, 2007) sont les suivants :

3.3.1 Enrochement et substratum rocheux

Proche de la surface, ce faciès comprend l'habitat fonds durs et roches avec les biocénoses de roche médiolittorale supérieure (CAR/ASP II.4.1., EUR 15 1170, CORINE 24) et inférieure (CAR/ASP : II.4.2.2., EUR 15 : 1170, CORINE : 1124-1125) dont « Association à *Lithophyllum byssoides* » (II.4.2.2.). Plus en profondeur le long des enrochements ou du substratum rocheux se trouvent des biocénoses d'algues infralittorales dont « association à *Cystoseira sp*. ».

L'association à *Lithophyllum byssoides* sur la digue du port la Galère ne forme pas d'encorbellement et se limite à des formes de coussinets en zone médiolittorale à cause du mode battu. Le thalle encroutant de cette algue calcaire épilithe est peu développé (Figure 9).

3.3.2 Fonds sableux

En pied de digue et dans l'enceinte portuaire on trouve des fonds sableux infralittoraux dont la « biocénose des sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues » et des « biocénoses de sables fins bien calibrés ». Ces biocénoses infralittorales de sables grossiers (CAR/ASP : III.3.1, EUR 15 : 1110, CORINE : 1123) et fins (CAR/ASP III.2.2, EUR15 : 1110-6, CORINE : 11.22) sont caractérisées par de la faune endogée (vers notamment) ou épigée (holothuries, oursins etc.).

3.3.3 Herbier de posidonie

L'association à *Posidonia oceanica* est rencontrée sur le site d'étude (CAR/ASP : III.5.1, EUR 15 : 1120, CORINE 1134).

La Posidonie (*Posidonia oceanica*) est une espèce de phanérogame (plantes à fleurs) marine endémique de la Mer Méditerranée. Ces herbiers constituent l'écosystème majeur de Méditerranée et jouent un rôle important dans la protection des côtes contre l'érosion. C'est dans ces herbiers que beaucoup d'organismes, animaux et végétaux, trouvent protection et alimentation. L'herbier de posidonie joue le rôle de refuge, frayère et source de nourriture pour un grand nombre d'espèces et dont certaines espèces protégées dans le cadre de la législation nationale et internationale, comme notamment la Grande nacre (*Pinna nobilis*) (Sartoretto et al., 2012).

3.4 CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES

La répartition des biocénoses marines d'après la cartographie Donia (Medtrix, juin 2019) complétée par les observations d'Oteis sur la zone d'étude est détaillée sur la carte de la Figure 4.

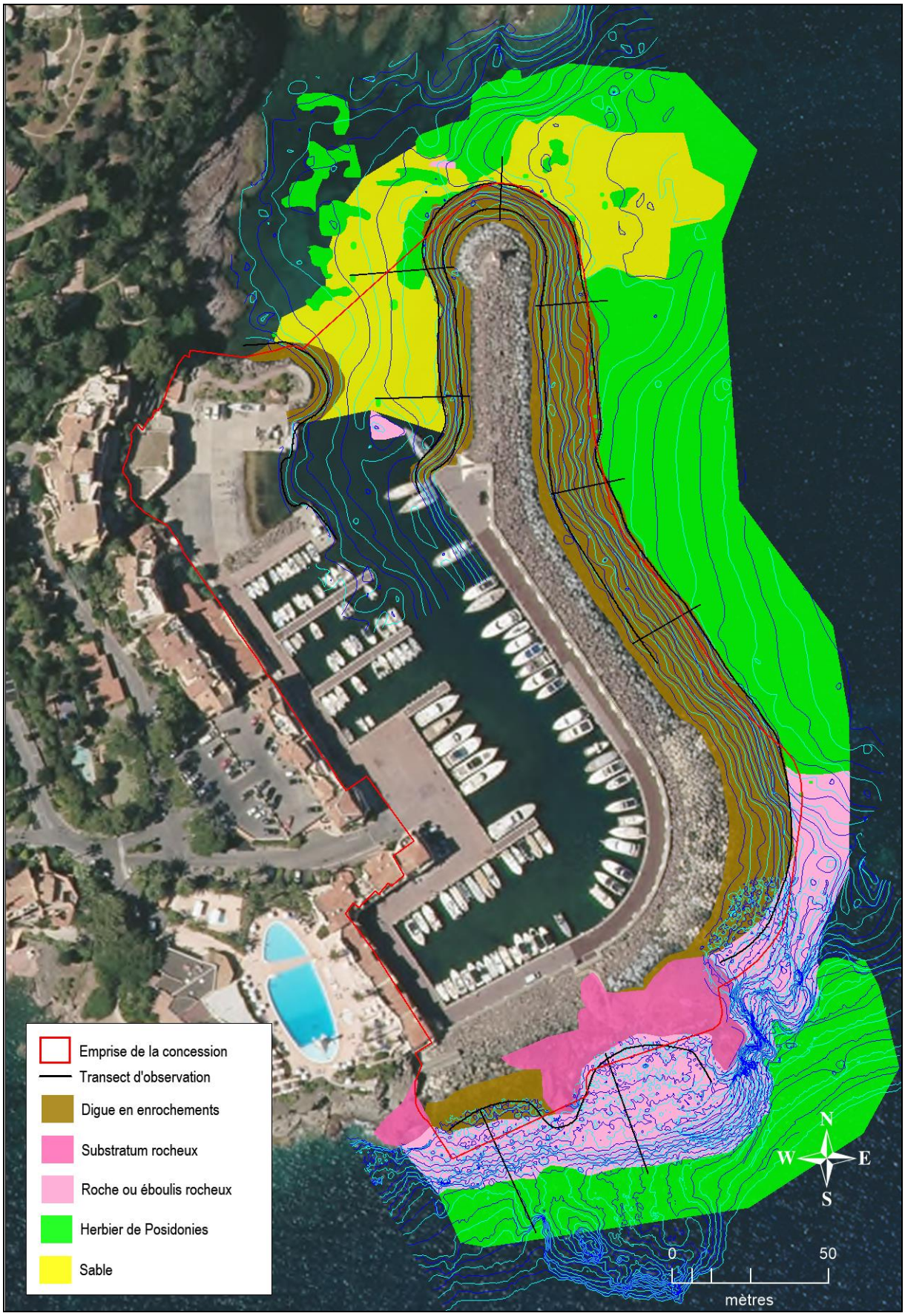


Figure 4 : Cartographie des biocénoses marines d'après Donia et les observation d'Oteis

3.5 ESPECES PROTEGEES

Lors des reconnaissances en plongée sous-marine, une attention particulière a été portée aux espèces protégées ou patrimoniales présentes ou potentielles sur le secteur d'étude.

3.5.1 Espèces protégées potentiellement présentes

Parmi les espèces marines protégées recherchées car potentiellement présentes sur le secteur ou dans cette partie de la Méditerranée, se trouvent : *Posidonia oceanica* (Posidonie), *Lithophyllum byssoides* (Algues calcaires en trottoir), *Pinna nobilis* (Grande nacre), *Lithophaga lithophaga* (Datte de mer), *Patella ferruginea* (Patelle géante), *Centrostephanus longispinus* (Oursin diadème) et *Scyllarides latus* (Grande cigale de mer).

Durant les reconnaissances, seuls l'herbier de Posidonie en pied de digue et quelques coussinets de Lithophyllum sur les enrochements artificiels ont été observés vivants. Deux individus morts de Grandes nacres ont également été observés. La description des 3 espèces observées se trouve au § 3.5.3.

Nom valide (INPN)	Nom vernaculaire	Protection	Etat
Posidonia oceanica	Posidonie	Arrêté ministériel 19 juillet 1988 Directive 92/43/CEE Anx I Convention de Berne Anx I Convention de Barcelone Anx	Herbier en état moyen à très bon
Lithophyllum byssoides	Algue calcaire des trottoirs	Convention de Berne Anx I Convention de Barcelone Anx II	Petits coussinets
Pinna nobilis	Grande nacre	Arrêté du 26 novembre 1992 Directive 92/43/CEE Anx IV Convention de Barcelone Anx II	2 (mortes)

Tableau 3 : Espèces protégées présentes dans l'emprise de la zone d'étude

Parmi les espèces marines protégées potentiellement présentes sur le littoral de l'Estérel mais non observées lors des observations de terrain car très rares si proche du littoral, se trouvent les espèces de mammifères marins suivantes (Tableau 4) et les tortures marines suivantes (Tableau 5).

Nom valide (INPN)	Nom vernaculaire	Protection	Potentiel
Delphinus delphis	Dauphin commun	Directive 92/43/CEE Anx IV Règlement UE n° 750/2013 Anx A Convention de Berne Anx II Décret n° 2014-1195 Anx II	Rare
Stenella coeruleoalba	Dauphin bleu/blanc	Directive 92/43/CEE Anx IV Règlement UE n° 750/2013 Anx A Convention de Berne Anx II Décret n° 2014-1195 Anx II	Rare
Grampus griseus	Dauphin de Risso	Directive 92/43/CEE Anx IV Règlement UE n° 750/2013 Anx A Convention de Berne Anx II Décret n° 2014-1195 Anx II	Très rare
Physeter macrocephalus	Cachalot	Directive 92/43/CEE Anx IV Règlement UE n° 750/2013 Anx A Convention de Berne Anx II Décret n° 2014-1195 Anx II	Très rare
Ziphius cavirostris	Baleine à bec de Cuvier	Directive 92/43/CEE Anx IV Règlement UE n° 750/2013 Anx A Convention de Berne Anx II Décret n° 2014-1195 Anx II	Très rare

Tableau 4 : Liste des espèces de Mammifères marins protégées potentiellement présentes

Nom valide (INPN)	Nom vernaculaire	Protection	Potentiel
Caretta caretta	Tortue caouanne	Convention de Bonn Anx I et II Convention de Barcelone Anx II Directive 92/43/CEE Anx II et IV Convention de Berne Anx II Convention CITES Anx A Arrêté 14 octobre 2005 Art.1	Très rare
Chelonia mydas	Tortue verte	Convention de Bonn Anx I et II Convention de Barcelone Anx II Directive 92/43/CEE Anx II et IV Convention de Berne Anx II Convention CITES Anx A Arrêté 14 octobre 2005 Art.1 et 8	Très rare
Dermochelys coriacea	Tortue luth	Convention de Bonn Anx I et II Convention de Barcelone Anx II Directive 92/43/CEE Anx IV Convention de Berne Anx II Convention CITES Anx A Arrêté 14 octobre 2005 Art.1 et 8	Très rare
Eretmochelys imbricata	Tortue à écailles	Convention de Bonn Anx I et II Convention de Barcelone Anx II Directive 92/43/CEE Anx IV Convention de Berne Anx II Convention CITES Anx A Arrêté 14 octobre 2005 Art.1	Très rare
Lepidochelys kempii	Tortue de Kemp	Convention de Bonn Anx I et II Convention de Barcelone Anx II Directive 92/43/CEE Anx IV Convention de Berne Anx II Convention CITES Anx A Arrêté 14 octobre 2005 Art.1	Très rare

Tableau 5 : Liste des espèces de Tortues marines protégées potentiellement présentes

3.5.2 Réglementation concernant la protection des espèces marines

3.5.2.1 Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 concernant la protection de la Nature (Anx 4)

La loi relative à la protection de la nature est la première étape vers une protection individuelle des espèces animales et végétales mais souligne toutefois, la nécessité de préserver les équilibres biologiques qui lient ces espèces entre elles. L'article 3 de cette loi fixe les conditions de la protection individuelle d'espèces rares ou menacées. Le décret n°77- 1295 du 25 novembre 1977 a été pris pour son application ; il fixe les démarches à suivre concernant les arrêtés ministériels de protection des différentes espèces :

- L'arrêté ministériel du 19 juillet 1988 a pour objet la protection des magnoliophytes marines sur l'ensemble du territoire français. Les espèces concernées sont *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa, Nanozostera noltii et Zostera marina*.
- L'arrêté ministériel du 26 novembre 1992 concerne la protection de six espèces d'invertébrés marins sur l'ensemble du territoire français : *Pinna nobilis, Pinna rudis, Patella ferruginea, Lithophaga lithophaga* (Mollusques), *Centrostephanus longispinus* (Oursin), *Scyllarides latus* (Crustacé).

3.5.2.2 *Convention de Berne*

La Convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels en Europe, adoptée le 19 septembre 1979 est entrée en vigueur le 01 juin 1982. Elle concerne :

- les espèces de flore strictement protégées (Annexe I de la Convention) ;
- les espèces de faune directement protégées (Annexe II de la Convention) ;
- les espèces de faune protégées (Annexe III de la Convention) ;
- les moyens et méthodes de chasse et autres formes d'exploitation interdits (Annexe IV de la Convention).

Le décret du 07 juillet 1999 a publié des amendements aux annexes I, II, III et IV de la Convention de Berne (Annexe 7). Environ 80 espèces méditerranéennes y figurent (sans compter les cétacés et les tortues).

3.5.2.3 *Convention de Barcelone*

La Convention de Barcelone sur la protection de la Méditerranée, mise en place en 1976 à Barcelone, a fait l'objet d'une importante révision en 1995 ; les objectifs de développement durable de la Conférence de Rio de 1992 ont ainsi été intégrés à la Convention. Le Protocole relatif à la conservation des Aires Spécialement Protégées a été ratifié par la France en décembre 2021. Il comprend dans ses annexes notamment les listes animales et végétales pour lesquelles les états signataires s'engagent à prendre des mesures législatives et réglementaires afin de les protéger, il s'agit de :

- l'Annexe II, liste des espèces en danger ou menacées.
- l'Annexe III, liste des espèces dont l'exploitation est réglementée.

3.5.2.4 *Convention de Bonn*

La Convention de Bonn dite CMS (convention on the Conservation of Migratory Species of wild animals) établit les bases juridiques sur lesquelles s'appuient les mesures de conservation coordonnées internationalement pour une espèce migratrice.

Les espèces migratrices menacées d'extinction sont inscrites à l'Annexe I de la Convention. Les espèces migratrices qui ont besoin de la coopération internationale, ou qui pourraient en bénéficier de manière significative, figurent à l'Annexe II de la Convention.

3.5.2.5 *Convention CITES*

La convention CITES a pour objectif la mise en place du règlement (CE) n°338/97 du Conseil du 9 décembre 1996 relatif à la protection des espèces de faune et de flore sauvages par le contrôle de leur commerce. Les Tortue marines sont inscrites en annexe A.

3.5.2.6 *Règlement UE n° 750/2013 Annexe A*

Le règlement européen n°750/2013 de la commission du 29 juillet 2013 modifie le règlement n°338/97 du Conseil relatif à la protection des espèces de faune et de flore sauvage par le contrôle de leur commerce. Les tortues marines sont inscrites sur l'annexe A.

3.5.2.7 *Décret n° 2014-1195 Annexe II*

Le Décret n°2014-1195 du 16 octobre 2014 porte sur la publication de l'amendement de la liste des annexes II et III du protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée, signé à Barcelone le 10 juin 1995, adopté à Marrakech le 5 novembre 2009. En annexe II sont inscrites les magnoliophytes marines comme la Posidonie.

3.5.2.8 *Réglementation spécifique à la Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur*

Au niveau régional, l'Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur prend en compte les Zostères *Nanozostera noltii* et *Zostera marina*.
La pêche à l'hameçon et la chasse sous-marine du mérou *Epinephelus marginatus* sont interdites sur l'ensemble du littoral de la Méditerranée occidentale. Ce moratoire est mis à part l'avenant concernant la pêche à l'hameçon, celui qui est reconduit depuis 1993 sous la signature du Préfet de la Région PACA, qui est aussi compétent pour la Région Languedoc-Roussillon, en matière de pêche maritime. Il agit donc de Monaco à Cerbère (Arrêté n° 2002/1113, articles 1 et 2).

3.5.3 Espèces protégées présentes sur le site de port la Galère

3.5.3.1 *Posidonia oceanica*

La Posidonie (*Posidonia oceanica*) est une magnoliophyte (espèce de plantes à fleurs) marine endémique de la Mer Méditerranée. Cette espèce forme des herbiers qui constituent un des écosystèmes majeurs de Méditerranée et jouent un rôle important dans la protection des côtes contre l'érosion. C'est dans ces herbiers que beaucoup d'organismes, animaux et végétaux, trouvent protection et alimentation.

L'herbier à Posidonia oceanica est considéré comme l'écosystème le plus important de la Méditerranée tant au niveau de son extension que du rôle qu'il joue (i) au niveau écologique (production primaire élevée en partie exportée vers d'autres écosystèmes, oxygénation des eaux, pôle de biodiversité), (ii) au niveau sédimentaire (stabilisation des fonds et protection des plages contre l'érosion), (iii) au niveau économique (zone de frayère, de nurseries, habitat temporaire ou permanent pour de nombreuses espèces d'intérêt commercial). Il constitue également un excellent indicateur de la qualité globale du milieu naturel (PNUE/PAM, 2007).

L'herbier de *Posidonia oceanica* observé par Oteis se trouve en pied de digue tout autour du port la Galère et à l'intérieur de l'enceinte portuaire. L'herbier observé n'a pas fait l'objet de mesures de densité ou de hauteur, mais en première approche l'écosystème observé est en bon à très état de santé (ES : 1/5 à 2/5) avec des faisceaux relativement hauts et une forte couverture du substrat. On note également une forte présence d'épiphytes sur les feuilles. Les enrochements de la digue arrivent directement en bordure d'herbier sur une majorité du linéaire de la digue (Figure 5).

L'herbier présent au niveau du musoir est dense et en bon état (ES : 4/5), généralement plus éloigné des enrochements. On note des zones sableuses entre le pied de digue et l'herbier, avec par endroit des petits patchs de Posidonie de moins d'1 m² (Figure 6).

Dans la passe d'entrée du port, l'herbier est plus éparse et en moins bon état (ES : 3/5 en moyenne) (Figure 7). Les faisceaux sont très épiphytés, entourés d'algues filamenteuses et partiellement sédimentés.

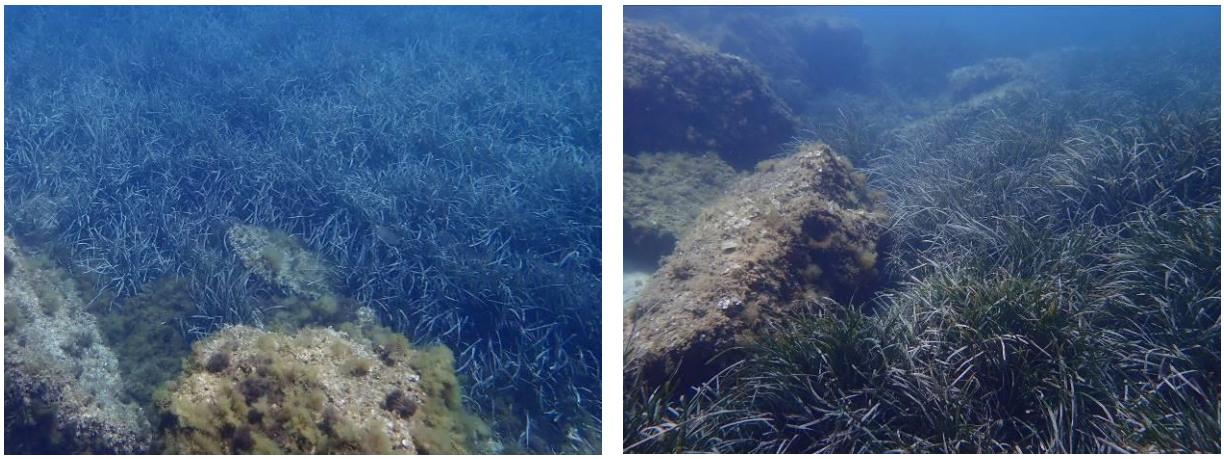


Figure 5 : Herbier de Posidonie dense en pied de digue portuaire

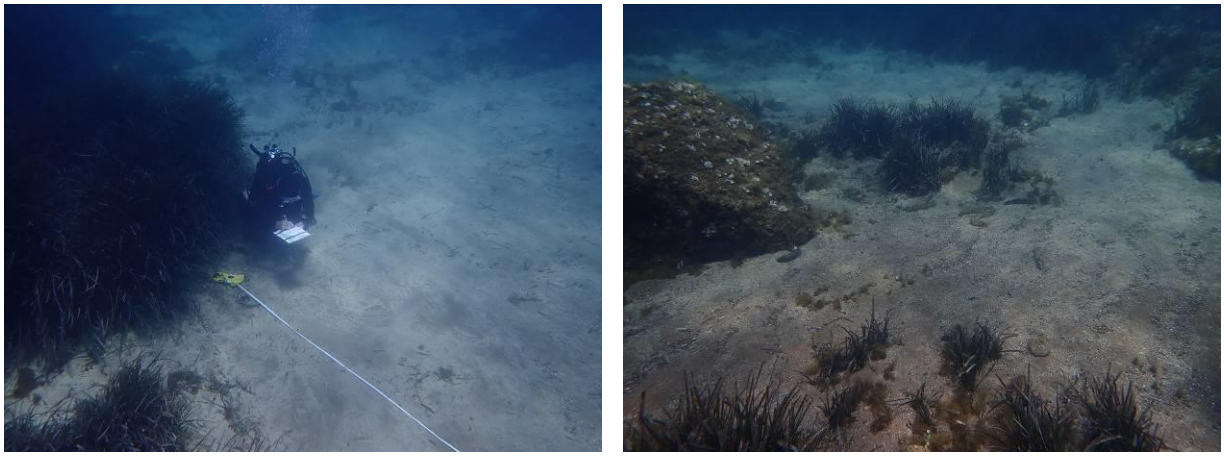


Figure 6 : Herbier relativement éloigné des enrochements de digue

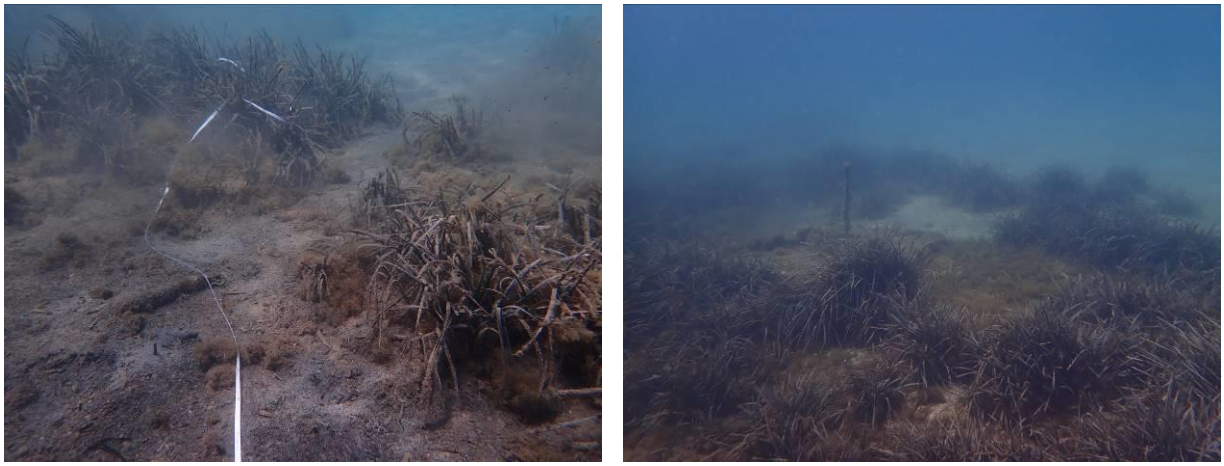


Figure 7 : Herbier éparse dans la passe d'entrée du port

3.5.3.2 *Pinna nobilis*

La grande nacre (*Pinna nobilis*) est le plus grand mollusque bivalve de Méditerranée. Elle vit souvent implantée dans les fonds sableux ou sablo-vaseux, à proximité des herbiers de phanérogames marines (Boisleux et al., 2018).

Espèce protégée, *Pinna nobilis* est sur la liste des invertébrés dont "la destruction, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation ou, qu'ils soient vivants ou morts, le transport, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat" sont interdits (arrêté du 26 novembre 1992). Elle est également citée dans la législation communautaire (annexe IV de la directive habitat 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la flore et la faune sauvage). Elle figure enfin dans l'annexe II de la convention de Barcelone (1995) qui liste les espèces Méditerranéennes en danger ou menacées.

Les grandes nacres des côtes méditerranéennes françaises subissent une épidémie mortelle depuis 2016. Cette épizootie létale est liée à la présence du protozoaire *Haplosporidium pinnae* (Catanese, 2018). Cette vague de mortalité met l'espèce en danger. Sur le secteur Fréjus/Cannes, en 2018, environ 20 à 50% des Pinna étaient mortes selon le réseau de veille écologique participatif du littoral méditerranéen de Monaco à Banyuls.

Les observations réalisées par Oteis à Port la Galère ont permis de recenser un individu mort dans le port, entièrement recouvert d'algues et acétabulaires (Figure 8). Cette nacre était située au sein d'un petit patch d'herbier de Posidonie peu dense et peu étendu. Une coquille a également été observée au niveau de la mise à l'eau du port, visiblement déplacée par l'Homme.

Aucune *P. nobilis* n'a été observée vivante dans la zone d'emprise des observations.

Figure 8 : Pinna nobilis mortes dans l'enceinte de port la Galère

3.5.3.3 *Lithophyllum byssoides*

L'algue calcaire *Lithophyllum byssoides* est inscrite sur l'Annexe I (espèces de la flore strictement protégées) de la Convention de Berne, et sur l'Annexe II (Liste des espèces en danger ou menacées) de la Convention de Barcelone.

Cette espèce peut former des encorbellements ou trottoirs calcaires caractéristiques. Ces bio-constructions remarquables sont fragiles. Sur le site d'étude, l'algue encroûtante forme sur les enrochements exposés de la digue de port la Galère des coussinets au niveau médiolittoral supérieur Figure 9.

Figure 9 : Association à L. byssoides sur enrochement médiolittorale supérieure

3.6 ESPECES ENVAHISSANTES

Durant les observations subaquatiques l'algue filamenteuse *nematochrysopsis marina* (dite « barbe de Thanatos ») a été observée dans l'enceinte portuaire. Cette espèce envahissante est endémique de la mer Méditerranée, mais se développe de façon spectaculaire et recouvre les fonds marins durant la saison estivale (selon conditions climatiques : soleil et temps calme) avant de décroitre à partir d'octobre ou de se dissiper en cas d'agitation de la masse d'eau par les vents ou la houle. Le développement de cette algue n'impacterait pas les fonds marins dès lors que le phénomène est de courte durée (Maran V., 2015).

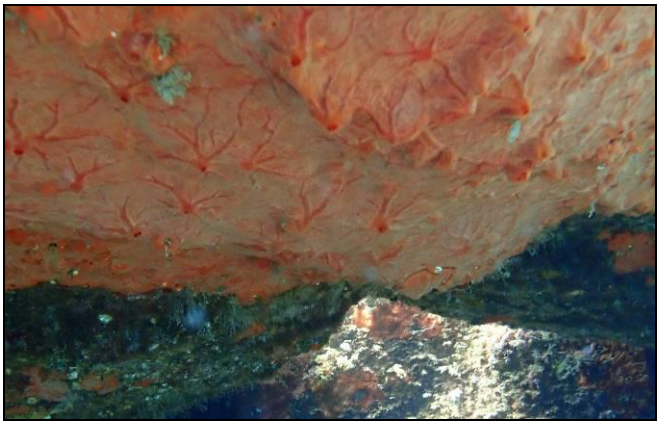
On note que les algues filamenteuses résultent souvent d'un amalgame de plusieurs espèces avec association de bactéries.

3.7 AUTRES ESPECES PRESENTES

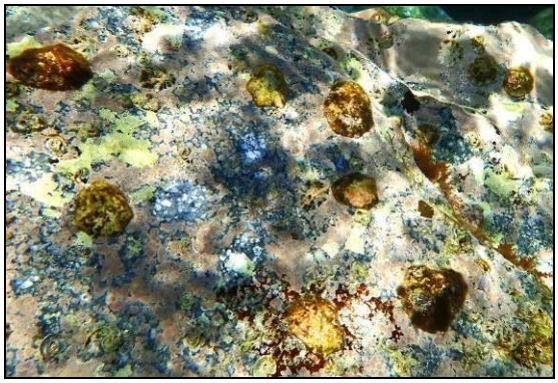
Parmi les autres espèces présentes sur le site d'observation on note les espèces remarquables suivantes :

- La seiche *Sepia officinalis*,
- Le Nudibranche doris dalmatien *Peltodoris atromaculata*,
- L'oursin noir *Abracia lixula,*
- L'étoile de mer *Echinaster sepositus,*
- Les spongiaires *Crambe crambe*, *Cliona sp.*, etc.,
- La patelle *Patella caerulea*…

Seiche



Spongiaire



Patelle

Doris

L'ichtyofaune rencontrée est caractéristique des petits fonds côtiers (enrochements et herbier) avec notamment les espèces suivantes :

- Castagnole *Chromis chromis,*
- Girelle *Coris julis,*
- Serran *Serranus cabrilla* et *S. scriba,*
- Saupe *Sarpa salpa,*
- Sar *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* etc.

Ces espèces sont communes sur le littoral méditerranéen.

3.8 ETAT DE SANTE – SENSIBILITE ECOLOGIQUE

L'état de santé global du site est bon, mais contrasté entre l'intérieur de l'enceinte portuaire et l'extérieur de la digue portuaire.

- L'intérieur du port est en état de santé moyen (3/5) car légèrement sédimenté et présente des points de développement d'algues filamenteuses envahissantes.
- L'extérieur du port est en très bon état de santé (1/5).

Tout l'écosystème d'herbier est très sensible aux nuisances environnementales et aux aménagements littoraux.

L'habitat rocheux est moyennement sensible aux aménagements.

Les biocénoses de substrat meuble sont peu sensibles.

4. RECOMMANDATIONS POUR LE PROJET

4.1 EMPRISE DU PROJET VIS-A-VIS DES BIOCENOSES MARINES

L'emprise du projet d'aménagement vis-à-vis des biocénoses marines est présenté sur la Figure 10.

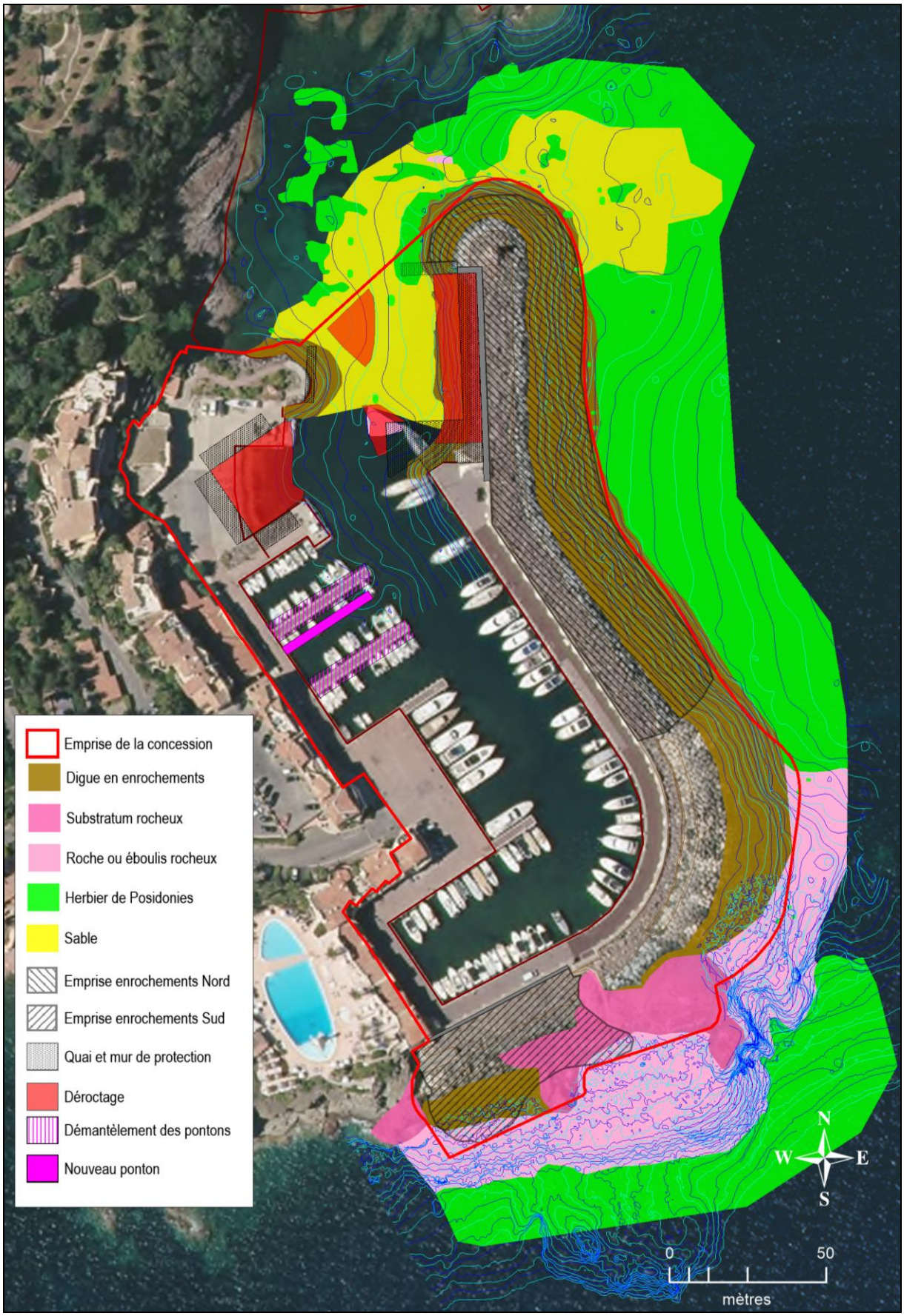


Figure 10 : Emprise du projet vis-à-vis des biocénoses marines

4.2 RISQUES DE DEGRADATION DU MILIEU MARIN ET RECOMMANDATIONS POUR LE PROJET

Le Tableau 6 détaille pour chaque type de travaux, la sensibilité écologique de la zone et les principaux risques de dégradation du milieu marin et fournit des recommandations d'ordre environnemental pour le projet.

Travaux	Sensibilité écologique	Principaux risques pour le milieu marin	Recommandations
Enrochement Sud	**Faible** Herbier de posidonies en pied de tombant à plus de 12 m du projet	**Faible** Risque d'instabilité des blocs rocheux	Assurer de la stabilité du pied des ouvrages en enrochements
Enrochement Nord	**Fort** Herbier de posidonies en pied de talus lithophyllum en sub-surface	**Fort** Destruction Lithophyllum en haut de talus Destruction (faible) de l'herbier dans le talus Risque de dégradation (fort) de l'herbier en pied de talus	Limiter l'emprise du talus projet au talus actuel Eviter la chute et l'étalement des blocs en pied dans l'herbier en pied de talus
Mur de protection	**Fort** Herbier de posidonies sur la zone	**Fort** Destruction de l'herbier sur l'emprise du mur et sa périphérie proche (> 50 m^2) Risque de dégradation de l'herbier en périphérie	Si possible déplacer l'ouvrage Sinon limiter l'emprise des travaux à la stricte nécessité Confiner les zones de travaux
Déroctage	**Moyen** Taches d'herbier de posidonies à proximité	**Fort** Risque d'étalement des matériaux, de remise en suspension des sédiments et de panache de turbidité Risque de dégradation des taches d'herbier à proximité	S'assurer de la nécessité d'approfondir Emprise limiter l'emprise des travaux à la stricte nécessité Confiner les zones de travaux
Quai	**Faible**	**Moyen** Risque d'étalement des matériaux, de remise en suspension des sédiments et de panache de turbidité	Limiter l'emprise des travaux à la stricte nécessité Confiner les zones de travaux
Ponton	**Faible** Contamination des sédiments en cuivre	**Moyen** Risque d'étalement des matériaux, de remise en suspension des sédiments, de panache de turbidité et de dispersion de la contamination en cuivre	Limiter l'emprise des travaux à la stricte nécessité Confiner les zones de travaux

Tableau 6 : Sensibilité écologique, principaux risques pour le milieu marin et recommandations pour le projet

4.3 ETUDE SPECIFIQUE ET PROCEDURE REGLEMENTAIRE

L'herbier de Posidonie devra faire l'objet d'une étude de détail pour d'une part pour quantifier l'emprise de l'herbier de posidonies directement impactée par le projet (destruction ou dégradation) et d'autre part caractériser son état de santé avant la réalisation des travaux (état zéro).

La caractérisation de l'herbier devra être réalisée en au moins 3 stations différentes autour de la digue et un point plus éloigné servant de témoin et comprendra a minima des mesures de densité, recouvrement, hauteur de faisceaux, etc. Le plan d'implantation des stations et le programme de mesures de caractérisation des herbiers devront être validés par les services du Parc départemental et de la DDTM/DREAL.

Le projet d'aménagement actuel prévoit une destruction partielle de l'herbier de *Posidonia oceanica* et des *Lithophyllum byssoides* sur les enrochements, aussi le projet devra faire l'objet d'une procédure réglementaire spécifique de demande de dérogation pour la destruction (coupe, arrachage ou enlèvement) de spécimens d'espèces végétales protégées auprès du Conseil National pour la Protection de la Nature CNPN selon les conditions fixées par l'arrêté du 19 Février 2007 (Cerfa n°13 617*01).

Compte tenu du niveau d'incidences dommageable du projet sur les biocénoses marines et notamment sur les espèces protégées (herbier de Posidonies et lithophyllum), il est nécessaire de prendre rapidement l'attache du Parc départemental et de la DDTM / DREAL pour préciser leurs attentes concernant l'élaboration des études spécifiques relatives aux biocénoses marines et du dossier de demande de dérogation pour la destruction d'espèces protégées dans le cadre du projet d'aménagement portuaire.

5. BIBLIOGRAPHIE

Boisleux G., Pean M., Harmelin JG. in : DORIS, 22/10/2018 : *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758, http://doris.ffessm.fr/ref/specie/311.

Catanese G., Grau A., Valencia J.M., Garcia-March J.R., Vázquez-Luis M., Alvarez E., Deudero S., Darribae S., Carballa M.J., Villalba A., 2018. *Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea, Journal of Invertebrate Pathology, 157, 9-24.

Maran Vincent, 2015. La barbe de Thanatos. Bulles de bio. Subaqua Mai juin 2015. n°260. 52-53 pp.

PNUE-PAM- CAR/ASP, 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G., Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G. eds., CAR/ASP publ., Tunis : 199pp.

Rouanet E., Goujard A., Astruch P., Bonhomme D., Ruitton S., Serre C., 2013. Etude préalable à la création d'une aire marine protégée sur la commune de Théoule-sur-Mer. *Contrat Conseil Général des Alpes Maritimes – GIS Posidonie*, GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-234 p.

Sartoretto S., Baucour C. Pergent G., 2012. Caractéristiques biologiques-biocénoses / habitats particuliers de l'infralittoral : herbier à Posidonia oceanica. Caractéristiques et Etat écologique. Méditerranée occidentale.

6. ANNEXES

Planches photographiques

Rapport d'analyses des sédiments

Transect A

Blocs rocheux et galets vers -2 m

Blocs rocheux vers -2/-4 m

Pente abrupte à partir de -6 m

Pied de talus vers -11.5m

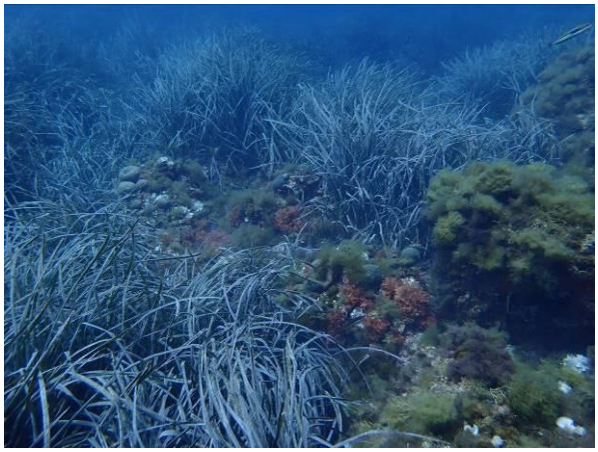
Transect B

Pied du talus rocheux vers -2 m

Blocs rocheux vers -3 / -5 m

Blocs rocheux vers -2 / -3 m

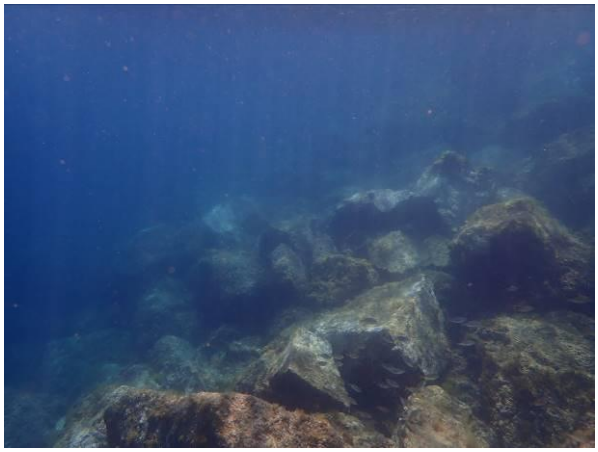
Rupture de pente vers -7 m



Pied de talus vers -13 m

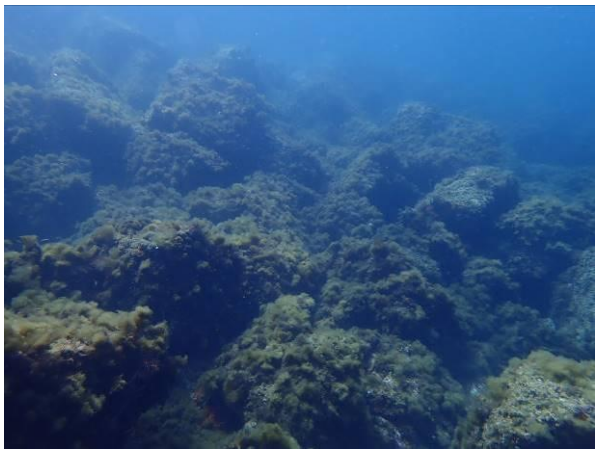
Transect C

Haut du profil vers -1.5 m



Enrochements vers -3 / -4 m

Vers -3 / -4 m



Talus vers -7 m

Pied du talus vers -10 m

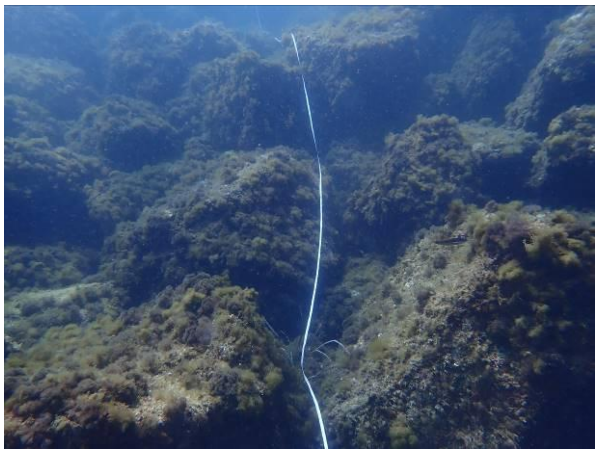
Herbier de posidonies

Transect D

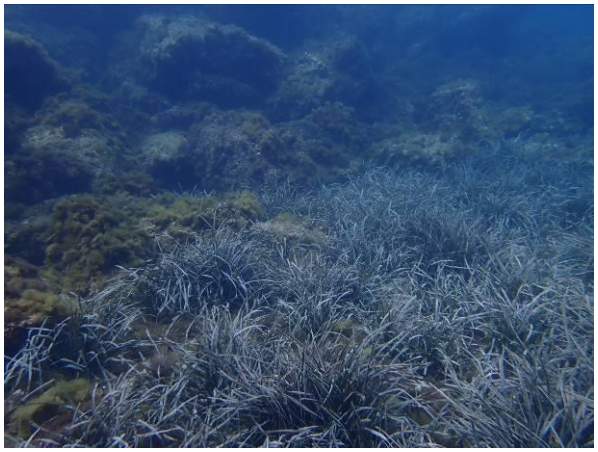
Haut du profil -1.5 m

Enrochements vers -3 m

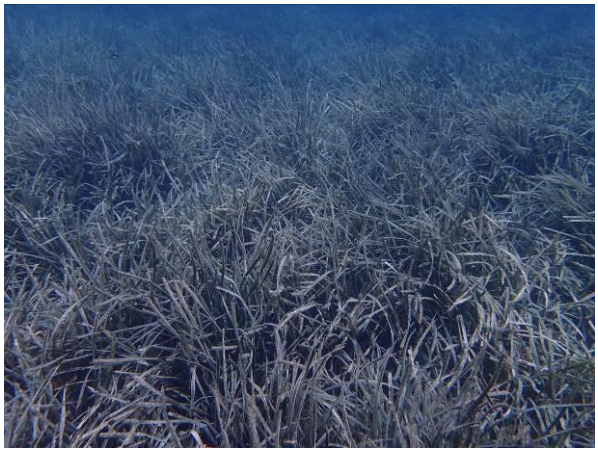
Vers -4 / -5 m



Talus vers -7 /-8 m



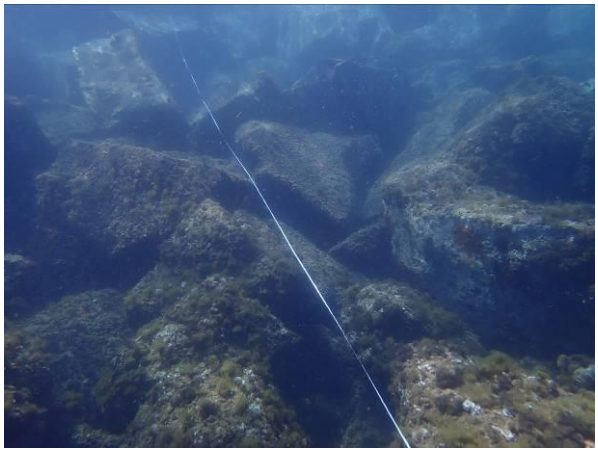
Pied du talus vers -9 m



Herbier de Posidonies

Transect E

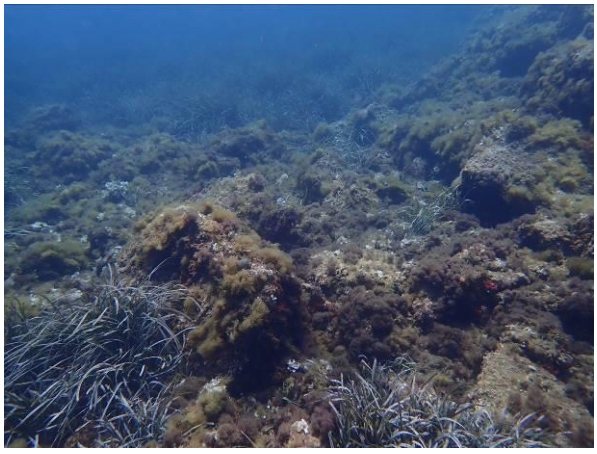
Haut de talus vers -1.5 m



Enrochements vers -3 m

Vers -4 m

Vers -5 m

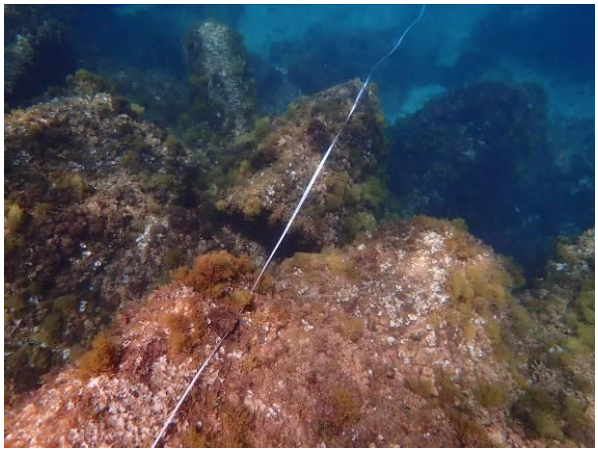


Pied de talus -8 m

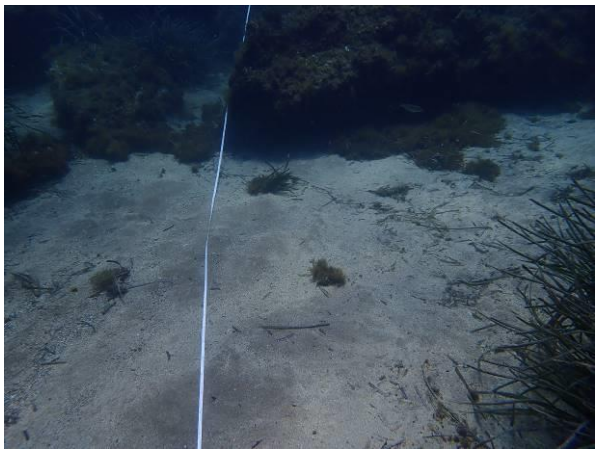
Herbier de Posidonies

Transect F

Haut du profil vers -1 m

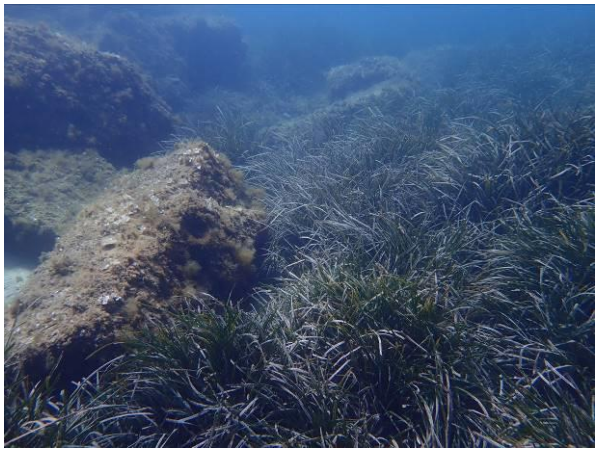


Vers -3 m



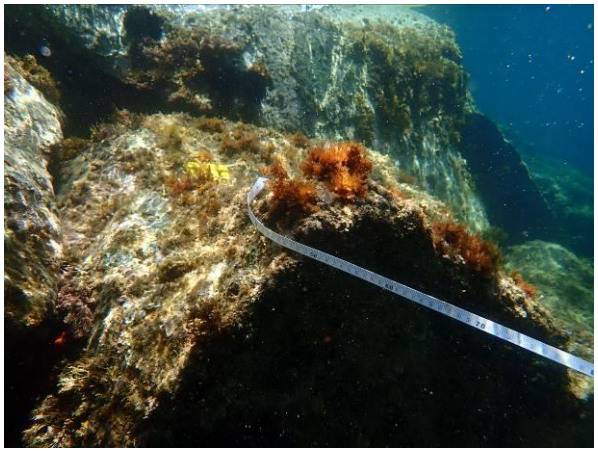
Pied de talus sableux à -7.5 m

Fonds sableux et herbier de Posidonies



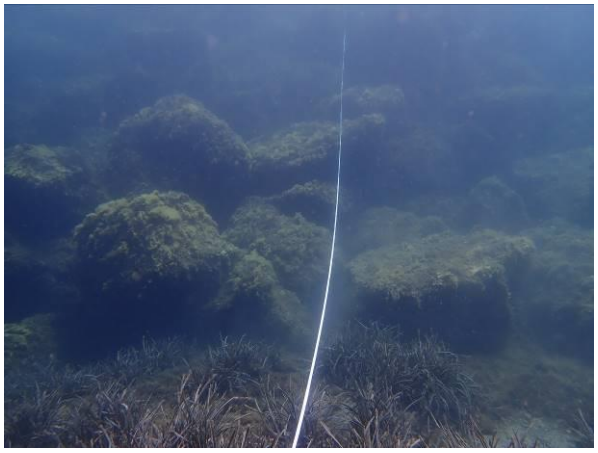
Blocs et herbier de Posidonies à proximité

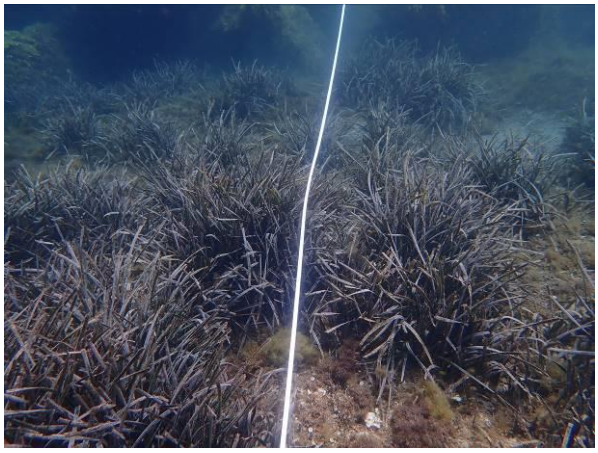
Transect G



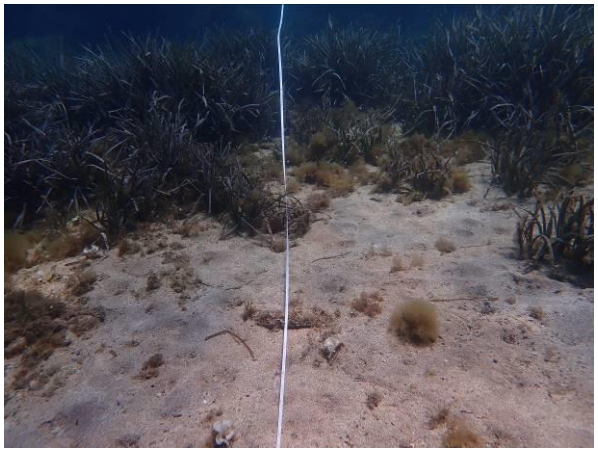
Haut du profil -0.5 m

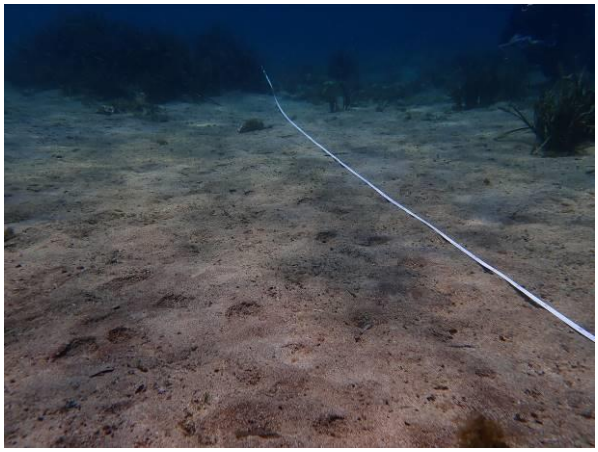
Vers -2 m





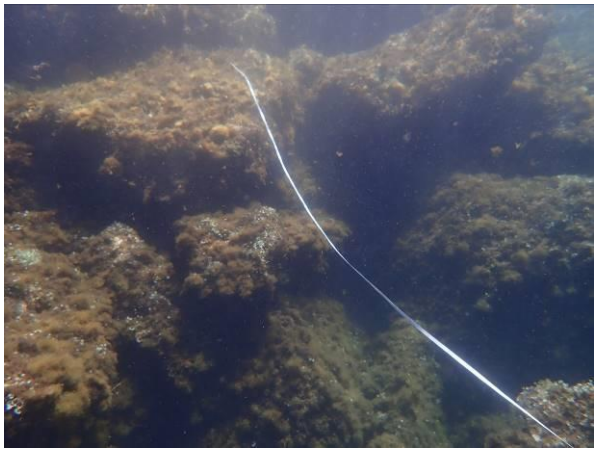
Herbier de posidonies en pied de talus -5.5 m



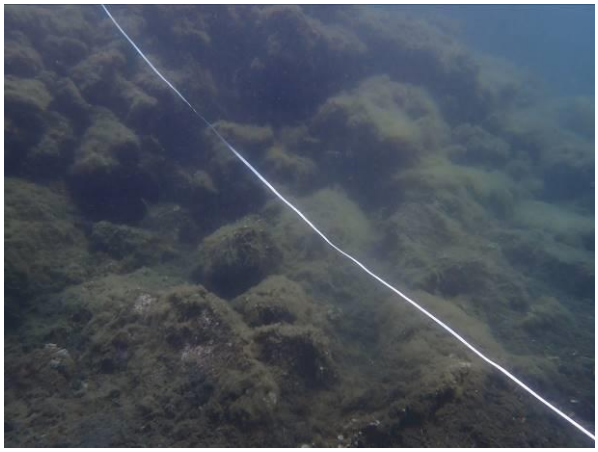


Fonds sableux et patchs d'herbiers -4.5 m

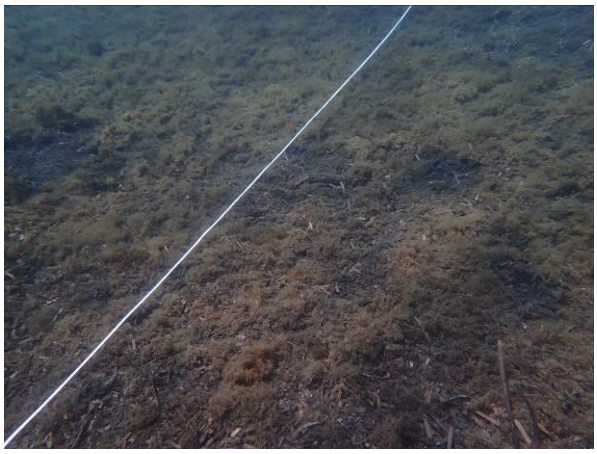
Transect H



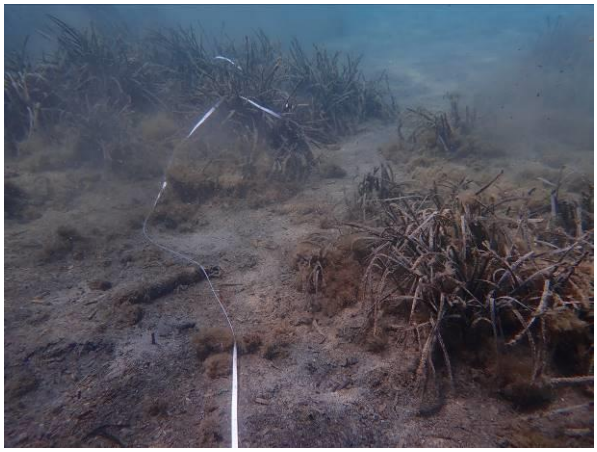
Haut du profil -0.5 m



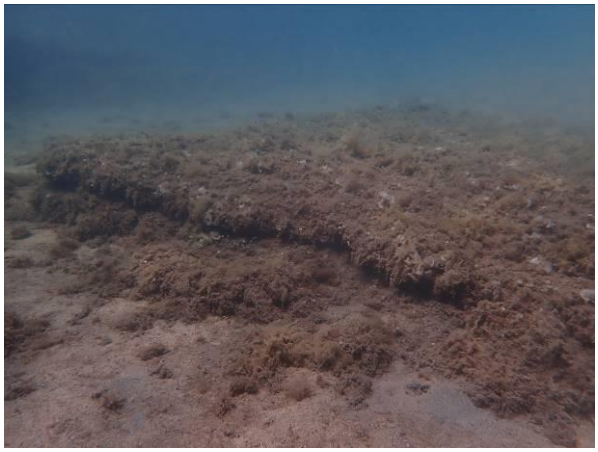
Monticule de blocs vers -4 / -5 m



Fonds sablo-vaseux à débris de posidonies en pied de talus -5.5 m

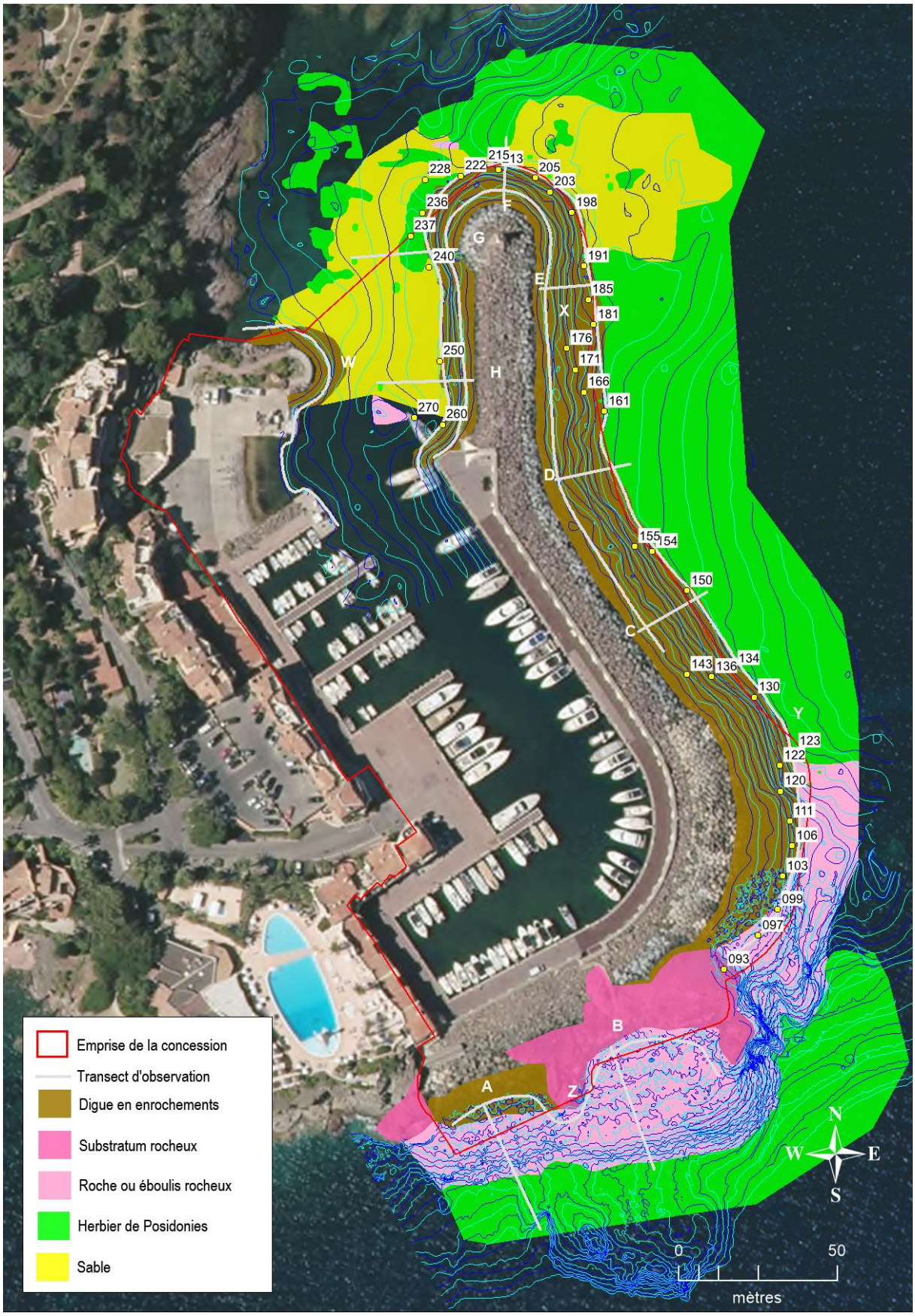


Patchs d'herbiers -4.5 m



Dalle rocheuse à proximité

Transect Y – suivi du pied de talus de la digue



Localisation des photographies sur transect Y

093

097

099

103

122

124

125

130

134

136

143

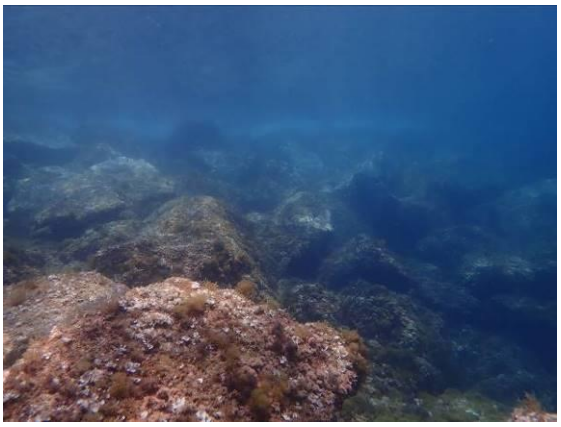
150

154

155

161

166



171

176

181

185

191

198

203

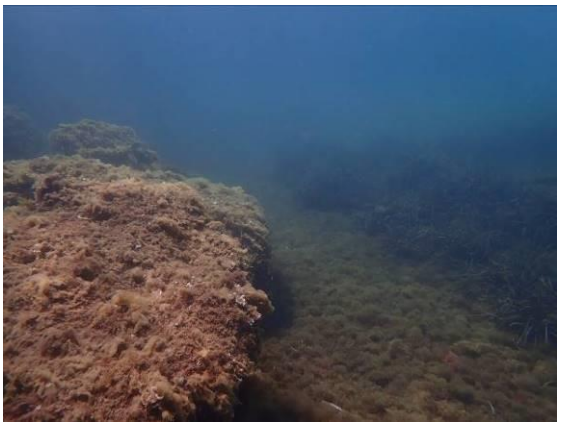
205

213

215

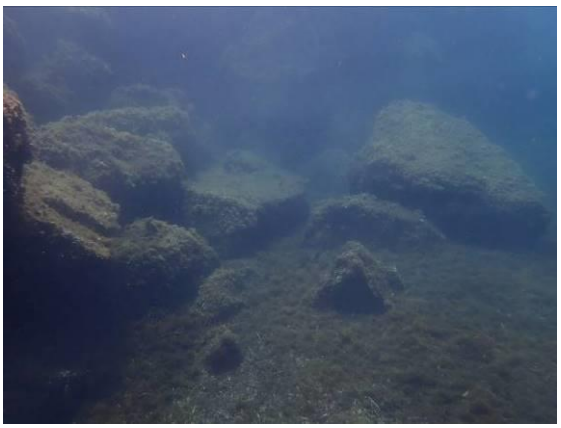
222

228



236

237



240

250

260

271

Annexe n°9-4

Rapport d'analyse des sédiments (Eurofins – 2019)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

OTEIS
Monsieur Pierre GUILLAUME
Parc du Golf - Bâtiment 18
350 Avenue JRGG de la Lauzière - CS 90340
13799 AIX EN PROVENCE CEDEX 3

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E076641

Version du : 08/07/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-101403-01

Date de réception technique : 21/06/2019
Première date de réception physique : 21/06/2019

Référence Dossier : Projet: Port la Galère

Coordinateur de Projets Clients : Alexandra Smorto / AlexandraSmorto@eurofins.com / +33 3 88 02 51 86

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	1
002	Sédiments	(SED)	2
003	Sédiments	(SED)	3
004	Sédiments	(SED)	4

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E076641

Version du : 08/07/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-101403-01

Date de réception technique : 21/06/2019

Première date de réception physique : 21/06/2019

Référence Dossier : Projet: Port la Galère

N° Echantillon		001	002	003	004
Référence client :		1	2	3	4
Matrice :		SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :		20/06/2019	20/06/2019	20/06/2019	20/06/2019
Date de début d'analyse :		25/06/2019	25/06/2019	25/06/2019	25/06/2019
Température de l'air de l'enceinte :		11.5°C	11.5°C	11.5°C	11.5°C
Préparation Physico-Chimique					
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -
LSA07 : **Matière sèche**	% P.B.	* 61.5	* 58.5	* 88.2	* 85.2
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 18.7	* 4.56	* 32.2	* 18.0
Mesures physiques					
LS08F : **Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm**					
Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm	%	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm	%	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm	%	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm	%	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint
Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm	%	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint	* Cf détail ci-joint
LS918 : **Masse volumique sur échantillon brut**	g/cm³	1.60	1.34	1.58	1.45
LS995 : **Perte au feu à 550°C**	% MS	4.25	2.23	0.841	1.27
Analyses immédiates					
LSL4H : **pH H2O**					
pH extrait à l'eau		8.7	8.9	9.0	9.1
Température de mesure du pH	°C	22	22	22	22
Indices de pollution					
LS916 : **Azote Kjeldahl (NTK)**	g/kg M.S.	* 1.7	* 0.7	* <0.5	* 0.5
LSSKM : **Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)**					
Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg M.S.	* 21000	* 4580	* 1620	* 3650
Coefficient de variation (CV)	%			* 11.7	
Métaux					

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E076641

Version du : 08/07/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-101403-01

Date de réception technique : 21/06/2019

Première date de réception physique : 21/06/2019

Référence Dossier : Projet: Port la Galère

N° Echantillon		001	002	003	004
Référence client :		1	2	3	4
Matrice :		SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :		20/06/2019	20/06/2019	20/06/2019	20/06/2019
Date de début d'analyse :		25/06/2019	25/06/2019	25/06/2019	25/06/2019
Température de l'air de l'enceinte :		11.5°C	11.5°C	11.5°C	11.5°C
Métaux					
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -
LS862 : **Aluminium (Al)**	mg/kg M.S.	* 4680	* 2290	* 1760	* 4320
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 10.2	* 6.23	* 8.79	* 4.73
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 106	* 11.5	* 5.72	* 7.42
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 6.88	* 2.70	* <1.00	* 3.78
LS882 : **Phosphore (P)**	mg/kg M.S.	* 385	* 244	* 224	* 328
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 34.0	* 10.5	* 9.11	* 7.07
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 192	* 30.7	* 13.9	* 27.1
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.13	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LS931 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 0.15	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LS934 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 12.5	* 6.21	* 28.6	* 16.1
LSA6B : **Phosphore total (P2O5)**	mg/kg M.S.	881	558	514	753
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)					
LSA33 : **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)**					
Naphtalène	mg/kg M.S.	* 0.013	* 0.008	* 0.019	* <0.0022
Acénaphthylène	mg/kg M.S.	* 0.0025	* 0.0048	* 0.012	* <0.0022
Acénaphtène	mg/kg M.S.	* 0.0096	* 0.0036	* <0.0022	* <0.0022
Fluorène	mg/kg M.S.	* 0.01	* 0.0028	* 0.0039	* <0.0022
Phénanthrène	mg/kg M.S.	* 0.049	* 0.034	* 0.0048	* 0.02
Anthracène	mg/kg M.S.	* 0.0079	* 0.008	* 0.0053	* 0.017
Fluoranthène	mg/kg M.S.	* 0.095	* 0.068	* 0.0095	* 0.078
Pyrène	mg/kg M.S.	* 0.093	* 0.06	* 0.0096	* 0.058
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	* 0.045	* 0.039	* 0.09	* 0.015

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E076641

Version du : 08/07/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-101403-01

Date de réception technique : 21/06/2019

Première date de réception physique : 21/06/2019

Référence Dossier : Projet: Port la Galère

N° Echantillon		001	002	003	004
Référence client :		1	2	3	4
Matrice :		SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :		20/06/2019	20/06/2019	20/06/2019	20/06/2019
Date de début d'analyse :		25/06/2019	25/06/2019	25/06/2019	25/06/2019
Température de l'air de l'enceinte :		11.5°C	11.5°C	11.5°C	11.5°C
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)					
LSA33 : **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)**					
Chrysène	mg/kg M.S.	* 0.04	* 0.033	* 0.059	* 0.0091
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	* 0.058	* 0.042	* 0.15	* 0.0052
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	* 0.036	* 0.0095	* 0.038	* <0.0022
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	* 0.049	* 0.035	* 0.1	* 0.0024
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	* 0.011	* 0.0071	* 0.0039	* <0.0022
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	* 0.04	* 0.02	* 0.035	* 0.004
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	* 0.034	* 0.015	* 0.055	* 0.0039
Somme des HAP	mg/kg M.S.	0.59	0.39	0.6	0.21
Polychlorobiphényles (PCBs)					
LSA42 : **PCB congénères réglementaires (7)**					
PCB 28	mg/kg M.S.	* 0.0013	* <0.001	* 0.0018	* <0.001
PCB 52	mg/kg M.S.	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 101	mg/kg M.S.	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 118	mg/kg M.S.	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 138	mg/kg M.S.	* 0.0016	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 153	mg/kg M.S.	* 0.0013	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 180	mg/kg M.S.	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
SOMME PCB (7)	mg/kg M.S.	0.0062	0.0035	0.0048	0.0035
Organoétains					
LS2GK : **Dibutylétain cation-Sn (DBT)**	µg Sn/kg M.S.	* 11	* <2.0	* <2.0	* <2.0
LS2GL : **Tributylétain cation-Sn (TBT)**	µg Sn/kg M.S.	* 18	* <2.0	* <2.0	* <2.0
LS2IJ : **Tétrabutylétain -Sn (TeBT)**	µg Sn/kg M.S.	<10	<10	<10	<10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E076641

Version du : 08/07/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-101403-01

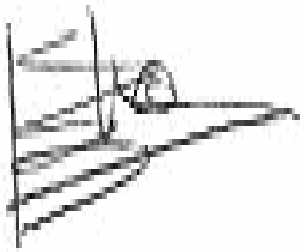
Date de réception technique : 21/06/2019

Première date de réception physique : 21/06/2019

Référence Dossier : Projet: Port la Galère

N° Echantillon		001		002		003		004	
Référence client :		1		2		3		4	
Matrice :		SED		SED		SED		SED	
Date de prélèvement :		20/06/2019		20/06/2019		20/06/2019		20/06/2019	
Date de début d'analyse :		25/06/2019		25/06/2019		25/06/2019		25/06/2019	
Température de l'air de l'enceinte :		11.5°C		11.5°C		11.5°C		11.5°C	
Organoétains									
LS2IK : **Monobutylétain cation-Sn (MBT)**	µg Sn/kg M.S.	*	16	*	2.5	*	<2.0	*	<2.0
LS2IL : **Triphénylétain cation-Sn (TPhT)**	µg Sn/kg M.S.	*	2.5	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IM : **MonoOctyletain cation-Sn (MOT)**	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IN : **DiOctyletain cation-Sn (DOT)**	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IP : **Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT**	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

D : détecté / ND : non détecté



Caroline Gavalet-Eber
Coordinateur Projets Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E076641

Version du : 08/07/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-101403-01

Date de réception technique : 21/06/2019

Première date de réception physique : 21/06/2019

Référence Dossier : Projet: Port la Galère

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 9 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.
Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 19E076641

N° de rapport d'analyse :AR-19-LK-101403-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS08F	Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne			Eurofins Analyse pour l'Environnement France
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm			%	
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm			%	
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm			%	
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm			%	
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm			%	
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)	GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - X T 90-250	2	µg Sn/kg M.S.	
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IJ	Tétrabutylétain -Sn (TeBT)		10	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPhT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctyletain cation-Sn (MOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctyletain cation-Sn (DOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT		2	µg Sn/kg M.S.	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	5	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - NF EN 13342 - Méthod interne (Sols)	0.5	g/kg M.S.	
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne		g/cm³	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN 13346 Méthode B	0.1	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1	% MS	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'ea régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
LSA33	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)			
	Naphtalène		0.002	mg/kg M.S.	
	Acénaphthylène		0.002	mg/kg M.S.	
	Acénaphtène		0.002	mg/kg M.S.	
	Fluorène		0.002	mg/kg M.S.	
	Phénanthrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Anthracène		0.002	mg/kg M.S.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 19E076641

N° de rapport d'analyse :AR-19-LK-101403-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	Fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
	Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo-(a)-anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
	Chrysène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(a)pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	mg/kg M.S.	
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
	Somme des HAP			mg/kg M.S.	
LSA42	PCB congénères réglementaires (7)	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)			
	PCB 28		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 52		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 101		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 118		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 138		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 153		0.001	mg/kg M.S.	
	PCB 180		0.001	mg/kg M.S.	
	SOMME PCB (7)			mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSL4H	pH H2O	Potentiométrie - Ad. NF ISO 10390 (SED) NF EN 12176 (abrogée,BOU)			
	pH extrait à l'eau				
	Température de mesure du pH			°C	
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	Combustion [sèche] - NF EN 13137 (Octobre 2001 Norme abrogée)			
	Carbone Organique Total par Combustion		1000	mg/kg M.S.	
	Coefficient de variation (CV)			%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du clien			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du clien	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 19E076641

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-101403-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : Projet: Port la Galère

Référence commande :

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	1		21/06/2019	21/06/2019		
002	2		21/06/2019	21/06/2019		
003	3		21/06/2019	21/06/2019		
004	4		21/06/2019	21/06/2019		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
19e076641-001 (SED) - Average

Opérateur :
FPEP

Date de l'analyse :
mercredi 3 juillet 2019 09:10:52

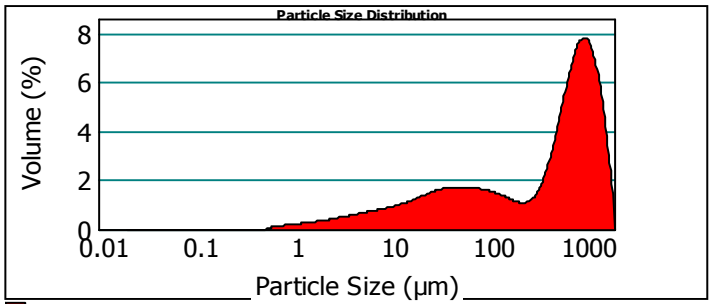
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

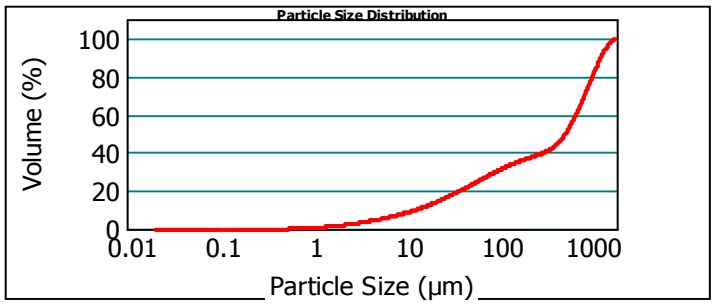
Données statistique

Surface spécifique : 0.228 m²/g
Moyenne : 602.208 µm
Médiane : 561.371 µm
Variance : 279730.246 µm²
Ecart type : 528.895 µm
Rapport moyenne/mediane : 1.072 µm
Mode : 989.354 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.71%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 13.01%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 25.01%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 36.17%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.71%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 11.31%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 9.41%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 13.74%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 11.99%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 11.16%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 63.83%





19e076641-001 (SED) - Average mercredi 3 juillet 2019 09:10:52

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.51
1.000	1.20
2.000	0.55
2.500	1.50
4.000	3.12
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	1.24
10.000	2.63
15.000	0.47
16.000	1.78
20.000	3.83
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	3.09
40.000	2.49
50.000	2.58
63.000	4.98
100.000	3.89
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	2.29
200.000	1.58
250.000	1.39
300.000	3.25
400.000	4.40
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	5.38
600.000	11.89
800.000	5.78
900.000	5.36
1000.000	18.46
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	6.34
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.51
2.000	1.71
2.500	2.26
4.000	3.76

Size (µm)	Vol Under %
8.000	6.89
10.000	8.13
15.000	10.76
16.000	11.23
20.000	13.01

Size (µm)	Vol Under %
30.000	16.84
40.000	19.93
50.000	22.42
63.000	25.01
100.000	29.99

Size (µm)	Vol Under %
150.000	33.88
200.000	36.17
250.000	37.74
300.000	39.13
400.000	42.38

Size (µm)	Vol Under %
500.000	46.78
600.000	52.16
800.000	64.05
900.000	69.83
1000.000	75.19

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	93.66
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 9.79 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
19e076641-002 (SED) - Average

Opérateur :
PKB8

Date de l'analyse :
mardi 2 juillet 2019 15:37:00

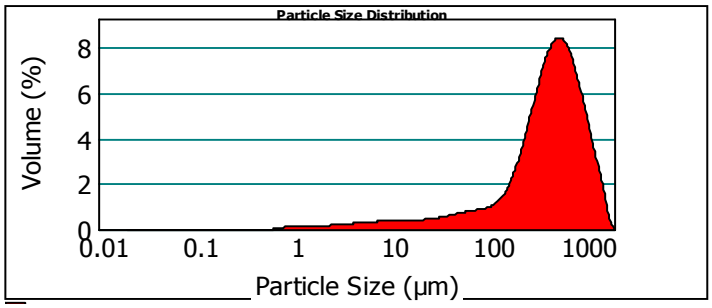
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

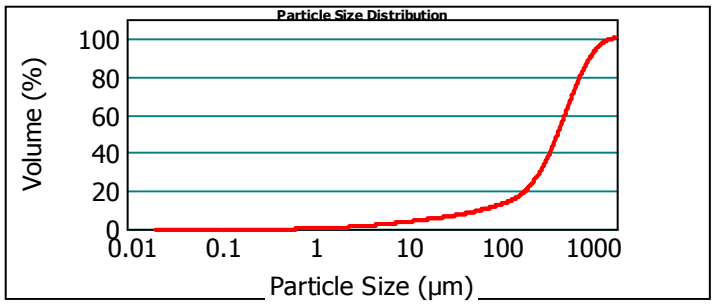
Données statistique

Surface spécifique : 0.104 m²/g
Moyenne : 521.446 µm
Médiane : 458.047 µm
Variance : 136021.064 µm²
Ecart type : 368.81 µm
Rapport moyenne/mediane : 1.138 µm
Mode : 543.685 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.76%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 5.31%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 9.56%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 19.40%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.76%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 4.55%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 3.13%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 10.97%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 4.25%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 9.84%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 80.60%





19e076641-002 (SED) - Average mardi 2 juillet 2019 15:37:00

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.20
1.000	0.57
2.000	0.23
2.500	0.64
4.000	1.36
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	0.53
10.000	1.02
15.000	0.17
16.000	0.59
20.000	1.17
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	1.01
40.000	0.94
50.000	1.12
63.000	2.60
100.000	3.19
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	4.05
200.000	5.15
250.000	5.91
300.000	12.54
400.000	11.76
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	10.06
600.000	14.73
800.000	5.11
900.000	3.98
1000.000	9.77
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	1.60
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.20
2.000	0.76
2.500	1.00
4.000	1.64

Size (µm)	Vol Under %
8.000	3.00
10.000	3.53
15.000	4.55
16.000	4.72
20.000	5.31

Size (µm)	Vol Under %
30.000	6.48
40.000	7.49
50.000	8.44
63.000	9.56
100.000	12.16

Size (µm)	Vol Under %
150.000	15.35
200.000	19.40
250.000	24.55
300.000	30.45
400.000	42.99

Size (µm)	Vol Under %
500.000	54.76
600.000	64.82
800.000	79.54
900.000	84.66
1000.000	88.63

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	98.40
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 9.10 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
19e076641-003 (SED) - Average

Date de l'analyse :
mardi 2 juillet 2019 15:46:48

Opérateur :
PKB8

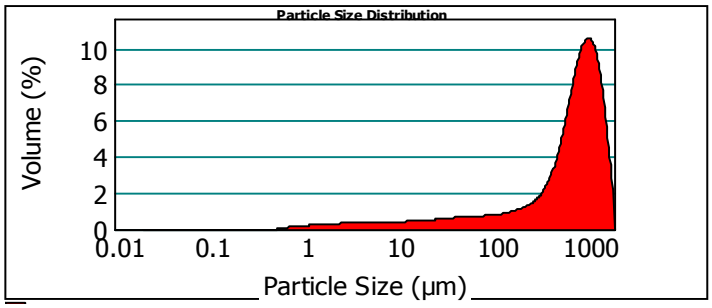
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

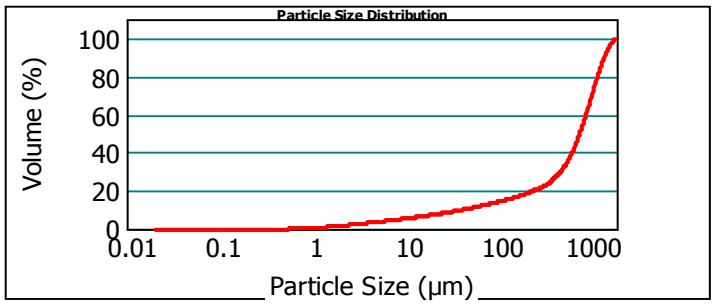
Données statistique

Surface spécifique : 0.162 m²/g
Moyenne : 792.326 µm
Médiane : 799.196 µm
Variance : 261277.313 µm²
Ecart type : 511.152 µm
Rapport moyenne/mediane : 0.991 µm
Mode : 1075.146 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.57%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 7.26%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 11.77%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 18.12%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.57%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 5.69%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 3.47%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 7.38%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 4.51%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 6.34%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 81.88%





19e076641-003 (SED) - Average mardi 2 juillet 2019 15:46:48

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.46
1.000	1.12
2.000	0.45
2.500	1.02
4.000	1.65
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	0.57
10.000	1.12
15.000	0.19
16.000	0.69
20.000	1.39
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	1.12
40.000	0.95
50.000	1.04
63.000	2.21
100.000	2.21
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.92
200.000	1.79
250.000	1.76
300.000	3.82
400.000	4.75
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	5.86
600.000	13.96
800.000	7.32
900.000	7.07
1000.000	26.10
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	9.45
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.46
2.000	1.57
2.500	2.02
4.000	3.04

Size (µm)	Vol Under %
8.000	4.69
10.000	5.26
15.000	6.38
16.000	6.57
20.000	7.26

Size (µm)	Vol Under %
30.000	8.66
40.000	9.78
50.000	10.73
63.000	11.77
100.000	13.99

Size (µm)	Vol Under %
150.000	16.19
200.000	18.12
250.000	19.91
300.000	21.66
400.000	25.48

Size (µm)	Vol Under %
500.000	30.23
600.000	36.10
800.000	50.06
900.000	57.37
1000.000	64.45

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	90.55
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 10.24 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
19e076641-004 (SED) - Average

Opérateur :
PKB8

Date de l'analyse :
mardi 2 juillet 2019 15:57:11

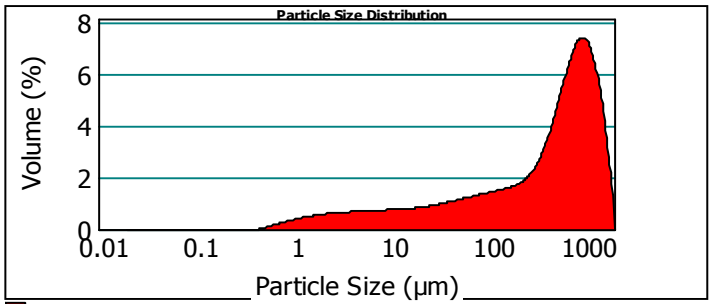
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

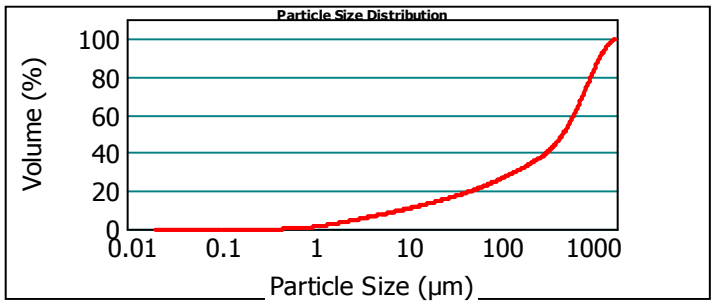
Données statistique

Surface spécifique : 0.31 m²/g
Moyenne : 594.652 µm
Médiane : 529.607 µm
Variance : 259338.085 µm²
Ecart type : 509.252 µm
Rapport moyenne/mediane : 1.122 µm
Mode : 955.321 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.12%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 13.73%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 21.29%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 32.22%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.12%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 10.62%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 5.78%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 12.71%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 7.56%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 10.93%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 67.78%





19e076641-004 (SED) - Average mardi 2 juillet 2019 15:57:11

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.96
1.000	2.16
2.000	0.87
2.500	1.97
4.000	3.17
8.000	

Size (µm)	Volume In %
8.000	1.07
10.000	2.02
15.000	0.33
16.000	1.18
20.000	2.33
30.000	

Size (µm)	Volume In %
30.000	1.86
40.000	1.59
50.000	1.78
63.000	3.97
100.000	3.91
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	3.05
200.000	2.65
250.000	2.51
300.000	5.19
400.000	5.67
500.000	

Size (µm)	Volume In %
500.000	6.03
600.000	12.06
800.000	5.58
900.000	5.09
1000.000	17.17
1500.000	

Size (µm)	Volume In %
1500.000	5.83
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.96
2.000	3.12
2.500	3.98
4.000	5.96

Size (µm)	Vol Under %
8.000	9.13
10.000	10.20
15.000	12.22
16.000	12.55
20.000	13.73

Size (µm)	Vol Under %
30.000	16.07
40.000	17.93
50.000	19.51
63.000	21.29
100.000	25.26

Size (µm)	Vol Under %
150.000	29.17
200.000	32.22
250.000	34.86
300.000	37.38
400.000	42.57

Size (µm)	Vol Under %
500.000	48.24
600.000	54.27
800.000	66.33
900.000	71.91
1000.000	76.99

Size (µm)	Vol Under %
1500.000	94.17
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 9.76 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe n°9-5

Plan solution B – (ACRI IN 2021)

COMPAGNIE CONCESSIONNAIRE DE PORT LA GALÈRE

PORT LA GALERE

VUE EN PLAN

PROJET ZONE NORD

REFERENCE FICHIER
647 - 1586
ECHELLE
1/250

	MODIFICATIONS	Phase	DATE
0	Première diffusion		18/05/2018
A			
B			
C			
D			
E			
F			

Dessin : FAR	Contrôle : CVE	Appro. : ILE	1586 PRO PLAN 0020

Ref. dwg : \ACRI-IN\THEOULES SUR MER\647 - Port La Galère\

Maître d'oeuvre : ACRI IN

260 route du Pin Montard
BP 234
06904 Sophia-Antipolis CEDEX
FRANCE

Tél : +33 (0)4.92.96.29.00
Fax : +33 (0)4.93.95.80.98
E-mail : info@acri-in.fr
Web : http://www.acri-in.fr

-4.30 NGF

3/2

2/1

limite de concession

0 NGF ekistant

0 NGF projet

déroctage à -4.5 NGF

déroctage à -3.0 NGF

déroctage à -4.5 NGF

déroctage à -2.5 NGF

aire de dépotage

G

+2.2 NGF

+4.0 NGF

F

C

D

E

H

Existant

Système de coordonnées : Rattaché au Lambert 93

Système de nivellement : Rattaché au N.G.F.

0 5 10 15 20 25
2.5 7.5 12.5 17.5 22.5

Annexe n°9-6

Plan projet solution C (ACRI IN 2021)

COMPAGNIE CONCESSIONNAIRE DE PORT LA GALÈRE

PORT LA GALERE

VUE EN PLAN

PROJET ZONE NORD

REFERENCE FICHIER
647 - 1586
ECHELLE
1/250

	MODIFICATIONS	Phase	DATE
0	Première diffusion		18/05/2018
A			
B			
C			
D			
E			
F			

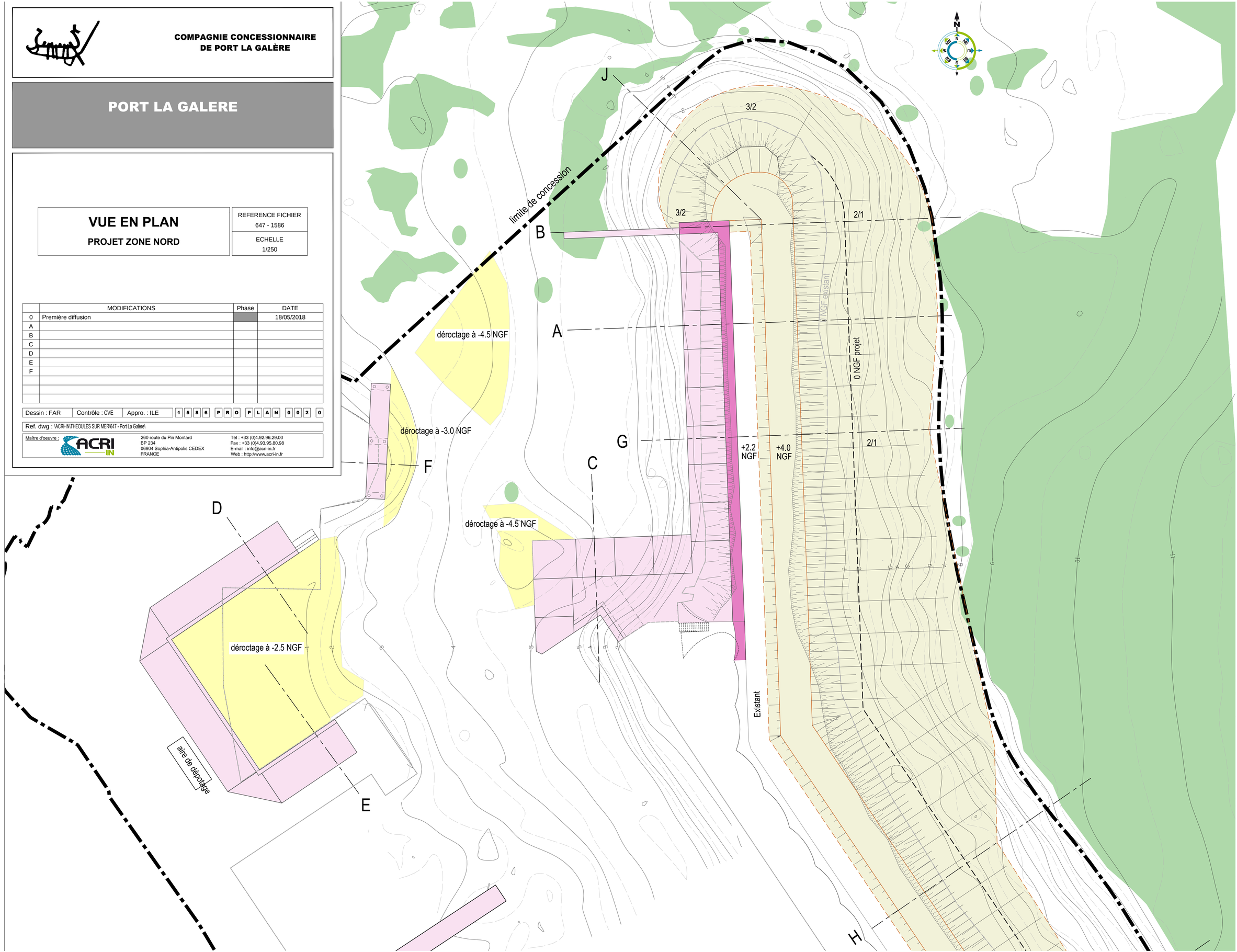
Dessin : FAR | Contrôle : CVE | Appro. : ILE | 1586 PRO PLAN 0020

Ref. dwg : \ACRI-IN\THEOULES SUR MER\647 - Port La Galère\

Maître d'oeuvre : ACRI IN

260 route du Pin Montard
BP 234
06904 Sophia-Antipolis CEDEX
FRANCE

Tél : +33 (0)4.92.96.29.00
Fax : +33 (0)4.93.95.80.98
E-mail : info@acri-in.fr
Web : http://www.acri-in.fr



Annexe n°9-7

Plan projet solution D (ACRI IN 2021)

COMPAGNIE CONCESSIONNAIRE
DE PORT LA GALERE
PORT LA GALERE
VUE EN PLAN
PLAN GENERAL
ACRI
limite de concession
dérochage à -4.5 NGF
dérochage à -3.0 NGF
dérochage à -4.5 NGF
dérochage à -2.5 NGF
J
S
R
Q
G
C
P
O
N
D
E
M
H
L
I
K
+2.2
NGF
+8.5
NGF

Compagnie Concessionnaire de Port de la Galère
Bureau du port
06590 THEOULE-SUR-MER

Annexe n°9 - Présentation des impacts et des enjeux environnementaux- Evolution du projet du port de la Galère

Octobre 2021 – Indice C

DOSSIER DE PLANS

Réalisation de travaux de sécurisation du plan d'eau ainsi que des appartements et commerces du Port de la Galère.

Maîtrise d'œuvre	
Bureau d'études ICTP 254 Corniche Fahnestock 06700 ST-LAURENT DU VAR	ICTP INGÉNIERIE CONSULTANTS TRAVAUX PUBLICS
N° 21/55 – cas par cas – Ind. C	