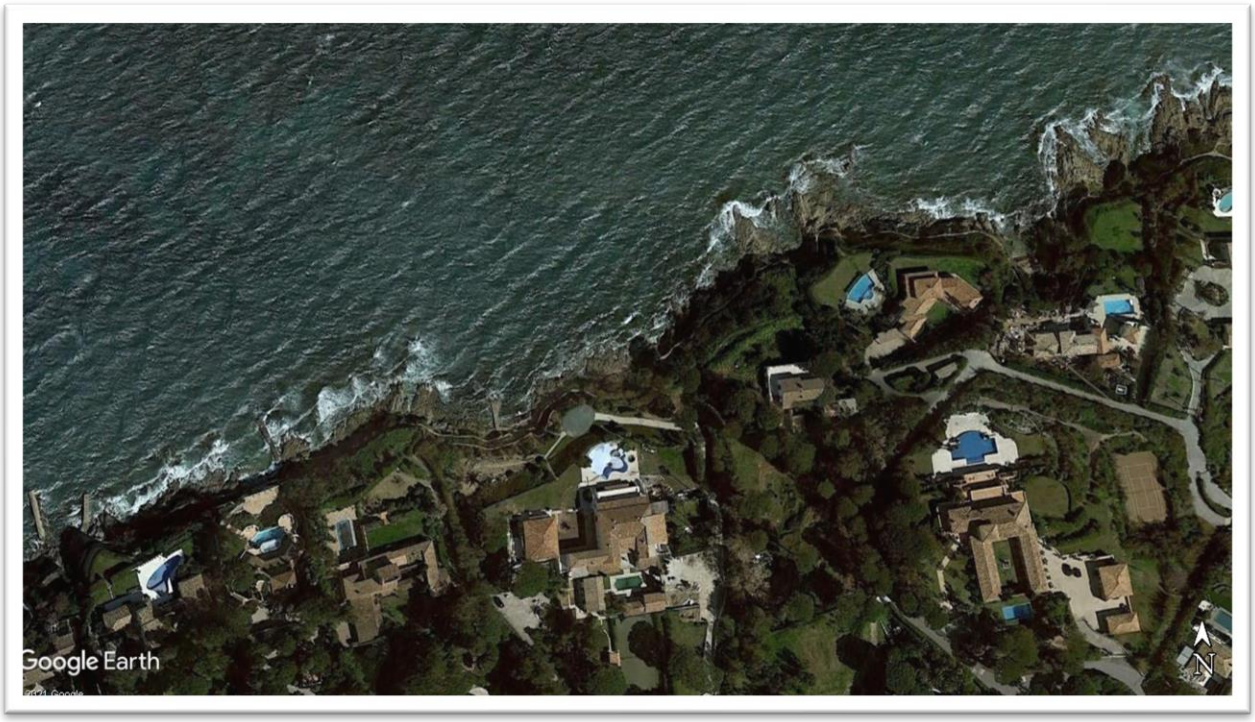


Installation d'un ponton d'accostage Villa SHANGRI LA

Mission de Maîtrise d'œuvre

Examen au Cas par Cas – Note de présentation

Affaire : CORMB 78-2021

Référence du document : REG CPC-02-0

Juin 2022

Edition du document

	Nom	Date
Rédigé par	Etienne SAVIGNY Stephan LENORMAND Jean Michel PANNACCI Fabien VIZZINI	01/06/2022
Vérifié par	Etienne SAVIGNY	07/06/2022
Validé par	Olivier BORDIS	07/06/2022

Versions et modifications

Version	Date	Description	Modifications
0	07/06/2022	Demande de Cas par Cas	Version initiale

SOMMAIRE

0 Pétitionnaire 7
1 Localisation 8
2 Contexte 9
3 Les enjeux et état des lieux 9
3.1 La bathymétrie et topographie 9
3.1.1 Bathymétrie : Grand champ 9
3.1.2 Bathymétrie : Champ proche 10
3.2 Faune-flore 10
3.2.1 Liminaire 10
3.2.2 Zone d'investigation 11
3.2.3 Levé cartographique 13
3.2.4 Conclusions 22
3.3 Conditions environnementales (DATA) 22
3.3.1 Analyse des niveaux d'eau 22
3.3.2 Analyse des conditions de vent 23
3.3.3 Analyse des conditions de houle 25
3.3.4 Conditions de courant 33
4 Nature, consistance, volume et objet des travaux 34
4.1 Rubriques applicables 34
4.2 Détermination de l'Implantation du ponton 34
4.3 le projet de ponton 36
4.3.1 Liminaire 36
4.3.2 Le ponton 36
4.3.3 Estimation de l'effort hydrodynamique 37
4.3.4 Estimation de l'effort hydrodynamique 40
4.3.5 Justification des fondations du ponton 41
4.3.6 Pièces métalliques 48
4.3.7 Agrès 48
4.3.8 Contraintes d'exploitation 48
4.4 Durée d'utilisation de projet 49
4.5 Propriétés des matériaux 49
4.5.1 Densité 49
4.5.2 Humidité 50
4.5.3 Propriétés mécaniques 50
4.5.4 Vérification des sections 50
4.5.5 Lambourdes 51

4.5.6 Synthèse 52
4.6 Insertion dans le site 52
4.7 Phasage de réalisation 57
4.8 Réversibilité du ponton 60
4.9 Coûts 61
4.9.1 Investissements 61
4.9.2 Coût dépose et repose annuelle 62
4.10 Méthodes compensatoires 62
5 Document d'incidence 63
5.1 Incidences sur l'environnement 63
5.1.1 Incidences sur Natura 2000 63
5.1.2 Incidences sur le réseau hydrographique 63
5.1.3 Incidences induites par le chantier 64
5.1.4 Incidences sur le milieu marin 67
5.2 Incidence sur le paysage 72
5.3 Incidence l'artificialisation de la façade maritime 74
6 MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION 75
6.1 Mesures d'évitement 75
6.2 Mesures de réduction 76
6.2.1 Mesures de turbidité 76
6.2.2 Filet anti-MES 77
6.2.3 Pollution accidentelle 77
6.3 Mesures de compensation 78
6.3.1 Mesures en phase de travaux 78
6.3.2 Mesures en phase d'exploitation 78
6.4 Conclusion 79
7 Annexes 79

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone de projet sur une carte IGN 1/25000e – Source : ©Géoportail, ©IGN, CRIGE PACA, Région Provence-Alpes Côte d'Azur, Département du Var 8
Figure 2 : Montage vue drone de 2022 zone du projet 8
Figure 3 : Morphologie de la pente continentale d'après Bourcart, 1958 dans Orsolini, 1978 9
Figure 4 : Bathymétrie interpolée devant et dans le Golfe de Saint-Tropez 10
Figure 5 : Vue satellite de la zone d'étude où ont été réalisé le levé cartographique (herbier de Posidonies Posidonia oceanica)..... 11
Figure 6 : Parcours approximatif réalisés lors des 2 transects d'inventaires sur fond de photo satellite 12
Figure 7 : Cartographie des biocenos @ P2A Devellopement..... 13
Figure 8 : Pentes de roches mères à algues photophiles (brousse à Rhodophytes) avec herbier sur roche dans 80 cm de profondeur © P2A Développement..... 14
Figure 9 : Roche mère très érodée avec galets et quelques pieds de Posidonies © P2A Développement 15
Figure 10 : Sillon dans la roche mère avec menues épaves © P2A Développement 2022..... 15
Figure 11 : Aspect d'un sillon étroit avec fond de galets et herbier sur roche © P2A Développement.. 16
Figure 12 : Présence d'un herbier sur roche ras dans 60/80 cm de profondeur © P2A Développement 16
Figure 13 : Vue de la zone de sable et matte morte en bordure de la zone d'étude, profondeur environ 1,8 m © P2A Développement 2022..... 17
Figure 14 : Sillon plus large avec fond de galets et Posidonies © P2A Développement..... 17
Figure 15 : Juvéniles sur pente d'herbier 18
Figure 16 : Juvéniles sur canopée de Posidonies 18
Figure 17 : Banc de juvéniles dans une dépression au sein de l'herbier..... 19
Figure 18 : Récapitulatif des observations par espèces et par effectifs dans la zone de projet le long du rivage et plus au large. 20
Figure 19 : Vue en haut de rhizomes plagiotropes en reconquête de la tranche de matte, et vue du bas recolonisation dans le substrat sableux par les axes d'exploration 21
Figure 20 : Localisation du point de données météocéan MWM..... 23
Figure 21 : Données MWM : Roses des direction de provenance du vent sur le mois de juillet et août (basées sur l'analyse statistiques des données MWM – 38 années) 24
Figure 22 : Secteur d'exposition de la zone de mouillage à la houle du large..... 26
Figure 23 : Modélisation de la propagation de la houle du large vers la zone de projet pour des houle de direction de provenance N70°..... 31
Figure 24 : Modélisation d'un vent des secteur N270° Vit=11m/s vers la zone d'etude 31
Figure 25 : Vitesse du courant de houle sur la zone d'étude 33
Figure 26 : Plan de recollement relevés bathymetriques et topographiques de SEMANTIC 35
Figure 27 : Schéma de principe de calcul de l'effort de houle sur un élément cylindrique de 1,0 m.... 37
Figure 28 : Extrait de la banque de données du sous-sol @ Info Terre BRGM 41
Figure 29 : Montage vue drone de 2022..... 41
Figure 30 : Photos sondages à la lance mission 1 42
Figure 31 : Vvue d'un portique et de sa fixation..... 43
Figure 32 : Détails platine de cellement sur le fond. @ CORINTHE Ingenierie..... 46
Figure 33 : Visualisation de la platine 47
Figure 34 : Barre autoforante 48
Figure 35 : CAPEX Travaux PRO V00..... 61
Figure 36 : CAPEX exploitation 62
Figure 37 : Estimaion méthodes compensatoires 62
Figure 38 : Identification zone NATURA 2000 63
Figure 39 : Exemple de bennes destinées à accueillir les déchets de chantier..... 65

Figure 40 : Photos P2A Développement 66
Figure 41 : Échelle d'indication d'ambiances sonores 67
Figure 42 : Positionnement des platines par rapport aux herbiers de Posidonies 68
Figure 43 : Vitesse du courant de houle sur la zone d'étude 69
Figure 44 : Carte du périmètre du sanctuaire PELAGOS - www.sanctuaire-pelagos.org 70
Figure 45 : Observations de Grand dauphin (Tursiops Truncatus) dans le périmètre du Sanctuaire Pélagos - Source : www.sanctuaire-pelagos.org. 71
Figure 46 : Zone d'implantation ponton projet 72
Figure 47 : Photo montage avec ou sans ponton 73
Figure 48 : Substrat arificiels buses (1 m) et sars dans une rague constituée de tôles 74
Figure 49 : Marcrodéchets en bois 74
Figure 50 : Corps morts et blocs béton 75
Figure 51 : Exemple de turbidimètre 76
Figure 52 : Représentation d'un filet anti-pollution 77
Figure 53 : Barrage et kits anti-pollution 78

TABLEAUX

Tableau 1 : Niveau de marée à Saint-Tropez (source RAM 2020) 22
Tableau 2 : Histogramme de répartition de vitesse du vent par direction de provenance / Fréquence annuelle de vitesse du vent / Rose de provenance du vent au large de Saint Tropez (point de coordonnées MWM) 24
Tableau 3 : Histogramme de répartition de hauteurs significatives de la houle par direction de provenance/ Fréquence annuelle des hauteurs Hs de la houle/ Rose de provenance de la houle au large de Saint Tropez (point de coordonnées : Longitude =6°54,786' E / Latitude =43°19,980' N – issue de l'analyse des données de houle provenant du modèle MWM développé par DHI – Historique de données allant 1979 à 2017 (38 années) 26
Tableau 4 : Données MWM : tableaux de corrélation hauteurs de houle Hs/ périodes pic Tp associées sur les mois de mai/juin/juillet/août/septembre pour des houle de secteur [N60° à N100°] (point MWM) 27
Tableau 5 : Données MWM : tableaux de corrélation hauteurs de houle Hs/ intensités du vent associées sur les mois de mai/juin/juillet/aout et septembre pour des houle de secteur [N60° à N100°] (point MWM) 29
Tableau 6 : Hauteurs significatives de la houle retenues au niveau de la zone d'etude 32
Tableau 7 : Résultats de l'étude de propagation – Conditions météorologiques retenues 32
Tableau 8 : Houles au droit du ponton 36
Tableau 9 : Tableau des essences @ fiches « Tropix 49
Tableau 10 : Source : NF B 52-001 – Annexe B (normative) – classement visuel des bois tropicaux 50
Tableau 11 : Sections estimées des sructures bois 52

0 PÉTITIONNAIRE

BI AMO – BOUYGUES

Villa SHANGRI LA

Impasse du Cap

83990 SAINT-TROPEZ

Représentée par Oliver BORDIS

: 06.63.75.84.00

o.bordis@bouygues-immobilier.com

mp.josset@bouygues-immobilier.com

1 LOCALISATION

Le projet se situe sur la commune de Saint-Tropez, dans le Département du Var (83).

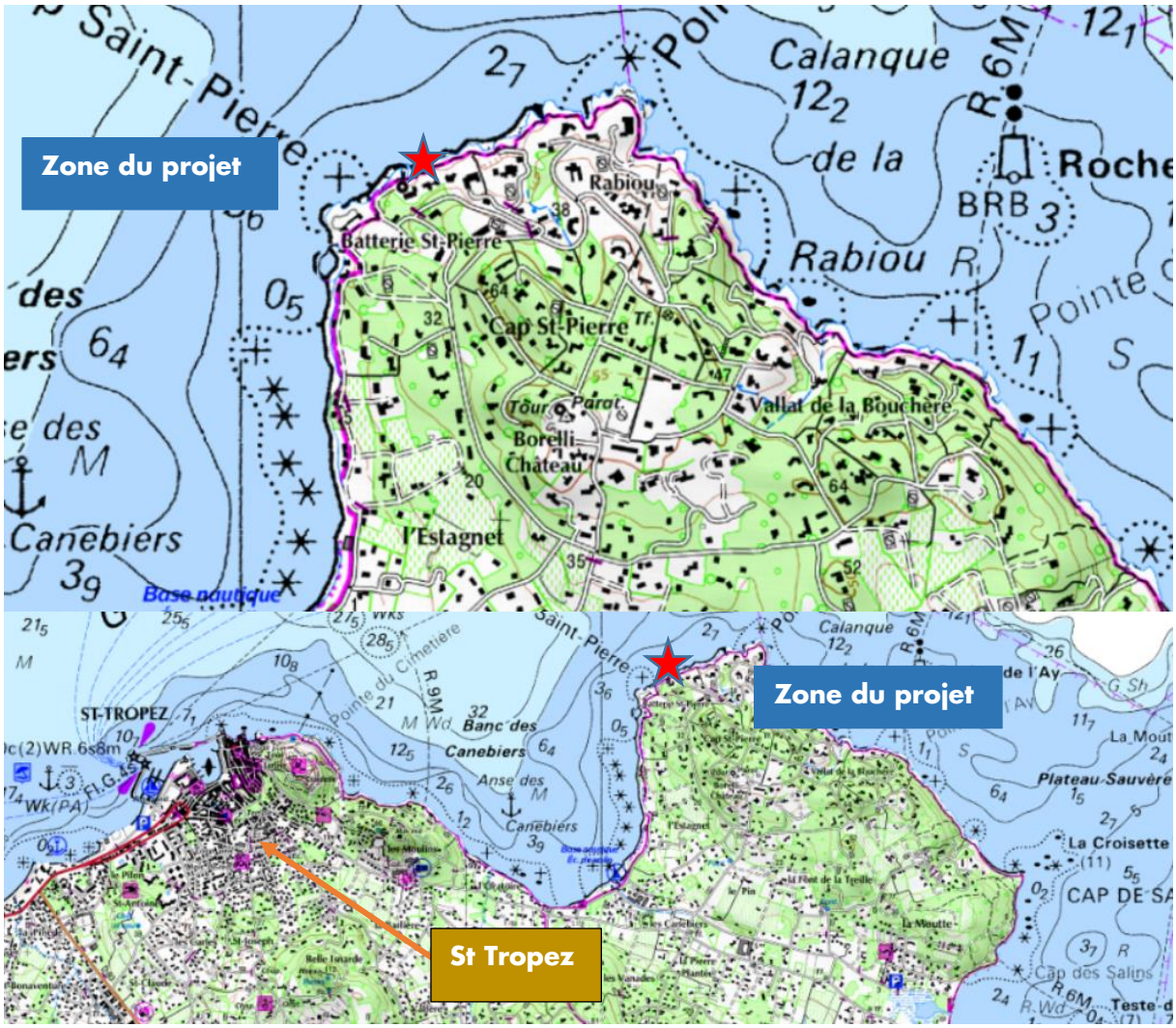


Figure 1 : Localisation de la zone de projet sur une carte IGN 1/25000e – Source : ©Géoportail, ©IGN, CRIGE PACA, Région Provence-Alpes Côte d'Azur, Département du Var

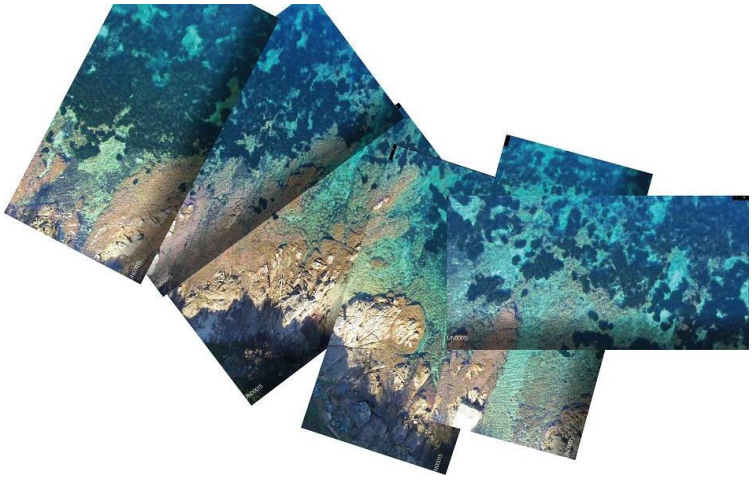


Figure 2 : Montage vue drone de 2022 zone du projet

2 CONTEXTE

Dans le cadre du projet de reconstruction de la Villa SHANGRI LA, il est envisagé de créer un ponton de servitude pour assurer le débarquement des passagers, la mise à l'eau pour baignade et la sûreté du site par voie maritime.

Le projet du pétitionnaire tend à construire un ponton totalement réversible permettant l'accueil de tenders entre 11 et 12 mètres avec un accès direct et sécurisé à la propriété.

L'objectif recherché est l'accostage avec un tirant d'eau de 1,50 mètres, un ouvrage adapté et intégré au contexte paysager du site, sans impacts pour les espèces protégées marines en présence et un ouvrage adapté aux contraintes de houles et de courants.

Après plusieurs scenarii, un projet a été retenu qui fait l'objet de la présente demande d'instruction au Cas par Cas.

3 LES ENJEUX ET ÉTAT DES LIEUX

3.1 LA BATHYMÉTRIE ET TOPOGRAPHIE

3.1.1 Bathymétrie : Grand champ

Le plateau continental qui borde le littoral de la zone d'étude présente une extension très variable suivant les secteurs : très étroites au niveau du Cap Lardier (800 m) du Cap Nègre (tombants importants), plus large avec des faciès diversifiés sur une distance de 6 km au large de la presqu'île de Saint-Tropez.

Plusieurs îles et îlots le long de la côte rocheuse (Sardinaux, Caps Saint Tropez, etc.) et de nombreuses remontées rocheuses sous-marines remarquables (Nioulargue par exemple), constituent des repères importants en mer et des points d'intérêt pour les faunes et flores aquatiques.

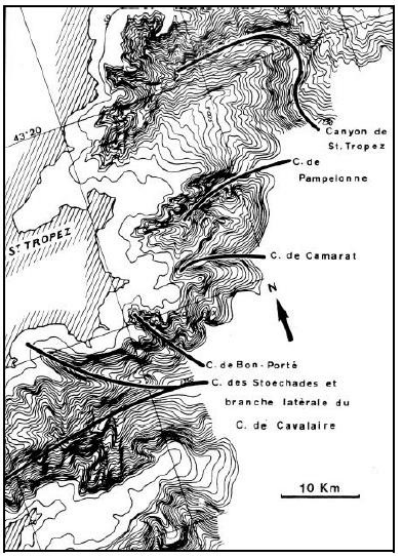


Figure 3 : Morphologie de la pente continentale d'après Bourcart, 1958 dans Orsolini, 1978

La pente continentale est entaillée de nombreux canyons sous-marins à pentes très fortes, orientés dans le sens du courant liguro-provençal, ce qui est rare sur la façade méditerranéenne :

- Le canyon des Stoechades,
- Les canyons de Cavalaire et de Bonporteau,
- Les canyons de Camarat,
- Le canyon de Pampelonne,
- Le canyon de Saint-Tropez.

Les deux canyons majeurs sont ceux des Stoechades (avec son extension vers celui de Cavalaire) et celui de Saint-Tropez.

Le bureau d'étude Corinthe Ingénierie a compilé les données bathymétriques disponibles suivantes :

- Au large : données issues des cartes numériques éditées par le SHOM (« abords de Saint-Tropez » ; « de Toulon à Cavalaire sur Mer ») ;
- Zone littorale : données Litto3D numériques (modèle numérique altimétrique de référence, sur la frange du littoral métropolitain et ultramarin).

L'image ci-dessous représente la bathymétrie interpolée dans le Golfe de Saint-Tropez et une zone plus étendue au large.

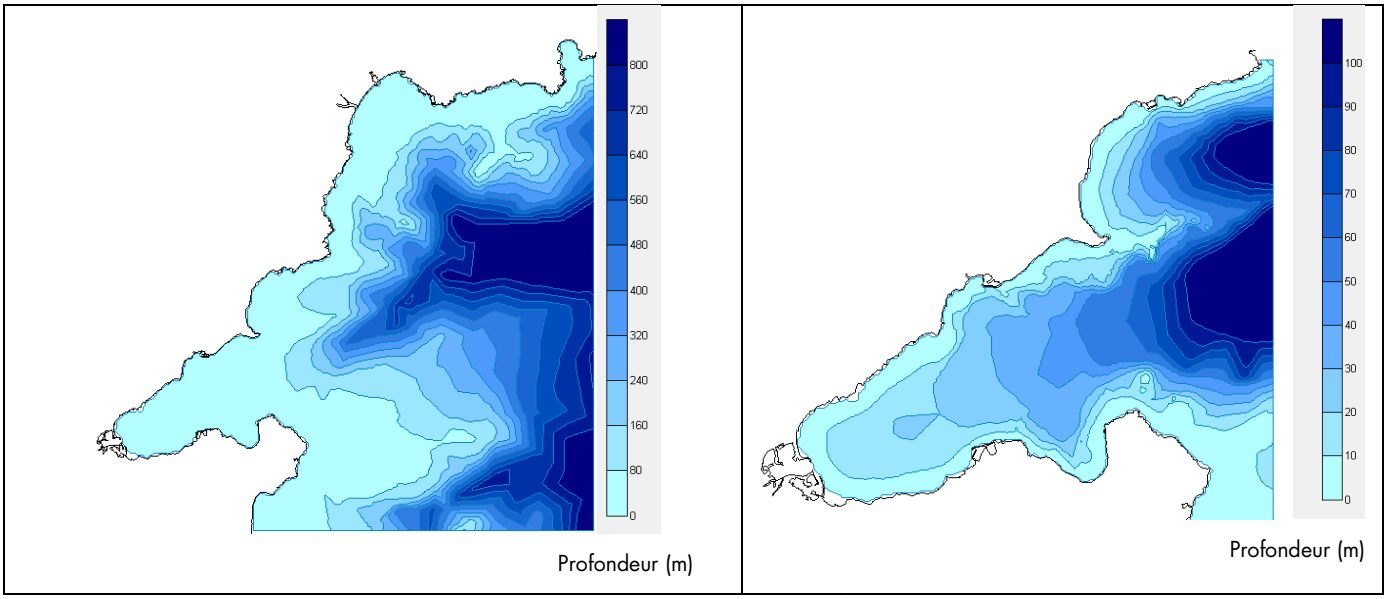


Figure 4 : Bathymétrie interpolée devant et dans le Golfe de Saint-Tropez

3.1.2 Bathymétrie : Champ proche

Un relevé bathymétrique avec fine maille à l'approche du rivage a été réalisé par la société SEMANTIC pour le Maître d'Ouvrage.

Ce relevé reçu le 22/02/2022 a permis :

- De valider la complexité morphologique des fonds à l'approche du rivage ;
- D'identifier un canyon permettant d'implanter un ponton projet pour atteindre un fond de -1,50 NGF permettant à la fois :
  - De positionner un ponton à au moins 10 mètres des herbiers de Posidonies (recommandation SDAGE),
  - D'atteindre la profondeur de 1,50 m nécessaire pour l'accueil du navire de projet,
  - De rester dans l'alignement des limites de propriété suivant le cadastre.
- D'utiliser au mieux les aménagements d'accès terrestres sur la parcelle de terre du projet.

3.2 FAUNE-FLORE

3.2.1 Liminaire

La société P2A Développement a été missionnée pour une mission de reconnaissance faune/flore sur le linéaire de côte du Cap Saint-Pierre du golfe de Saint-Tropez. Cette zone est bien connue de P2A Développement qui a réalisé des investigations de tout le golfe en 2015 dans un cadre scientifique.

La mission d'investigation de terrain sous-marine réalisée dans le cadre de cette étude, en décembre 2021, concernait les éléments suivants :

- Inventaire faune/flore marine,
- Cartographie de l'herbier de Posidonies,
- Reconnaissance des fonds.

3.2.2 Zone d'investigation

Les investigations ont été menées sur une bande de 30 mètres de largueur et sur un linéaire de côte de 80 m, ceci afin de fournir la localisation des enjeux écologiques sur une surface suffisante pour l'étude du projet.

Figure 5 : Vue satellite de la zone d'étude où ont été réalisé le levé cartographique (herbier de Posidonies Posidonia oceanica)

3.2.2.1 Protocole du levé cartographique

Le levé cartographique a été réalisé avec un DGPS de précision submétrique (30 cm en moyenne) utilisé en rover flottant guidé par un observateur scientifique. Le DGPS envoyait ses données à une tablette durcie gérée sur notre embarcation par une opératrice expérimentée.

L'identification des lignes et des points de levés se faisait de vive voix en direct sur le logiciel de cartographie GlobalMapper ®.

Les herbiers présents ont été contourés directement à vue étant donné la faible profondeur et la qualité exceptionnelle de la visibilité.

Les tâches isolées d'herbier ont été distinguées à partir du moment qu'elles étaient à une distance de plus de 1 m de la tâche principale.

3.2.2.2 Protocole d'inventaire des espèces associées

Un autre observateur expérimenté a parcouru la zone pendant le détourage de la Posidonies. Deux parcours « transects » d'inventaires ont été réalisés : un parcours suivant le trait de côte et un parcours de longueur équivalente situé en partie côté large de la zone d'étude.

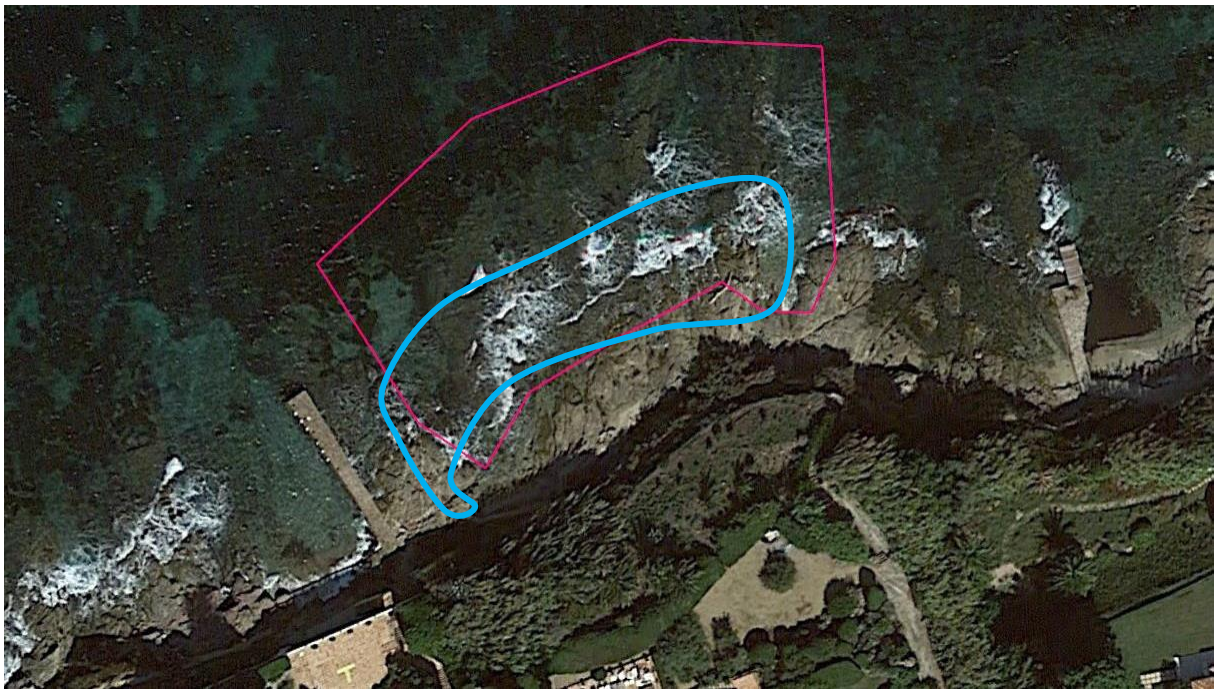


Figure 6 : Parcours approximatif réalisés lors des 2 transects d'inventaires sur fond de photo satellite

Lors de ces parcours, des vidéos très haute définition ont été réalisées afin de compléter les retranscriptions sur une tablette immergeable des espèces observées et de leurs effectifs.

L'observateur a mentionné des effectifs minimum et n'a pas réalisé de décompte plus précis en raison du temps limité accordé à cette prestation. Les espèces qui ont été inventoriées sont des poissons et des invertébrés.

Enfin, les artéfacts remarquables (épaves, corps-morts, pièces de métal) ont été pris en photos pour information complémentaire si nécessaire.

3.2.2.3 Campagne de terrain

L'opération de levé cartographique et faune-flore s'est déroulé sur la journée du 9 février 2021.

L'équipe mobilisée était constituée des personnels suivant :

- Cyrille Gournay, plongeuse professionnelle Classe 1B,
- Jean-Yves Jouvenel, spécialise de l'écologie des poissons méditerranéens, plongeur professionnel Classe 2B.

Conditions météo : Les conditions environnementales étaient très favorables avec un vent de force 0 à 1, une visibilité de plus de 10 mètres et un plan d'eau des plus calme.

En plus du matériel nécessaire à la plongée sous-marine, une tablette durcie et un DGPS de précision submétrique ont été mobilisés.

Concernant les prises de vue sous-marines, un appareil en caisson Nikon D7000 équipé d'un objectif très grand angle et une caméra très haute définition avec éclairages d'appoint ont aussi été utilisés avec une caméra en caisson étanche d'une résolution de 12 MP.

3.2.3 Levé cartographique

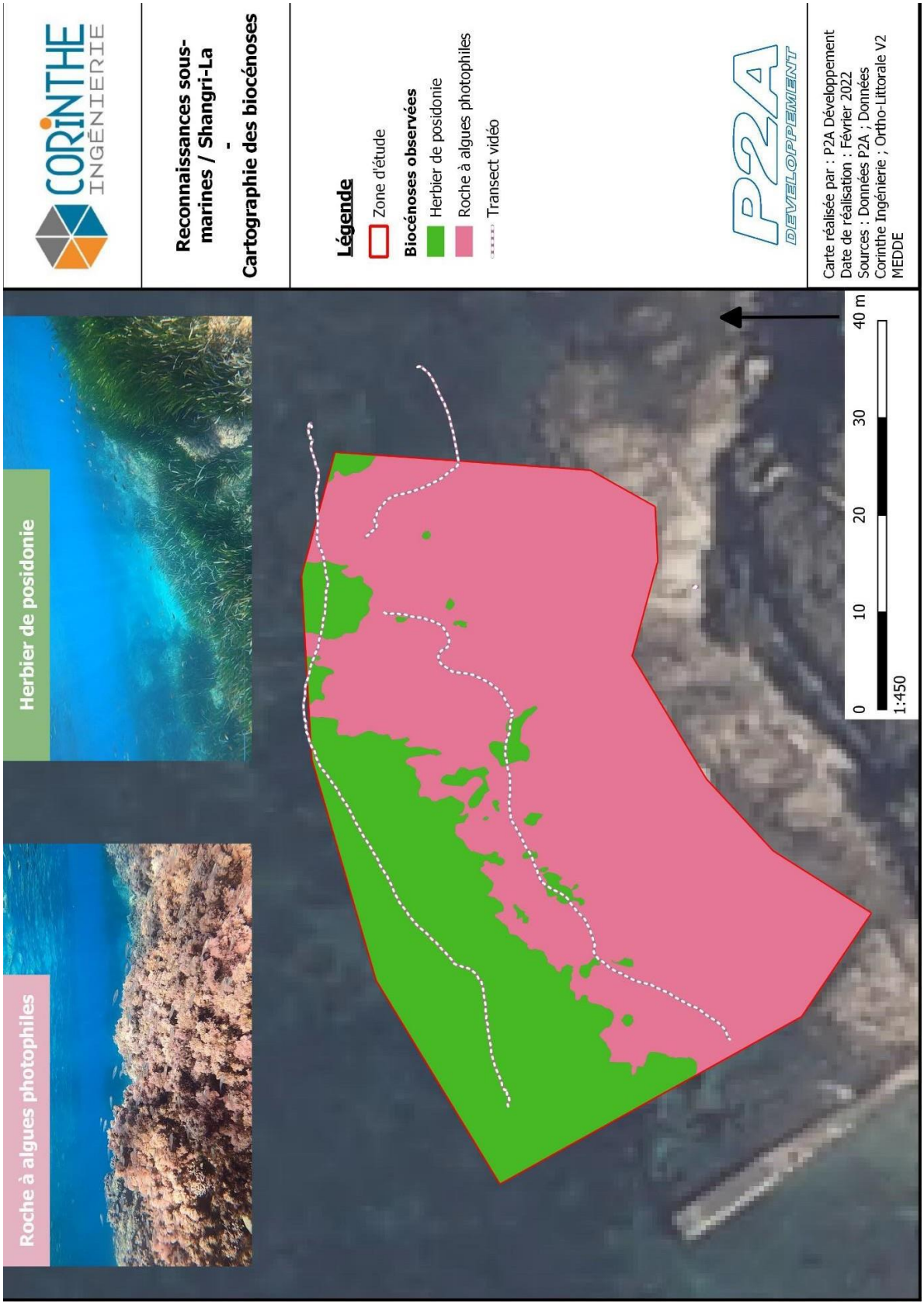


Figure 7 : Cartographie des biocenos @ P2A Devellopement

3.2.3.1 Description des habitats

Un inventaire sommaire des espèces présentes dans la zone d'étude a été réalisé à l'occasion de l'opération de levé cartographique.

Deux parcours chronométrés de 20 minutes ont été réalisés, l'un longeant la ligne de rivage appelé Transect BORD et l'autre plus au large de la zone appelé Transect LARGE.

L'objectif de ces observations était de détecter les espèces patrimoniales et/ou protégées telles que la Posidonies (*Posidonia oceanica*), la Grande nacre de Méditerranée (*Pinna nobilis*), mais également dans un moindre enjeu écologique la présence de mérou brun (*Epinephelus marginatus*) et du corb (*Sciaena umbra*).

De ces espèces, seule la Posidonies est présente, sous la forme d'un herbier sur roche de petits fonds côtiers mixtes, dont plusieurs habitats ont été notés :

- Des pentes de roches mères dites à algues photophiles,
- Des fonds de galets de calibres variables,
- Des fonds d'éboulis,
- Des surfaces de sables clairs bien calibrés fins,
- De la matte morte et de l'herbier vivant.

Figure 8 : Pentes de roches mères à algues photophiles (brousse à Rhodophytes) avec herbier sur roche dans 80 cm de profondeur © P2A Développement

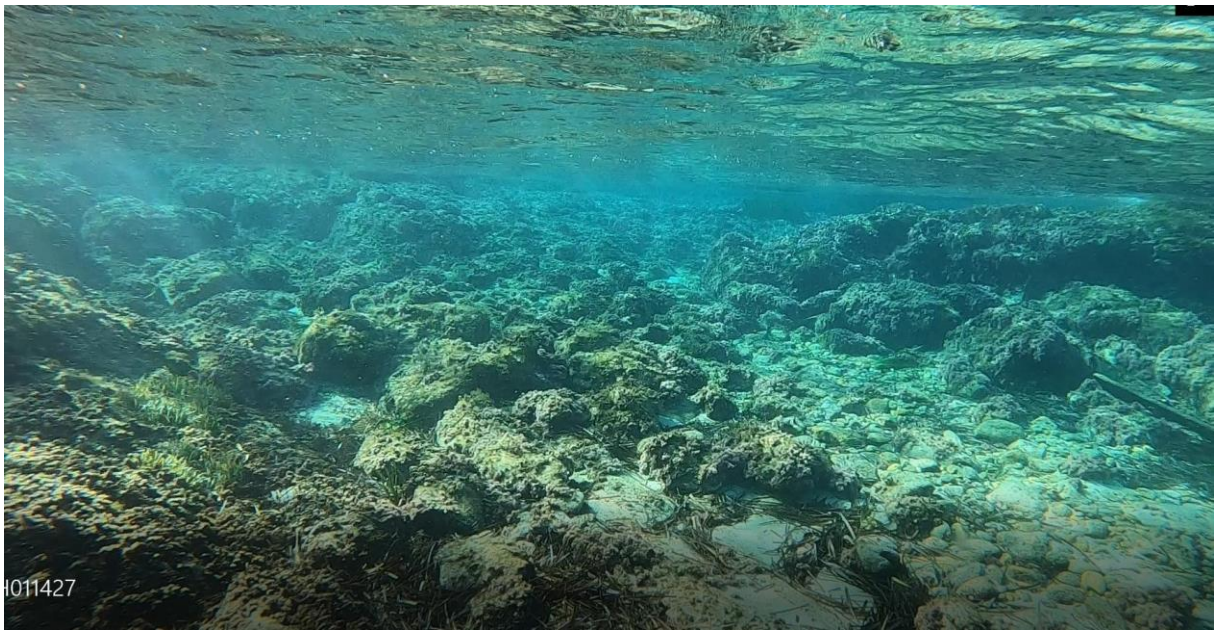


Figure 9 : Roche mère très érodée avec galets et quelques pieds de Posidonies © P2A Développement

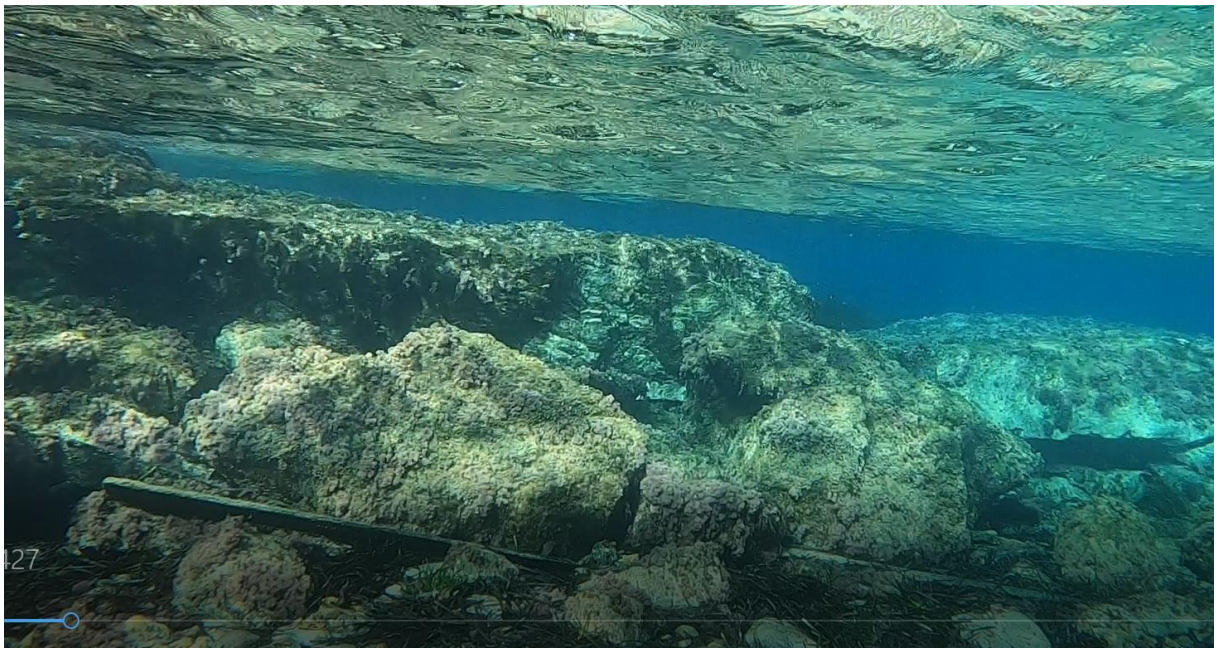


Figure 10 : Sillon dans la roche mère avec menues épaves © P2A Développement 2022

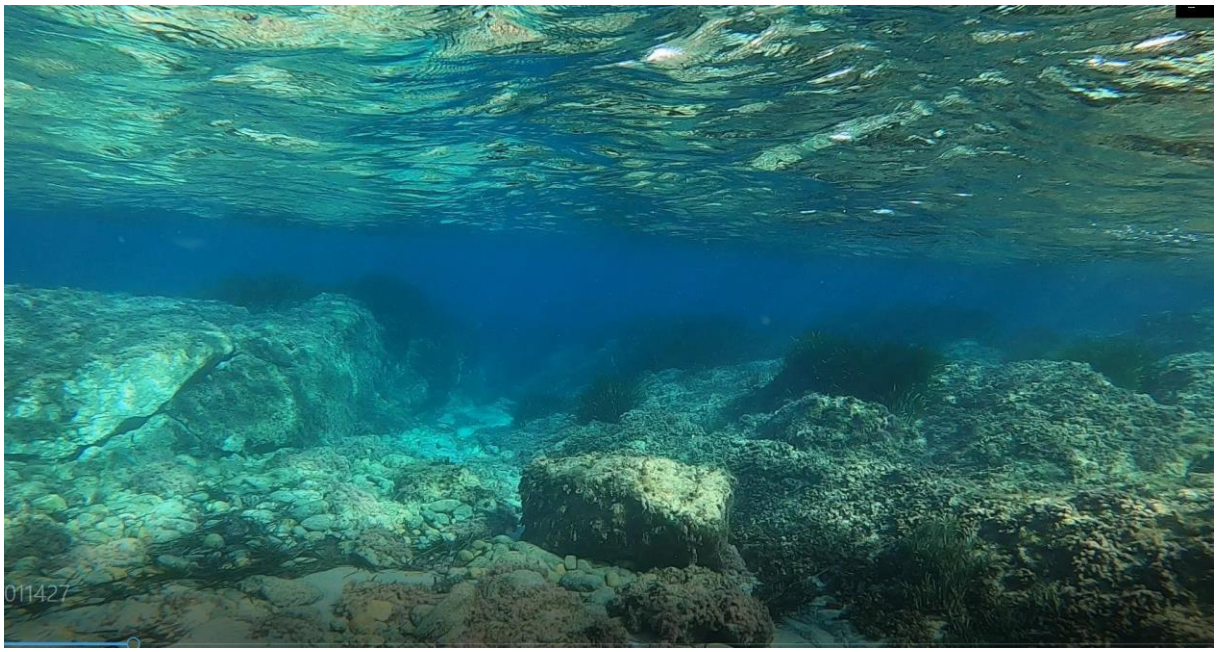


Figure 11 : Aspect d'un sillon étroit avec fond de galets et herbier sur roche © P2A Développement

Figure 12 : Présence d'un herbier sur roche ras dans 60/80 cm de profondeur © P2A Développement

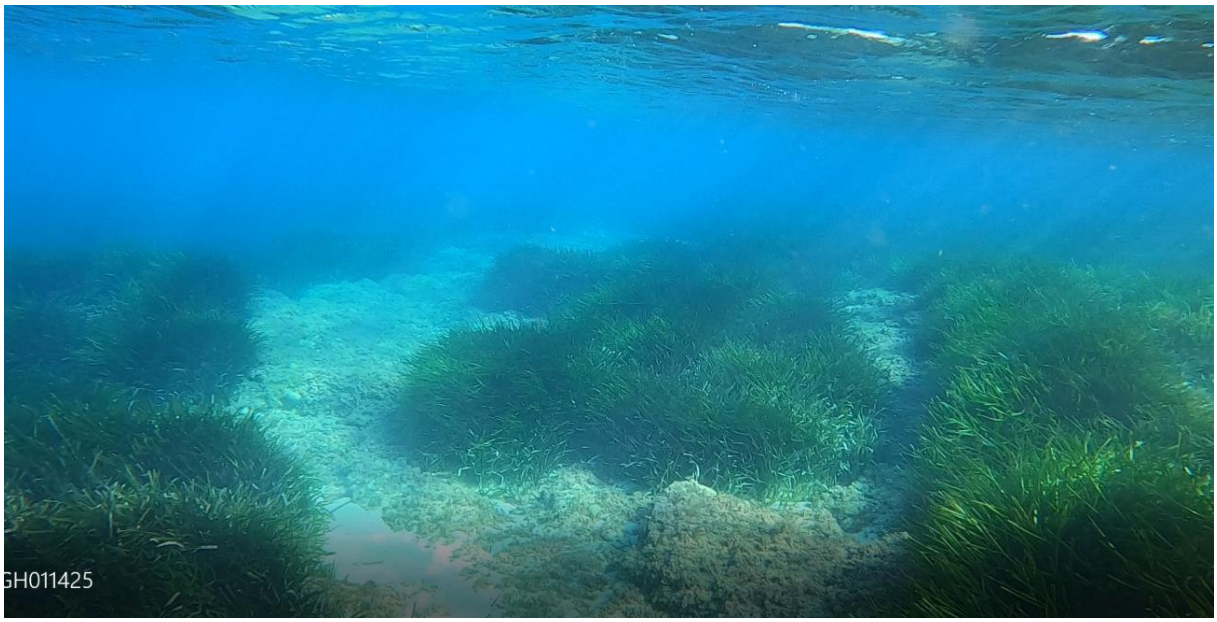


Figure 13 : Vue de la zone de sable et matte morte en bordure de la zone d'étude, profondeur environ 1,8 m © P2A Développement 2022

Figure 14 : Sillon plus large avec fond de galets et Posidonies © P2A Développement

3.2.3.2 Fonctionnalité de nurserie du site

Ce qui apparaît en première approche, c'est la complexité architecturale et morphologique du site, avec cette mosaïque de substrats qui constituent autant d'habitats et les variations constantes de relief.

Il en découle assez naturellement l'observation de très nombreux juvéniles d'espèces communes de ces habitats (petits labridés du genre *Symphodus sp.*), et des sparidés (très probablement des saupes *Sarpa salpa* et des sars *Diplodus sp*).

Cette fonctionnalité de nurserie de ce type de biocénoses, est aujourd'hui bien connue et a même été l'objet du programme scientifique Nuhage porté par l'Institut Océanologique de Méditerranée de Marseille et le GIS Posidonies en 2015.

Nous avons pu y participer à titre d'expert de cette problématique et il se trouve qu'un des sites du programme est précisément le golfe de Saint-Tropez. Pendant les inventaires dans cette zone, il n'a jamais été observé d'abondances de juvéniles comparables à celle que nous avons observée sur le site, en décembre de surcroit. Il semble donc que cette partie de la côte soit un site privilégié sans qu'il y ait de protection réglementaire spécifiquement associée.

Figure 15 : Juvéniles sur pente d'herbier

Figure 16 : Juvéniles sur canopée de Posidonies

Figure 17 : Banc de juvéniles dans une dépression au sein de l'herbier

3.2.3.3 Espèces rencontrées

Au total 21 espèces de poissons ont été dénombrées ce qui est plutôt une bonne valeur de diversité spécifique au regard de l'effort d'échantillonnage consenti. Les effectifs sont cependant très supérieurs à ce qui est généralement observé dans ces milieux.

Des bancs très importants occupent le site, soit inféodés aux herbiers de Posidonies, soit pour les plus jeunes stades encore sur leur micro-habitat de recrutement tels que les écotones des fonds superficiels du rivage (bancs de postlarves de saupes). L'abondance de l'ichtyofaune adulte est plus modérée, mais tout de même pour notre expertise, dans des valeurs plutôt hautes. En effet, il faut noter que les 2 transects ont été réalisés dans très peu de profondeur ce qui ne correspond pas forcément à la tranche bathymétrique la plus favorable aux espèces observées.

En résumé, les espèces grégaires nectobenthiques observées sont les athérines, les castagnoles, les bogues et les saupes. Pour les espèces plus en relation avec le substrat, ce sont les labridés (girelle, labres merles, et crénilabres) et les sparidés (sars communs, vérades, sparaillon) qui constituent le gros du contingent. Étant donné la configuration du site, des espèces benthiques et cryptiques (blennies, gobies, rascasses) sont également certainement très abondantes.

P2A Développement, J.-Y. Jouvenel 14/12/2021 Station Shangri La - Cap Saint-Pierre, Commune Saint-Tropez					
Espèces de poissons observées		**Transect BORD**		**Transect LARGE**	
		Adultes	**Juvéniles**	**Adultes**	**Juvéniles**
Joël ou athérine	*Atherina hepsetus*	+100	+500		
Muge	*Mugil cephalus*			20	
Saupe	*Sarpa salpa*		+500	+100	+500
Oblade	*Oblada melanura*			10	
Bogue	*Boops boops*			+100	
Sar commun	*Diplodus sargus*	6	+10	+50	
Sparaillon	*Diplodus annularis*	2	8	10	
Vérade	*Diplodus vulgaris*	8	+20	+100	
Daurade	*Sparus aurata*			5	
Serran écriture	*Serranus scriba*			2	
Mendole	*Spicara maena*			+10	
Castagnole	*Chromis chromis*			+100	
Merle	*Labrus merula*			1	
Lasagne	*Labrus viridis*			2	
Girelle impériale	*Thalassoma pavo*	1		1	
Girelle	*Coris julis*	5	+10	+50	+50
Crénilabre paon	*Symphodus tinca*			+1000	+500
Crénilabre ocelé	*Symphodus ocellatus*			20	+100
Sublet	*Symphodus rostratus*			1	
Roucaou	*Symphous roissali*	1		1	
Gobie	*Gobius geniporus*	2		5	
Espèces associées observées		**Transect BORD**		**Transect LARGE**	
Espèces végétales					
Posidonie	***Posidonia oceanica (protec)***	**Magnoliop.**	X		X
Udotée	*Udotea petiolata*	Algue verte	X		X
Béret basque	*Codium bursa*	Algue verte	X		X
Codium	*Codium fragile*	Algue verte	X		X
Dictyote	*Dichtyota dichotoma*	Algue brune	X		X
Crête de coq	*Sphaeroccocus sp.*	Algue Rouge	X		X
Coralline	*Corallina officinalis*	Algue Rouge	X		X
Invertébrés					
Concombre de mer	*Holothuria tubulosa*	Echinoderme			X
Astérie rouge	*Asteria rubens*	Echinoderme	X		X
Oursin violet	*Paracentrotus lividus*	Echinoderme	X		X
Eponge rouge	*Crambe crambe*	Spongiaire			X
Spirographe	*Spirographis spallanzani*	Annélides			X

Figure 18 : Récapitulatif des observations par espèces et par effectifs dans la zone de projet le long du rivage et plus au large.

3.2.3.4 Dynamique de l'herbier de Posidonies

Les petits fonds en eau claire sont, par nature, très éclairés ce qui favorise la pousse de la Posidonies. Plusieurs indices ont été observés qui permettent d'appréhender cette dynamique. En effet, l'herbier montre des signes passé d'altérations mécaniques majeures comme les très nombreuses cuvettes d'érosion. Il est cependant fréquent de constater que l'herbier recolonise ces zones dégradées.

Figure 19 : Vue en haut de rhizomes plagiotropes en reconquête de la tranche de matte, et vue du bas recolonisation dans le substrat sableux par les axes d'exploration

3.2.4 Conclusions

La surface totale d'herbier inventoriée est de 815 m² répartis en 1 enveloppe globale et 16 tâches éparses.

Cela représente exactement un tiers (33%) de la surface totale de la zone d'étude. Les 1809 m² restants se répartissent en roche mère affleurante (roche à algues photophiles RAP), plage de sable et galets, fonds d'éboulis et matte morte.

L'herbier n'est pas majoritaire sur la zone d'étude mais il est réparti de manière homogène sur la totalité du linéaire de côte.

Au-delà des éléments cartographiques, la caractéristique principale du site reste sa complexité architecturale avec des substrats variés, mêlés, et des reliefs hétérogènes avec une géomorphologie en éperons-sillons. Cette composante géomorphologique peut avoir son importance selon les modalités techniques nécessaires à la réalisation du projet.

C'est une caractéristique des petits fonds côtiers de Méditerranée et surtout en mode battu tels que cette portion de littoral.

Une telle hétérogénéité, implique des diversités spécifiques et fonctionnelles importantes, ce qui se manifeste par une colonisation très intense du site par les espèces de poisson notamment.

L'abondance de lumière et la situation de cette portion de cap avec des masses d'eau claire et bien renouvelées, profitent à la Posidonies montrant une vitalité très explicite.

Aucune espèce protégée n'a été observée en dehors de la Posidonies (Posidonia oceanica Delille).

3.3 CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES (DATA)

3.3.1 Analyse des niveaux d'eau

Le marégraphe le plus proche du site d'étude se situe à Saint-Tropez. Les références altimétriques maritimes du SHOM (RAM 2020) indiquent un zéro des cartes marines (ou 0 CM) est situé 0,30 m sous le zéro NGF et les hauteurs de marée sont les suivantes :

A Saint-Tropez (source : RAM 2020) :

ZH/IGN69	-0.3 m

Niveau de marée	Hauteur en m CM	Hauteur en m NGF
PHMA : Plus Haute Mer Astronomique	0.68	0.38
NM : Niveau moyen	0.47	0.17
PBMA : Plus Basse Mer Astronomique	0.25	-0.05

Tableau 1 : Niveau de marée à Saint-Tropez (source RAM 2020)

Il n'y a que 43 cm d'écart entre PBMA et PHMA.

Le PHMA est atteint lors d'une marée d'équinoxe exceptionnelle (« grande marée »), soit autour de fin Mars et de fin Septembre.

Sur la période estivale on considèrera le NM (+0,17 m NGF) auquel on peut rajouter environ 20 cm de surcote exceptionnelle. Il a été retenu un niveau à **+0,37 m NGF dans la modélisation du fait d'une utilisation en saison estivale**.

3.3.2 Analyse des conditions de vent

Le littoral Varois peut être balayé par un vent de secteur Ouest fréquemment alimenté par le régime de Mistral (vent de secteur Nord à Nord-Ouest au large de Marseille tournant à l'Ouest voire au Sud-Ouest au large des côtes orientales varoises) et un vent dominant de secteur Est (régime d'entrées maritimes).

Ces deux régimes de vent accompagnent généralement une houle de même secteur qu'ils ont eux-mêmes générée (houle d'Est généralement accompagnée d'un vent de secteur Nord-Est à Est par exemple).

Les données au point MWM le plus proche au large du Golfe de Saint-Tropez ont permis l'analyse statistique des conditions de houle et de vent au large du site de projet :

Point MWM	Lat	43° 19.980'N
	Lon	6° 54.786'E

Caractéristiques du modèle MWM et des données traitées

Résolution de la grille : 0,1° x 0,1° (jusqu'à 0,03° x 0,03° localement, soit ~3 km)

Pas de temps des données : 1h

Période couverte : Janvier 1979 à octobre 2017 (38,8 années)

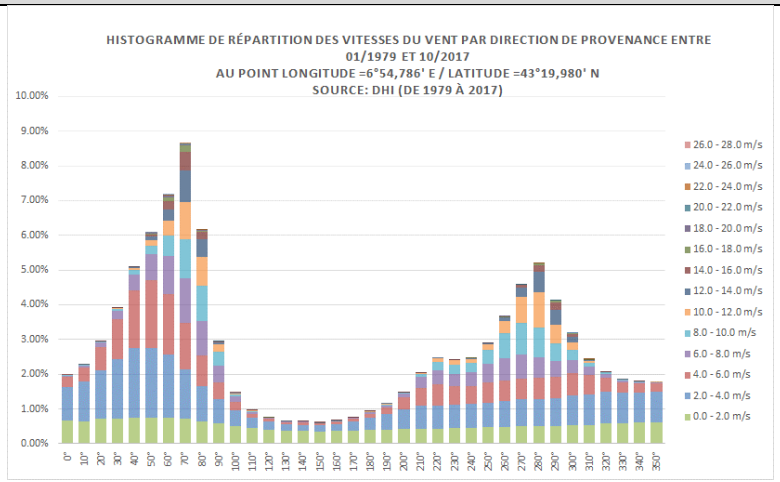
Vitesses de vent moyennées sur 10 mn

Vitesse et direction du vent à 10 m d'altitude

Figure 20 : Localisation du point de données météocéan MWM

Histogramme de répartition vitesse de vent par direction de provenance

Rose de provenance du vent



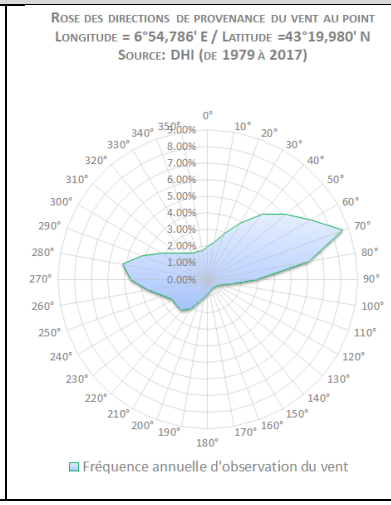


Tableau 2 : Histogramme de répartition de vitesse du vent par direction de provenance / Fréquence annuelle de vitesse du vent / Rose de provenance du vent au large de Saint Tropez (point de coordonnées MWM)

Sur la période estivale du mois de mai au mois de septembre (période estivale), les tableaux de corrélation ci-dessous présentent la fréquence moyenne d'observation des vitesses de vent (tous les 1.0 m/s) en fonction des directions de provenance (par secteur de 10°) :

Roses des directions de provenance des vents associées au mois de juillet et au mois d'août :

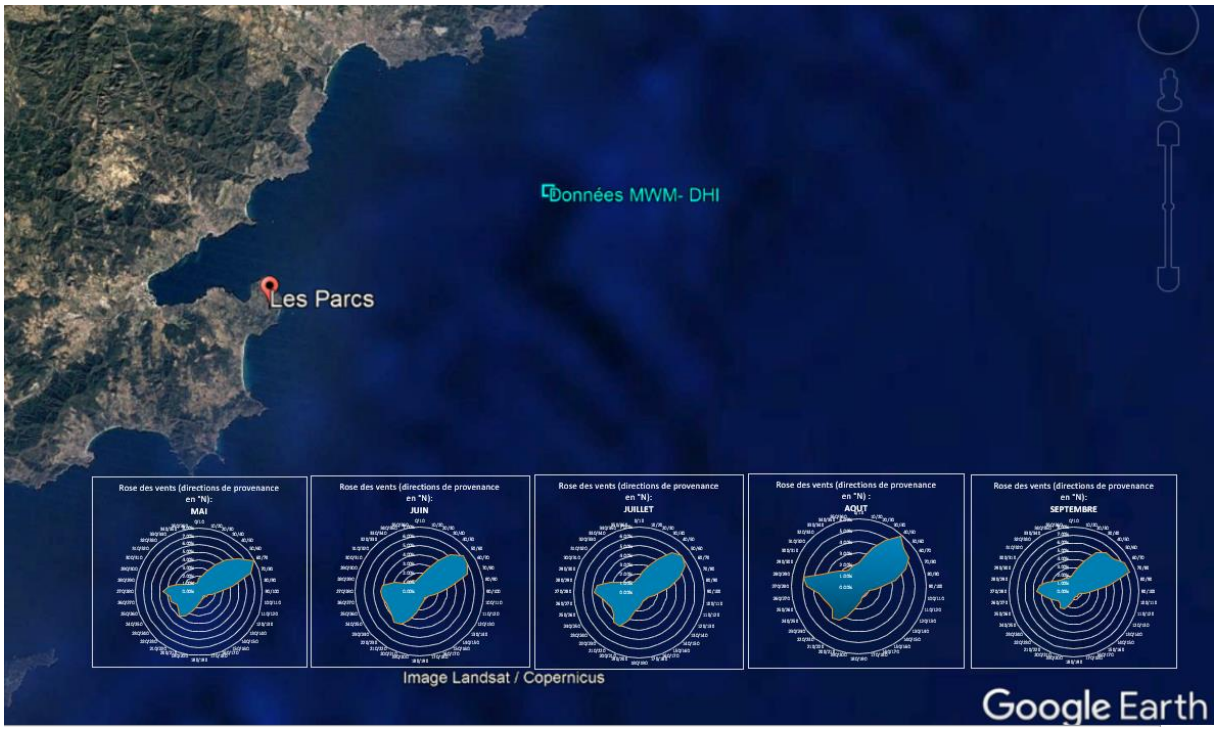


Figure 21 : Données MWM : Roses des direction de provenance du vent sur le mois de juillet et août (basées sur l'analyse statistiques des données MWM – 38 années)

De cette première analyse, sur près de 40 années de données, on tire les remarques suivantes :

Au mois de mai :

- Les secteurs prédominants de provenance du vent sont Nord-Est, Sud-Ouest et Ouest,
- Les vents de Nord-Est n'excèdent pas 18m/s,
- Les vents de Sud-Ouest n'excèdent pas 15m/s,
- Les vents d'Ouest n'excèdent pas 19m/s.

Au mois de juin :

- Les secteurs prédominants de provenance du vent sont Nord-Est, Sud-Ouest et Ouest,
- Les vents de Nord-Est n'excèdent pas 19m/s,
- Les vents de Sud-Ouest n'excèdent pas 14m/s,
- Les vents d'Ouest n'excèdent pas 18m/s.

Au mois de juillet :

- Les secteurs prédominants de provenance du vent sont Nord-Est, Sud-Ouest et Ouest,
- Les vents de Nord-Est n'excèdent pas 18m/s,
- Les vents de Sud-Ouest n'excèdent pas 14m/s,
- Les vents d'Ouest n'excèdent pas 21m/s.

Au mois d'août :

- Les secteurs prédominants de provenance du vent sont Nord-Est, Sud-Ouest et Ouest,
- Les vents de Nord-Est n'excèdent pas 16m/s,
- Les vents de Sud-Ouest n'excèdent pas 14m/s,
- Les vents d'Ouest n'excèdent pas 18m/s.

Au mois de septembre :

- Les secteurs prédominants de provenance du vent sont Nord-Est, Sud-Ouest et Ouest,
- Les vents de Nord-Est n'excèdent pas 22m/s,
- Les vents de Sud-Ouest n'excèdent pas 12m/s,
- Les vents d'Ouest n'excèdent pas 18m/s.

La zone du ponton est exposée aux vents marins de secteur Nord-Est à Est et aux vents de secteur Ouest à Nord-Ouest (régime de Mistral) soufflant dans le Golfe, ainsi que, plus rarement de secteur Nord.

3.3.3 Analyse des conditions de houle

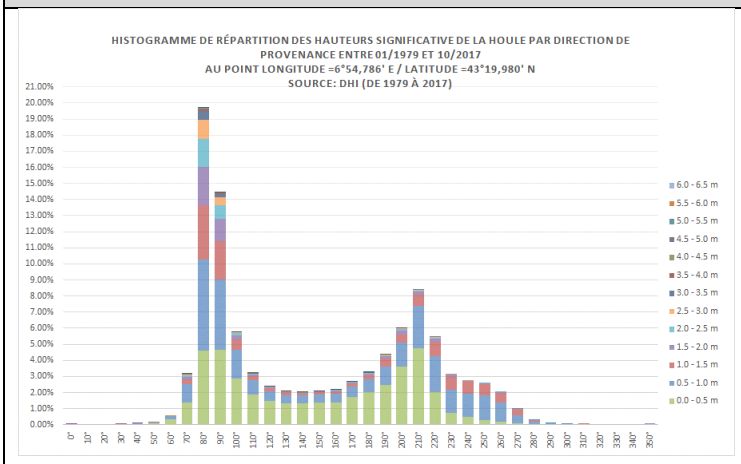
L'analyse statistique des houles au large a été réalisée sur la base des données météocéan au point MWM présenté précédemment.

La rose de direction de provenance des houles au large met en évidence deux secteurs prédominants à l'Est et au Sud-Ouest.

La zone du projet est essentiellement exposée aux houles du large provenant du secteur Nord-Est à Est [N60° à 100°]. Les houles provenant du secteur Est-Sud-Est à Sud, arrivent sur la zone de mouillage avec moins d'intensité (houle au large plus faible et orientation moins directe).

Histogramme de répartition des hauteurs Hs de la houle par direction de provenance

Rose de provenance de la houle



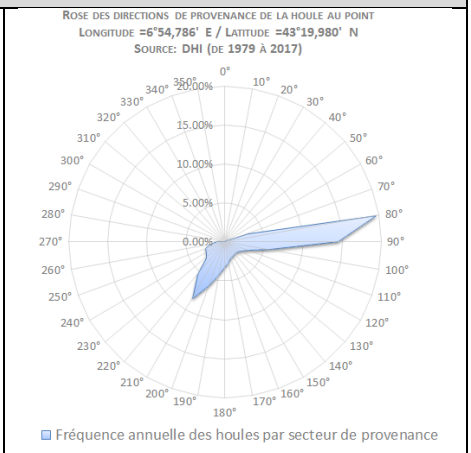


Tableau 3 : Histogramme de répartition de hauteurs significatives de la houle par direction de provenance/ Fréquence annuelle des hauteurs Hs de la houle/ Rose de provenance de la houle au large de Saint Tropez (point de coordonnées : Longitude =6°54,786' E / Latitude =43°19,980' N – issue de l'analyse des données de houle provenant du modèle MWM développé par DHI – Historique de données allant 1979 à 2017 (38 années)

Figure 22 : Secteur d'exposition de la zone de mouillage à la houle du large

3.3.3.1 Analyse de la corrélation Houle/Vent

Les statistiques suivantes vont permettre de définir les couples Hs/Tp/vitesse de vent à considérer dans la zone d'étude.

Sur la période estivale (mai/juin/juillet/août/septembre), les houles du large de secteur Nord-Est à Est [N60°-N100°] sont observées 30% à 43% du temps. La hauteur maximale de la houle au point MWN étant de l'ordre de Hs=3.25m.

Sur cette période, la hauteur de houle Hs la plus fréquemment observée au large reste inférieur à 0.75m sur les mois de juin/juillet/août et inférieure à 1,5m sur les mois de mai et septembre.

Sur la section de provenance sélectionnée [N60°- N100°], la majorité des houles observées proviennent des directions N70° à N100° avec un pic sur la direction N80° à N90°.

Les tableaux de corrélation ci-dessous présentent les périodes pic Tp associées aux hauteurs Hs de la houle au point MWM (directions de provenance [N60°-N100°]) sur les mois de mai, juin, juillet, août et septembre.

MAI

Intervalle Hs (m)	Intervalle Tp (s) 2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	Total
3.00	3.25						0.028%					0.03%
2.75	3.00					0.014%	0.083%					0.10%
2.50	2.75					0.231%	0.065%					0.30%
2.25	2.50				0.003%	0.520%	0.096%					0.62%
2.00	2.25				0.069%	0.886%	0.059%					1.01%
1.75	2.00				0.376%	0.662%	0.048%	0.024%				1.11%
1.50	1.75			0.024%	0.827%	0.445%	0.010%	0.014%				1.32%
1.25	1.50			0.227%	1.030%	0.372%	0.024%	0.007%				1.66%
1.00	1.25		0.014%	0.893%	1.582%	0.269%	0.134%	0.017%	0.014%	0.003%	0.007%	2.93%
0.75	1.00		0.238%	1.544%	1.144%	0.210%	0.114%	0.055%	0.034%			3.34%
0.50	0.75	0.076%	0.999%	2.195%	1.010%	0.190%	0.145%	0.114%	0.090%			4.82%
0.25	0.50	0.014%	1.041%	2.633%	1.968%	0.851%	0.362%	0.293%	0.193%	0.031%	0.007%	7.39%
0.00	0.25	0.121%	1.199%	1.551%	0.510%	0.276%	0.121%	0.055%	0.041%			3.87%
Total		0.13%	2.32%	5.43%	7.36%	7.17%	4.28%	1.15%	0.47%	0.17%	0.01%	0.01% 28.5%

JUIN

Intervalle Hs (m)	Intervalle Tp (s) 2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	Total
3.00	3.25						0.014%				0.01%
2.75	3.00					0.007%	0.043%	0.004%			0.05%
2.50	2.75					0.085%	0.057%	0.004%			0.15%
2.25	2.50					0.093%	0.057%				0.15%
2.00	2.25				0.018%	0.128%	0.036%				0.18%
1.75	2.00			0.004%	0.210%	0.199%	0.050%				0.46%
1.50	1.75				0.538%	0.242%	0.025%	0.004%			0.81%
1.25	1.50			0.110%	0.488%	0.182%	0.018%	0.014%	0.011%	0.007%	0.83%
1.00	1.25		0.007%	0.406%	0.580%	0.085%	0.071%	0.007%	0.011%		1.17%
0.75	1.00		0.142%	0.816%	0.620%	0.135%	0.028%	0.018%	0.007%		1.77%
0.50	0.75	0.068%	0.919%	2.151%	0.570%	0.107%	0.189%	0.146%	0.011%		4.16%
0.25	0.50	0.011%	0.940%	3.380%	2.400%	0.488%	0.342%	0.345%	0.139%	0.032%	8.08%
0.00	0.25	0.271%	2.261%	2.372%	0.580%	0.299%	0.057%	0.036%	0.028%		5.90%
Total		0.28%	3.27%	6.82%	6.47%	3.81%	1.66%	0.97%	0.36%	0.07%	0.01% 23.7%

JUILLET

Intervalle Hs (m)	Intervalle Tp (s) 2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	Total
2.50	2.75					0.038%	0.003%	0.041%
2.25	2.50					0.048%	0.017%	0.065%
2.00	2.25				0.007%	0.114%	0.024%	0.145%
1.75	2.00				0.052%	0.131%	0.014%	0.196%
1.50	1.75			0.003%	0.255%	0.145%	0.007%	0.410%
1.25	1.50			0.055%	0.379%	0.114%		0.548%
1.00	1.25			0.258%	0.479%	0.031%		0.769%
0.75	1.00		0.048%	0.593%	0.631%	0.010%		1.282%
0.50	0.75	0.031%	0.541%	1.144%	0.210%	0.003%		1.930%
0.25	0.50	0.003%	0.810%	1.685%	0.744%	0.014%	0.003%	0.010% 3.271%
0.00	0.25	0.172%	1.082%	0.589%	0.038%			1.882%
Total		0.176%	1.923%	2.864%	2.836%	2.026%	0.638%	0.076% 10.54%

AOUT

Intervalle Hs (m)	Intervalle Tp (s) 2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	Total
2.75	3.00					0.003%	0.003%			0.007%
2.50	2.75					0.017%	0.003%			0.021%
2.25	2.50					0.045%	0.014%			0.059%
2.00	2.25				0.003%	0.065%	0.031%			0.100%
1.75	2.00				0.090%	0.214%	0.024%			0.327%
1.50	1.75				0.245%	0.183%	0.007%			0.434%
1.25	1.50			0.059%	0.310%	0.145%	0.003%			0.517%
1.00	1.25		0.003%	0.234%	0.562%	0.128%	0.021%	0.003%	0.003%	0.955%
0.75	1.00		0.114%	0.806%	0.762%	0.093%	0.014%	0.017%	0.003%	1.809%
0.50	0.75	0.045%	0.734%	1.692%	0.600%	0.186%	0.131%	0.045%	0.014%	3.446%
0.25	0.50	0.014%	0.879%	2.657%	1.937%	0.565%	0.258%	0.172%	0.055%	0.003% 6.541%
0.00	0.25	0.314%	2.340%	2.716%	0.672%	0.183%	0.114%	0.024%	0.017%	6.379%
Total		0.327%	3.264%	6.224%	5.400%	3.319%	1.451%	0.448%	0.138%	0.024% 20.60%

SEPTEMBRE

Intervalle Hs (m)	Intervalle Tp (s) 2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	Total
3.00	3.25						0.004%	0.075%				0.08%
2.75	3.00						0.007%	0.189%				0.20%
2.50	2.75						0.182%	0.242%				0.42%
2.25	2.50						0.292%	0.167%				0.46%
2.00	2.25					0.021%	0.759%	0.114%				0.89%
1.75	2.00					0.342%	0.880%	0.050%	0.004%			1.27%
1.50	1.75					0.773%	0.830%	0.082%			0.004%	1.68%
1.25	1.50				0.096%	1.200%	0.534%	0.075%				1.91%
1.00	1.25			0.018%	0.613%	1.574%	0.317%	0.046%	0.004%			2.57%
0.75	1.00			0.178%	1.407%	1.624%	0.264%	0.153%	0.032%	0.021%	0.011%	3.69%
0.50	0.75		0.046%	0.712%	2.140%	0.901%	0.160%	0.110%	0.043%	0.036%	0.011%	4.16%
0.25	0.50	0.004%	0.623%	2.528%	1.624%	0.477%	0.189%	0.135%	0.103%	0.025%		5.71%
0.00	0.25	0.135%	1.745%	2.094%	0.349%	0.128%	0.043%	0.014%				4.51%
Total		0.14%	2.41%	5.53%	6.23%	7.04%	4.46%	1.45%	0.19%	0.08%	0.02%	0.00% 27.6%

Tableau 4 : Données MWM : tableaux de corrélation hauteurs de houle Hs/ périodes pic Tp associées sur les mois de mai/juin/juillet/août/septembre pour des houle de secteur [N60° à N100°] (point MWM)

Statistiquement sur la période estivale (mai/juin/juillet/août/septembre), la période pic de la houle associée aux houles de secteur de provenance [N60° - N100°] **sont majoritairement comprises entre Tp=2s et Tp=6s.** Quelques périodes pouvant atteindre 12s sont observées durant les mois mai et septembre mais beaucoup plus rarement.

Si on sélectionne les hauteurs significative Hs les plus fréquemment observées, on pourrait associer au les périodes pics les plus fréquemment observées suivantes :

- **H=0.5m -> Tp=3 à 4s**
- **Hs=0.75m -> Tp=4 à 5s**
- **Hs=1.0m -> Tp=5 à 6s**
- **Hs=1.5m -> Tp=5 à 6s**

Statistiquement, au point MWM on observe deux régimes de vent principaux accompagnés généralement d'une houle de même secteur qu'ils ont eux-mêmes générée (houle d'Est généralement accompagnée d'un vent de secteur Nord-Est à Est et houle de Sud à Ouest généralement accompagnée d'un vent de secteur Sud à Ouest).

Les tableaux de corrélation ci-dessous présentent l'intensité du vent associé aux houles de mêmes directions de provenance [N60° à N100°] sur les mois de juillet et d'août.

MAI

Intervalle Hs (m)		Intervalle U (m/s) 0.0–1.0	1.0–2.0	2.0–3.0	3.0–4.0	4.0–5.0	5.0–6.0	6.0–7.0	7.0–8.0	8.0–9.0	9.0–10.0	10.0–11.0	11.0–12.0	12.0–13.0	13.0–14.0	14.0–15.0	15.0–16.0	16.0–17.0	Total
3.00	3.25													0.003%	0.003%	0.003%	0.014%	0.003%	0.028%
2.75	3.00												0.010%	0.010%	0.014%	0.024%	0.028%	0.010%	0.096%
2.50	2.75												0.007%	0.065%	0.086%	0.093%	0.024%	0.021%	0.296%
2.25	2.50							0.003%	0.003%	0.010%	0.010%	0.041%	0.096%	0.196%	0.162%	0.062%	0.024%	0.003%	0.613%
2.00	2.25				0.003%		0.007%		0.010%	0.017%	0.100%	0.203%	0.217%	0.234%	0.155%	0.024%	0.010%	0.003%	0.986%
1.75	2.00			0.007%	0.007%		0.014%	0.010%	0.045%	0.079%	0.179%	0.310%	0.207%	0.096%	0.041%	0.010%			1.006%
1.50	1.75			0.014%	0.017%	0.014%	0.041%	0.065%	0.100%	0.234%	0.296%	0.203%	0.128%	0.028%	0.028%	0.007%		0.003%	1.179%
1.25	1.50		0.010%	0.024%	0.021%	0.062%	0.128%	0.176%	0.227%	0.293%	0.248%	0.138%	0.038%	0.017%	0.007%	0.003%			1.392%
1.00	1.25	0.010%	0.028%	0.041%	0.114%	0.179%	0.341%	0.482%	0.493%	0.386%	0.138%	0.055%	0.024%		0.003%	0.003%	0.003%		2.302%
0.75	1.00	0.028%	0.121%	0.165%	0.248%	0.289%	0.341%	0.414%	0.310%	0.190%	0.065%	0.031%	0.010%	0.007%	0.003%				2.223%
0.50	0.75	0.076%	0.217%	0.300%	0.286%	0.379%	0.524%	0.438%	0.176%	0.059%	0.024%	0.003%	0.003%						2.485%
0.25	0.50	0.134%	0.348%	0.455%	0.527%	0.627%	0.448%	0.169%	0.034%	0.003%		0.003%							2.750%
0.00	0.25	0.083%	0.300%	0.331%	0.296%	0.121%	0.028%	0.003%											1.161%
	Total	0.331%	1.024%	1.337%	1.520%	1.671%	1.871%	1.761%	1.399%	1.272%	1.061%	0.989%	0.741%	0.658%	0.503%	0.231%	0.103%	0.045%	16.52%

JUIN

Intervalle Hs (m)		Intervalle U (m/s) 0.0–1.0	1.0–2.0	2.0–3.0	3.0–4.0	4.0–5.0	5.0–6.0	6.0–7.0	7.0–8.0	8.0–9.0	9.0–10.0	10.0–11.0	11.0–12.0	12.0–13.0	13.0–14.0	14.0–15.0	15.0–16.0	16.0–17.0	17.0–18.0	18.0–19.0	Total
3.00	3.25															0.007%	0.004%	0.004%			0.01%
2.75	3.00						0.004%						0.007%	0.007%	0.014%	0.011%	0.007%		0.004%		0.05%
2.50	2.75					0.004%					0.004%	0.011%	0.014%	0.021%	0.028%	0.057%	0.007%				0.15%
2.25	2.50								0.007%	0.004%	0.018%	0.039%	0.028%	0.018%	0.025%	0.007%				0.004%	0.15%
2.00	2.25							0.007%	0.004%	0.021%	0.018%	0.011%	0.025%	0.053%	0.025%	0.011%	0.004%	0.004%			0.18%
1.75	2.00				0.004%	0.007%	0.021%	0.011%	0.021%	0.039%	0.064%	0.100%	0.121%	0.032%	0.028%					0.004%	0.45%
1.50	1.75		0.004%	0.011%	0.018%	0.014%	0.018%	0.046%	0.053%	0.103%	0.203%	0.167%	0.075%	0.018%	0.007%						0.74%
1.25	1.50		0.007%	0.021%	0.018%	0.036%	0.057%	0.093%	0.121%	0.118%	0.061%	0.078%	0.036%	0.018%	0.011%						0.67%
1.00	1.25	0.011%	0.018%	0.028%	0.043%	0.057%	0.153%	0.171%	0.185%	0.103%	0.068%	0.043%	0.018%			0.007%		0.004%			0.91%
0.75	1.00	0.036%	0.093%	0.114%	0.175%	0.178%	0.171%	0.207%	0.167%	0.103%	0.032%	0.014%	0.011%	0.004%	0.004%						1.31%
0.50	0.75	0.082%	0.253%	0.271%	0.420%	0.456%	0.477%	0.349%	0.135%	0.039%	0.018%		0.004%								2.50%
0.25	0.50	0.160%	0.434%	0.609%	0.666%	0.556%	0.342%	0.125%	0.039%	0.011%	0.004%	0.004%		0.004%							2.95%
0.00	0.25	0.110%	0.278%	0.385%	0.370%	0.125%	0.021%		0.004%												1.29%
	Total	0.40%	1.09%	1.44%	1.71%	1.43%	1.26%	1.01%	0.73%	0.54%	0.47%	0.45%	0.35%	0.19%	0.14%	0.12%	0.03%	0.01%	0.00%	0.01%	11.4%

JUILLET

Intervalle Hs (m)		Intervalle U (m/s) 0.0–1.0	1.0–2.0	2.0–3.0	3.0–4.0	4.0–5.0	5.0–6.0	6.0–7.0	7.0–8.0	8.0–9.0	9.0–10.0	10.0–11.0	11.0–12.0	12.0–13.0	13.0–14.0	14.0–15.0	15.0–16.0	16.0–17.0	17.0–18.0	Total
2.50	2.75										0.003%	0.003%		0.010%	0.024%					0.041%
2.25	2.50										0.003%	0.010%	0.017%	0.014%	0.017%	0.003%				0.065%
2.00	2.25							0.003%	0.007%	0.003%	0.031%	0.021%	0.034%	0.031%	0.010%				0.003%	0.141%
1.75	2.00		0.003%	0.003%		0.003%	0.017%	0.007%	0.014%	0.034%	0.028%	0.052%	0.017%	0.010%	0.003%		0.003%			0.196%
1.50	1.75			0.003%	0.024%	0.024%	0.021%	0.028%	0.055%	0.072%	0.086%	0.065%	0.010%	0.014%	0.007%					0.410%
1.25	1.50	0.003%	0.021%	0.021%	0.017%	0.024%	0.055%	0.062%	0.117%	0.103%	0.065%	0.038%	0.010%	0.007%	0.003%					0.548%
1.00	1.25	0.007%	0.017%	0.024%	0.052%	0.096%	0.128%	0.117%	0.134%	0.096%	0.041%	0.028%	0.017%	0.010%						0.769%
0.75	1.00	0.034%	0.121%	0.179%	0.152%	0.169%	0.134%	0.248%	0.141%	0.065%	0.021%	0.010%	0.007%							1.282%
0.50	0.75	0.072%	0.262%	0.355%	0.286%	0.224%	0.352%	0.227%	0.096%	0.041%	0.007%	0.003%		0.003%						1.930%
0.25	0.50	0.190%	0.572%	0.548%	0.662%	0.724%	0.434%	0.124%	0.014%	0.003%										3.271%
0.00	0.25	0.186%	0.424%	0.600%	0.451%	0.190%	0.021%	0.007%	0.003%											1.882%
	Total	0.493%	1.420%	1.734%	1.644%	1.454%	1.161%	0.824%	0.582%	0.420%	0.286%	0.231%	0.114%	0.100%	0.065%	0.003%	0.003%	0.000%	0.003%	10.54%

AOUT

Intervalle Hs (m)		Intervalle U (m/s) 0.0–1.0	1.0–2.0	2.0–3.0	3.0–4.0	4.0–5.0	5.0–6.0	6.0–7.0	7.0–8.0	8.0–9.0	9.0–10.0	10.0–11.0	11.0–12.0	12.0–13.0	13.0–14.0	14.0–15.0	15.0–16.0	Total
2.75	3.00															0.003%	0.003%	0.006%
2.50	2.75													0.003%	0.003%		0.011%	0.017%
2.25	2.50									0.006%	0.003%	0.006%	0.008%	0.011%	0.003%	0.006%	0.006%	0.047%
2.00	2.25							0.003%	0.011%	0.003%	0.014%	0.006%	0.022%	0.014%	0.003%		0.006%	0.080%
1.75	2.00				0.006%	0.006%	0.011%	0.011%	0.017%	0.028%	0.064%	0.047%	0.050%	0.019%	0.003%	0.003%		0.264%
1.50	1.75	0.003%		0.006%		0.014%	0.017%	0.033%	0.050%	0.092%	0.047%	0.053%	0.025%	0.006%	0.006%			0.350%
1.25	1.50	0.003%	0.006%	0.008%	0.025%	0.036%	0.031%	0.047%	0.086%	0.089%	0.017%	0.036%	0.006%	0.003%	0.003%			0.394%
1.00	1.25	0.006%	0.011%	0.044%	0.053%	0.056%	0.122%	0.105%	0.122%	0.078%	0.031%	0.014%	0.003%	0.006%				0.649%
0.75	1.00	0.022%	0.050%	0.103%	0.125%	0.186%	0.161%	0.155%	0.130%	0.067%	0.017%	0.006%						1.021%
0.50	0.75	0.069%	0.214%	0.305%	0.291%	0.330%	0.278%	0.225%	0.100%	0.014%	0.003%	0.006%						1.835%
0.25	0.50	0.197%	0.411%	0.477%	0.469%	0.508%	0.372%	0.122%	0.011%	0.006%								2.573%
0.00	0.25	0.178%	0.469%	0.613%	0.436%	0.114%	0.022%	0.003%										1.835%
	Total	0.477%	1.160%	1.557%	1.404%	1.249%	1.013%	0.705%	0.527%	0.380%	0.194%	0.172%	0.114%	0.061%	0.019%	0.011%	0.025%	9.07%

SEPTEMBRE

Intervalle Hs (m)		Intervalle U (m/s) 0.0–1.0	1.0–2.0	2.0–3.0	3.0–4.0	4.0–5.0	5.0–6.0	6.0–7.0	7.0–8.0	8.0–9.0	9.0–10.0	10.0–11.0	11.0–12.0	12.0–13.0	13.0–14.0	14.0–15.0	15.0–16.0	16.0–17.0	17.0–18.0	18.0–19.0	19.0–20.0	20.0–21.0	21.0–22.0	Total
3.00	3.25															0.039%	0.021%	0.007%	0.004%	0.004%			0.004%	0.08%
2.75	3.00							0.004%					0.004%	0.007%	0.046%	0.057%	0.068%	0.007%		0.004%				0.20%
2.50	2.75										0.004%	0.011%	0.025%	0.078%	0.157%	0.135%	0.007%			0.004%				0.42%
2.25	2.50								0.004%	0.004%	0.018%	0.057%	0.164%	0.100%	0.068%	0.028%	0.004%							0.45%
2.00	2.25						0.004%	0.004%	0.018%	0.053%	0.103%	0.253%	0.224%	0.128%	0.050%	0.007%	0.004%	0.004%						0.85%
1.75	2.00					0.011%	0.011%	0.018%	0.039%	0.082%	0.139%	0.271%	0.264%	0.210%	0.110%	0.028%	0.004%	0.004%						1.19%
1.50	1.75	0.004%	0.007%	0.014%	0.011%	0.082%	0.078%	0.100%	0.242%	0.288%	0.374%	0.249%	0.103%	0.025%	0.004%									1.58%
1.25	1.50		0.014%	0.032%	0.053%	0.071%	0.135%	0.356%	0.374%	0.349%	0.199%	0.089%	0.043%	0.007%		0.007%								1.73%
1.00	1.25	0.011%	0.032%	0.096%	0.217%	0.310%	0.353%	0.377%	0.349%	0.281%	0.132%	0.046%	0.011%	0.004%		0.004%								2.22%
0.75	1.00	0.039%	0.132%	0.321%	0.360%	0.484%	0.392%	0.427%	0.296%	0.160%	0.046%	0.025%												2.68%
0.50	0.75	0.078%	0.267%	0.470%	0.481%	0.442%	0.356%	0.310%	0.160%	0.039%	0.032%	0.011%		0.004%										2.65%
0.25	0.50	0.160%	0.392%	0.513%	0.670%	0.637%	0.356%	0.107%	0.014%	0.011%														2.86%
0.00	0.25	0.146%	0.417%	0.377%	0.338%	0.082%	0.014%																	1.37%
	Total	0.44%	1.26%	1.82%	2.14%	2.12%	1.71%	1.72%	1.54%	1.32%	1.18%	1.00%	0.78%	0.46%	0.35%	0.28%	0.11%	0.02%	0.00%	0.01%			0.00%	18.28%

Tableau 5 : Données MWM : tableaux de corrélation hauteurs de houle Hs/ intensités du vent associées sur les mois de mai/juin/juillet/aout et septembre pour des houle de secteur [N60° à N100°] (point MWM)

Statistiquement, durant les mois de juillet et d'août les vitesses de vent de secteur de provenance [N60°-N100°] sont majoritairement comprises entre 1m/s et 7 à 8 m/s. Des vitesses de vent allant jusqu'à 16 à 22 m/s au maximum sont très rarement observées.

Pour les hauteurs significatives Hs les plus fréquemment observées, on pourrait associer les vitesse de vent les plus fréquemment observées suivantes :

- **H = 0,5m -> Uvent = 1 à 7 m/s**
- **Hs =0,75m -> Uvent = 1 à 8 m/s**
- **Hs = 1,0m -> Uvent = 1 à 9 m/s**
- **Hs = 1,5m -> Uvent = 5 à 10 m/s**

3.3.3.2 Résultats des modèles de propagation des houles du large et de courantologie

La propagation de la houle du large vers le site d'étude et des clapots soulevés par le vent d'Ouest à Nord a été réalisée à l'aide du modèle SWAN (Simulating WAves Nearshore).

La période d'exploitation du ponton est prévue sur la période estivale mai/juin/juillet/aout/septembre lorsque les conditions météorologiques sont plus clémentes et comme e souhaitera les services de l'État .

À partir de l'analyse statistique des données météocéan présentée précédemment, nous pourrions retenir pour l'étude, les caractéristiques de houles au large fréquemment observées durant cette période, suivantes :

- **Hs = 0,75m - Tp=5s – Uvent = 8 m/s - Direction de provenance houle et vent N70°**
- **Hs = 1,0m - Tp=6s – Uvent = 9m/s - Direction de provenance houle et vent N70°**
- **Hs = 1,5m - Tp=6s – Uven t= 10 m/s - Direction de provenance houle et vent N70°**

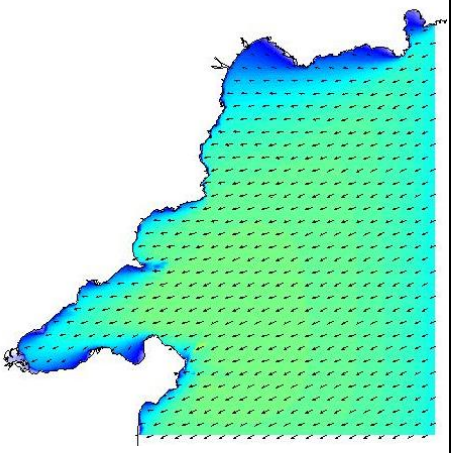
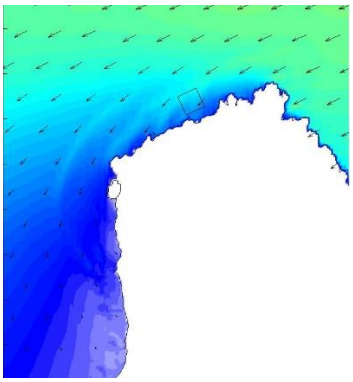
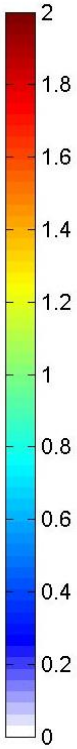
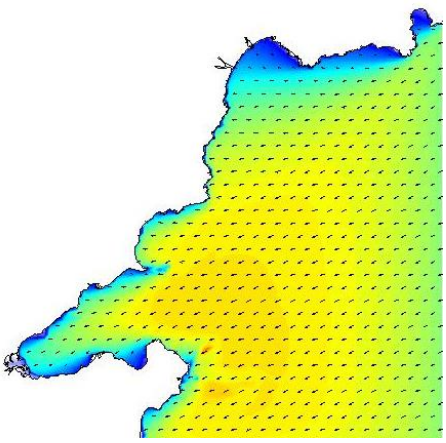
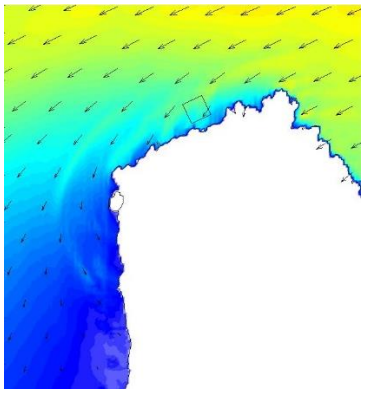
Avec le niveau d'eau à +0,37m NGF.

Concernant les mers de vent développées dans le golfe de Saint Tropez (longueur de *fetch* limitée, absence de houle du large) par les vents de secteur Ouest à Nord-Ouest en régime de Mistral, le cas suivant a été simulé :

- **Vitesse du vent = 11m/s**
- **Direction N270°**

Avec un niveau moyen à +0,17m NGF

Les résultats, planches de propagation et hauteur significative de la houle obtenue localement, sont présentés ci-dessous.

Conditions simulées au large	Propagation de la houle du large vers le site d'étude	Zoom sur la zone de mouillage	Hauteur significative de la houle Hs(m)
N70° Hs=0.75m Tp=5s Vit vent=8m/s			
N70° Hs=1.0m Tp=6s Vit vent=9m/s			

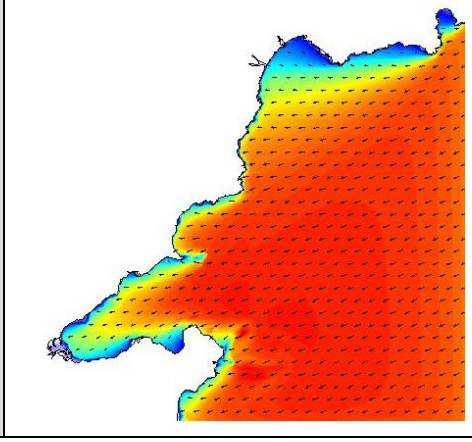
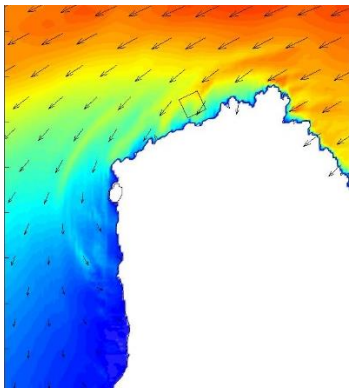
N70° **Hs=1.5m Tp=6s** **Vit vent=10m/s**		

Figure 23 : Modélisation de la propagation de la houle du large vers la zone de projet pour des houle de direction de provenance N70°

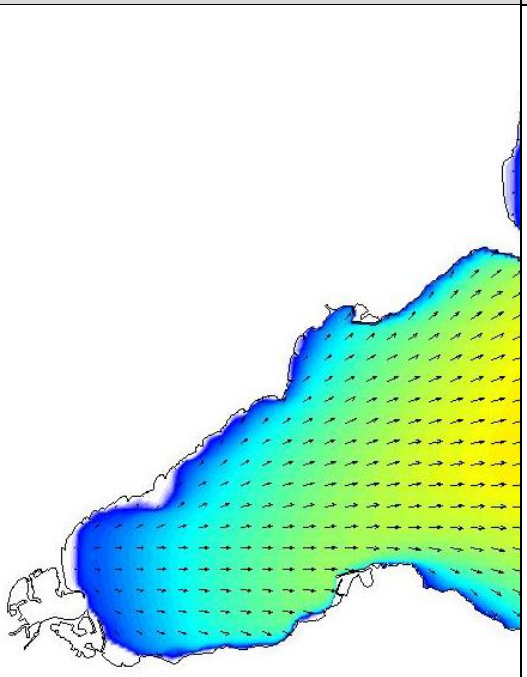
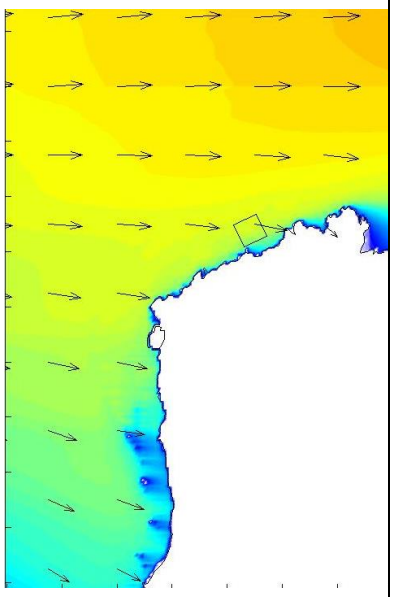
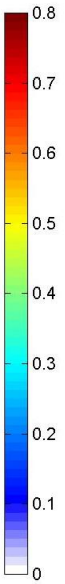
Conditions de vent de Mistral simulé	Résultat	Zoom sur la zone de mouillage	Hauteur significative de la houle Hs(m)
N270° **Vitesse = 11m/s**			

Figure 24 : Modélisation d'un vent des secteur N270° Vit=11m/s vers la zone d'etude

3.3.3.3 Conditions de houle et de vent

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la hauteur significative de la houle au niveau de la zone d'étude.

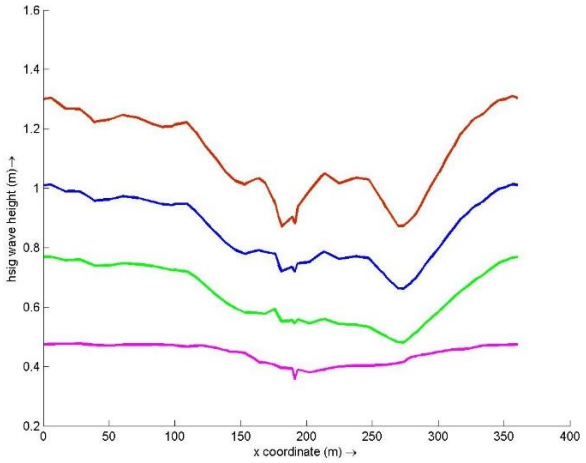
Hauteur significative de la houle Hs (m) au niveau de la zone d'étude (Valeurs relevées sur le périmètre de la zone de mouillage)	Caractéristiques au large	
		Hs=1.5m/Tp=6s Uvent=10m/s N70°
		Hs=1m/Tp=6s Uvent=9m/s N70°
		Hs=0.7m/Tp=5s Uvent=8m/s N70°
		Vent Mistral U=11m/s N270°

Tableau 6 : Hauteurs significatives de la houle retenues au niveau de la zone d'etude

Sur la zone du ponton, les conditions météorologiques issues des simulations sont :

Houle du large N70°	Caractéristiques retenues sur la zone d'étude
Hs=0.75m Tp=5s U_{vent}=8m/s	**Hs=0.8m Tp=5s U_{vent}=8m/s**
Hs=1.0m Tp=6s U_{vent}=9m/s	**Hs=1.0m Tp=6s U_{vent}=9m/s**
Hs=1.5m Tp=6s U_{vent}=10m/s	**Hs=1.3m Tp=6s U_{vent}=10m/s**
Vent secteur Ouest à Nord-Ouest	
Hs=0.5m U_{vent}=11m/s	

Tableau 7 : Résultats de l'étude de propagation – Conditions météorologiques retenues

Les caractéristiques de la houle (associée au vent de même direction de provenance) sur la zone étant plus conservatives pour les conditions de houle au large, se sont celles-ci qui ont été retenues dans l'étude.

De manière sécuritaire, le ponton a été dimensionné pour résister aux conditions locales suivantes : Hs=1.0m Tp=6s U_{vent}=9m/s.

3.3.4 Conditions de courant

Le régime de courant dépend étroitement du vent.

Les figures ci-dessous présentent les vitesses de courant obtenues pour les conditions de houle et vent suivantes :

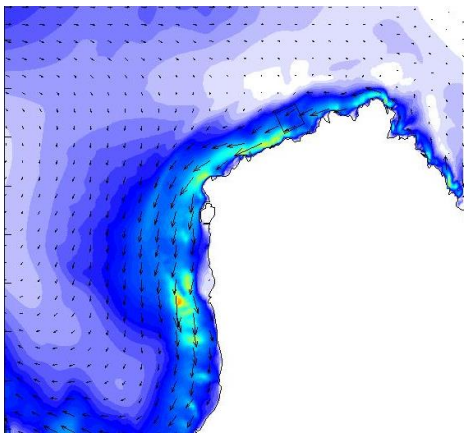
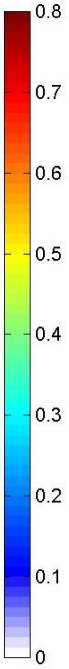
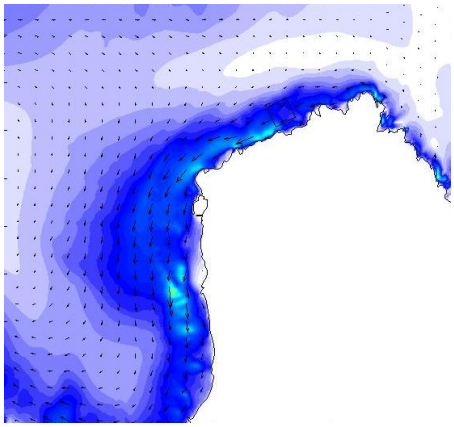
Hauteur significative Hs au large = 1,5 m Période pic Tp= 6s Vitesse du vent = 10 m/s Direction de propagation N70°		Vitesse du courant de houle m/s 
Hauteur significative Hs au large = 1 m Période pic Tp= 6s Vitesse du vent = 9 m/s Direction de propagation N70°		

Figure 25 : Vitesse du courant de houle sur la zone d'étude

La vitesse de courant en surface est comprise entre 0,1 et 0,3 m/s suivant l'intensité du vent et sa direction.

Les courants généraux de circulation et les courants induits par la marée s'ajoutent aux courants induits par le vent et le déferlement de la houle sur le littoral. Néanmoins, la marée étant relativement faible, les courants engendrés sont peu significatifs.

Bien que leur contribution puisse être raisonnablement considérée comme négligeable, les courants de circulation générale et les courants de marée peuvent être intégrés en retenant une vitesse de courant de 0.5 m/s majorée par approche conservative. Cette vitesse a été considérée dans le calcul de l'effort induit par le courant sur les fondations du ponton.

4 NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET DES TRAVAUX

4.1 RUBRIQUES APPLICABLES

Au titre de l'article R214-1 du Code de l'environnement, les ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin peuvent être soumis, soit à autorisation, soit à déclaration en fonction du montant estimatif des travaux :

Rubrique	Intitulé abrégé	Régime
4.1.2.0. Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu	1° D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros	Autorisation
	2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros	Déclaration

Les travaux effectués, compte tenu de leur montant inférieur à 160 000 euros TTC, seront soumis à la réalisation d'un dossier de déclaration.

Compte tenu de la nature des travaux (création d'un ponton), un dossier d'examen au Cas par Cas est nécessaire.

4.2 DÉTERMINATION DE L'IMPLANTATION DU PONTON

Au-delà des postulats cités au paragraphe précédents, il y a lieu de tenir compte également :

- De l'orientation de la houle et de la longueur du navire de projet.

  Pour la houle / deux houles sont susceptibles d'atteindre la zone du proton :

  → **Houle de direction N 70 (Est)** peu fréquente sur la période de mai à octobre, même si observée en mai, septembre et octobre (Beaufort 4),

  → **Houle de direction N 270 (Ouest)** fréquente sur la période de mai à octobre (Beaufort 4)

  Il conviendra donc que **le navire accoste en longside** au ponton pour un maintien assuré et une facilité d'accostage ;
- De la profondeur minimale dans la zone d'accostage **qui est de 1,50 m** selon le navire du projet du Maître d'Ouvrage ;
- **D'un minimum de 7 mètres de longueur d'accostage** pour un navire de projet de 11/12 mètres ;
- **D'une approche au littoral dans une veine d'eau suffisante ;**
- **D'une largeur** de confort **de 2 mètres** ;
- D'une optimisation de sa longueur (solidité et coûts) ;
- D'une adaptation aux ouvrages d'accès terrestres existants.

Ainsi, selon le croquis l'implantation qui a été retenue est **la proposition verte N° 3.**

Coordonnées Lambert 93 des 4 angles du ponton

COORDONNÉES IMPLANTATION PONTON					
	X	Y	Z	Latitude NORD	Longitude EST
A.1	998275.89	6249009.06	+1.00	43° 16' 40.08"	6° 40' 25.13"
A.2	998277.82	6249008.55	+1.00	43° 16' 40.06"	6° 40' 25.22"
A.3	998271.08	6248983.43	+1.00	43° 16' 39.26"	6° 40' 24.87"
A.4	998269.15	6248983.95	+1.00	43° 16' 39.28"	6° 40' 24.78"

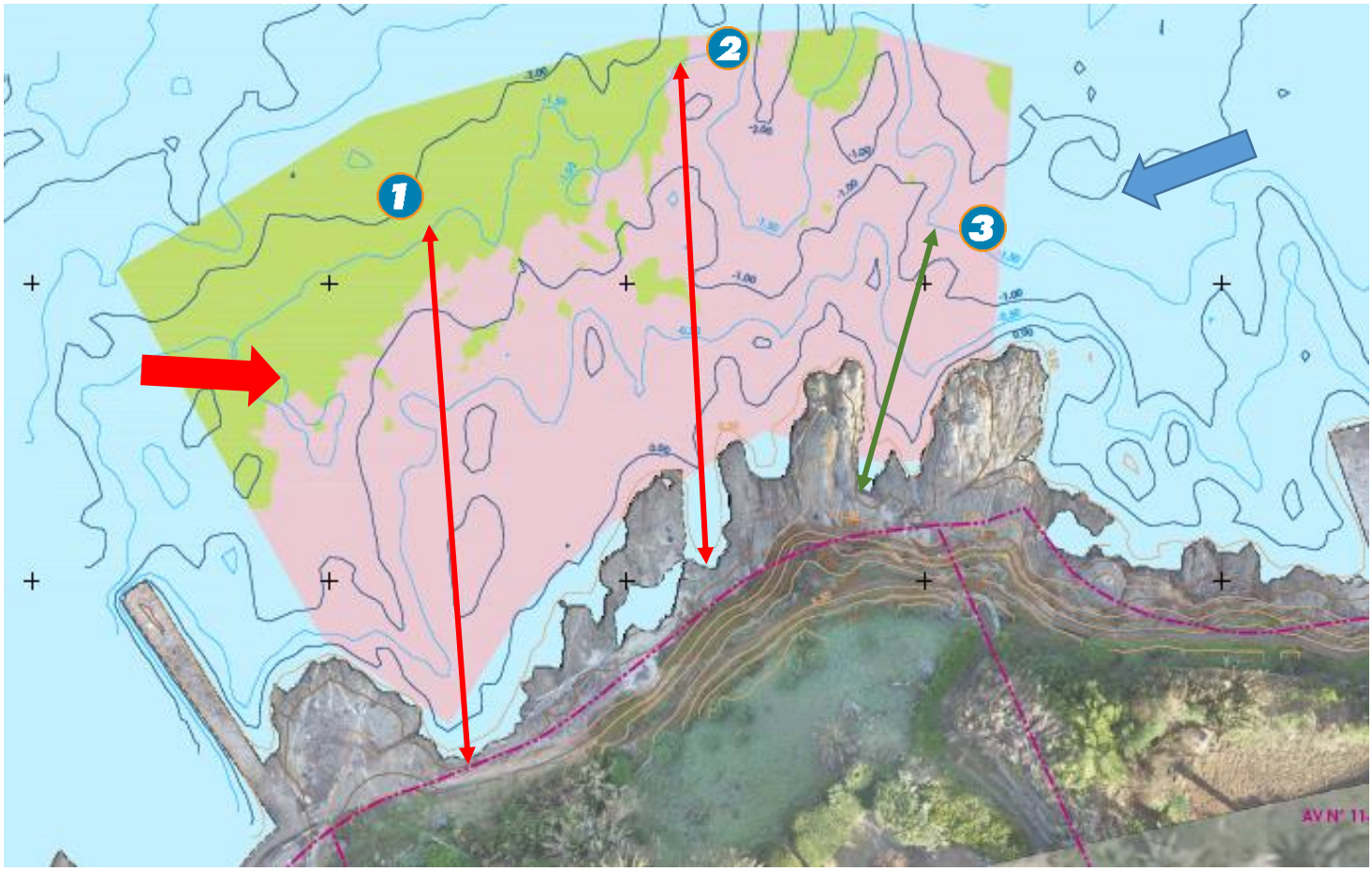


Figure 26 : Plan de recollement relevés bathymetriques et topographiques de SEMANTIC

4.3 LE PROJET DE PONTON

4.3.1 Liminaire

Comme pour la faune et flore, la caractéristique principale du site reste sa complexité architecturale avec des reliefs hétérogènes et une géomorphologie en éperons-sillons générant un mode battu du fluide.

Cette composante géomorphologique a effectivement son importance vis-à-vis de l'agitation du plan d'eau qui implique des diversités spécifiques et fonctionnelles importantes, ce qui évacue la possibilité d'un ponton flottant qui serait amené à « battre » avec des effets de réflexion permanents du clapot dans le canyon.

C'est pourquoi une conception de ponton fixe totalement réversible a été retenue.

4.3.2 Le ponton

Les conditions de houles sont relativement importantes sur la zone de projet même sur la période de mai à octobre.

Houle du large N70°
Hs = 0,6 m U_{vent} = 8 m/s
Hs = 0,8 m U_{vent} = 9 m/s
Hs = 0,9 m U_{vent} = 10 m/s
Vent secteur Ouest à Nord-Ouest
Hs=0.5m U_{vent}=11m/s

Tableau 8 : Houles au droit du ponton

Par ailleurs, le niveau d'eau cumulé marée et surcote liée à la houle, nécessite que l'arase du tablier soit à la cote **+1,00 NGF**.

Néanmoins, pour résister aux conditions de houles au-delà de fréquente il est prévu un platelage a clair vois escamotable est prévu qui facilitera, aussi, le démontage annuel

Vu le contexte proche de Natura 2000, nous proposons une structure bois démontable.

4.3.3 Estimation de l'effort hydrodynamique

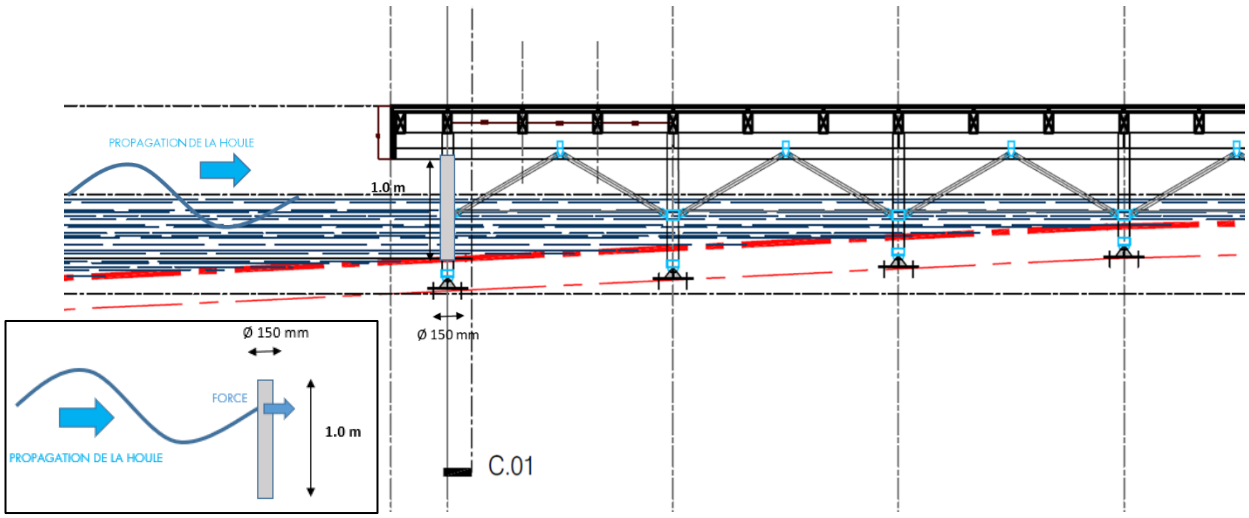


Figure 27 : Schéma de principe de calcul de l'effort de houle sur un élément cylindrique de 1,0 m

A partir de la profondeur et de la hauteur de houle à l'extrémité du ponton, ont été estimés :

- La hauteur maximale H_{max} de la vague la plus importante telle que H_{max} = 1,8 x H_s ;
  NOTA : *un facteur de 1,8 est usuellement employé en grande profondeur. En faible et très faible profondeur où la houle déferle, ce facteur décroit très rapidement. La valeur retenue reste donc conservative.*
- Les vitesses et accélérations orbitales maximales du fluide sont obtenues selon la méthode de calcul analytique du « Coastal Engineering Manual Part II », EM 1110-2-1100 (2013/2015) ;
- Le nombre de Reynolds (Re) et de Keulegan-Carpenter (K_C) afin de fixer les coefficients de trainée (C_d) et d'inertie (C_m) ;
- Les forces de trainée et d'inertie par mètre de pile cylindrique selon la formulation de Morison :

Force de trainée	Force d'inertie
$Fd = \frac{1}{2}\rho_e Cd \cdot D \cdot u(t)^2$	$Fi = \rho_e Cm \cdot S \cdot a(t)$

avec :
D : diamètre de la pile (0.10 m)
S : section de la pile (0.02 m²)
u : vitesse du fluide
a : accélération du fluide
C_d : coefficient de trainée d'un cylindre plongé dans un écoulement fluide oscillant
C_m : coefficient d'inertie d'un cylindre plongé dans un écoulement fluide oscillant
ρ_e : masse volumique de l'eau (1 025 kg/m³)

Les forces maximales de trainée $F_{d\,max}$ et d'inertie $F_{i\,max}$ sont rencontrées respectivement pour les valeurs de vitesse et d'accélération orbitales maximales. Du fait du déphasage de ces deux forces qui sont par définition en quadrature, il y a lieu de considérer que la valeur maximale de la force hydrodynamique qui en résulte est définie par la formule suivante :

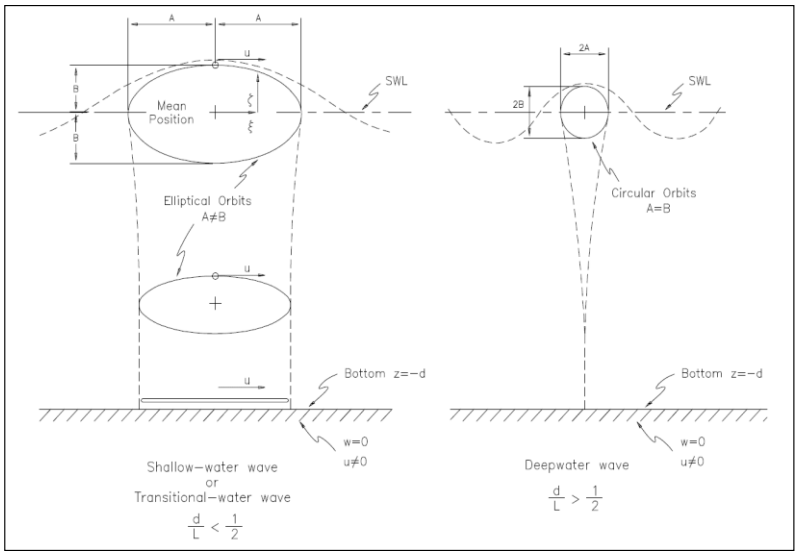
$$F_{max} = \sqrt{F_{d\,max}{}^2 + F_{i\,max}{}^2}$$

Les coefficients C_d et C_m sont fixés selon les nombres Re et K_C pour un cylindre élancé de section circulaire.

Coastal Engineering Manual Part I, EM 1110-2-1100 (2013/2015)

Linear wave theory (Airy)

Relative Depth	Shallow Water $\frac{d}{L} < \frac{1}{20}$ $kd < \frac{\pi}{10}$	Transitional Water $\frac{1}{20} < \frac{d}{L} < \frac{1}{2}$ $\frac{\pi}{10} < kd < \frac{\pi}{2}$	Deep Water $\frac{d}{L} > \frac{1}{2}$ $kd > \frac{\pi}{2}$
1. Wave profile	Same As >	$\eta = \frac{H}{2}\cos\left[\frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T}\right] = \frac{H}{2}\cos\theta$	< Same As
2. Wave celerity	$C = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$	$C = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi}\tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$	$C = C_0 = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi}$
3. Wavelength	$L = T\sqrt{gd} = CT$	$L = \frac{gT^2}{2\pi}\tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$	$L = L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = C_0 T$
4. Group velocity	$C_g = C = \sqrt{gd}$	$C_g = nC = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{4\pi d/L}{\sinh(4\pi d/L)}\right]C$	$C_g = \frac{1}{2}C = \frac{gT}{4\pi}$
5. Water particle velocity (a) Horizontal	$u = \frac{H}{2}\sqrt{\frac{g}{d}}\cos\theta$	$u = \frac{H}{2}\frac{gT}{L}\frac{\cosh[2\pi(z+d)/L]}{\cosh(2\pi d/L)}\cos\theta$	$u = \frac{\pi H}{T}e^{\left(\frac{2\pi z}{L}\right)}\cos\theta$
(b) Vertical	$w = \frac{H\pi}{T}\left(1+\frac{z}{d}\right)\sin\theta$	$w = \frac{H}{2}\frac{gT}{L}\frac{\sinh[2\pi(z+d)/L]}{\cosh(2\pi d/L)}\sin\theta$	$w = \frac{\pi H}{T}e^{\left(\frac{2\pi z}{L}\right)}\sin\theta$
6. Water particle accelerations (a) Horizontal	$a_x = \frac{H\pi}{T}\sqrt{\frac{g}{d}}\sin\theta$	$a_x = \frac{g\pi H}{L}\frac{\cosh[2\pi(z+d)/L]}{\cosh(2\pi d/L)}\sin\theta$	$a_x = 2H\left(\frac{\pi}{T}\right)^2 e^{\left(\frac{2\pi z}{L}\right)}\sin\theta$
(b) Vertical	$a_z = -2H\left(\frac{\pi}{T}\right)^2\left(1+\frac{z}{d}\right)\cos\theta$	$a_z = -\frac{g\pi H}{L}\frac{\sinh[2\pi(z+d)/L]}{\cosh(2\pi d/L)}\cos\theta$	$a_z = -2H\left(\frac{\pi}{T}\right)^2 e^{\left(\frac{2\pi z}{L}\right)}\cos\theta$



Description	1 - Hs, Tp	2 - Hs, Tp	3 - Hs, Tp
Water Depth, d (m)	2.6	2.6	2.5
Wave Period, T (s)	7	7	7
Wave Height, H (m)	1.8	1.8	1.8
Deep water Wavelength, Lo (m)	76	76	76
Wavelength, L (m)	34	34	33
Wave Number, k (=2pi/L)	0.18	0.18	0.19
Depth ratio, d/L	0.08	0.08	0.07
Depth Type	intermediate	intermediate	intermediate
Steepness	0.053	0.053	0.054
Limiting Steepness (deep)	0.142	0.142	0.142
Limiting Steepness (this depth)	0.063	0.063	0.062
H/gT^2	0.004	0.004	0.004
d/gT^2	0.005	0.005	0.005
Theory Check (Manual),see SPM Fig 2.7 and next sheet*	tokes 2nd orde	tokes 2nd orde	tokes 2nd orde
* Note the overlay on the next sheet is approximate only			
Ursell Parameter, HL^2/d^3	119	119	129
Local Vertical Position, z (m)	-2.6	0.0	1.0
Linear Wave Theory Calcs (updated with correct CEM formulas)			
Deep water			
MAX Horizontal Velocity Magnitude (m/s)	0.50	0.81	0.97
MAX Horizontal Acceleration Magnitude (m/s^2)	0.45	0.73	0.87
Intermediate depth			
MAX Horizontal Velocity Magnitude (m/s)	1.62	1.81	2.03
MAX Horizontal Acceleration Magnitude (m/s^2)	1.46	1.63	1.82
Shallow water			
MAX Horizontal Velocity Magnitude (m/s)	1.75	1.75	1.78
MAX Horizontal Acceleration Magnitude (m/s^2)	1.57	1.57	1.60

Les calculs d'efforts induits par la houle se font en profondeur intermédiaire selon la longueur d'onde et la profondeur en extrémité de ponton.

Les valeurs maximales obtenues à 1 m au-dessus du niveau d'eau moyen seront retenues pour le calcul de l'effort linéique hydrodynamique, soit une **vitesse orbitale de 2 $m.s^{-1}$** et une **accélération orbitale de 1.8 $m.s^{-2}$**.

4.3.4 Estimation de l'effort hydrodynamique

METHODE DE MORRISON / COEF. HYDRO. BOUGIS (2014)		
Masse volumique eau de mer (ρ_e)	1 025	kg/m^3
Diamètre du cylindre (pile)	0,17	m
Kc	82,4	
Re	3,40E+05	
β	4 129	
Coefficient de trainée d'un cylindre (C_d)	1,3	
Coefficient d'inertie d'un cylindre (C_m)	6,9	
Application de la trainée (D)	0,225	m
Application de l'inertie (S)	0,0	m²
Vitesse orbitale maximale	2,0	m/s
Vitesse du courant locale maximale	0,0	m/s
Vitesse totale d'écoulement (u)	2,0	m/s
Accélération totale d'écoulement (a)	1,8	m/s²
Force linéique de trainée (Fd)	587	N/ml
Force linéique d'inertie (Fi)	287	N/ml
Force linéique totale	**0,65**	**kN/ml**

Dans une première approche, l'effort a été estimé sur un poteau de section circulaire équivalent au poteau 175*175.

Il a donc été considéré un poteau de section Ø200 dont la section est équivalente à un poteau de section carré de 175*175.

Dès lors, l'effort linéique dimensionnant induit par la houle sur un poteau de section 200*200mm est donc estimé à **650 N/ml**.

Compte tenu du niveau d'incertitude sur la direction résiduelle de la houle et des courants orbitaux lié au contexte morphologique du site, il sera retenu à ce stade de l'étude un effort non pondéré de 1000 N/ml de poteau. (100 daN/ml) pour des poteaux Ø 200.

4.3.5 Justification des fondations du ponton

4.3.5.1 Contexte géotechnique

Le contexte géologique du Cap Saint Pierre à Saint-Tropez se caractérise par un substratum Gneissique migmatique (zone rose rayée).

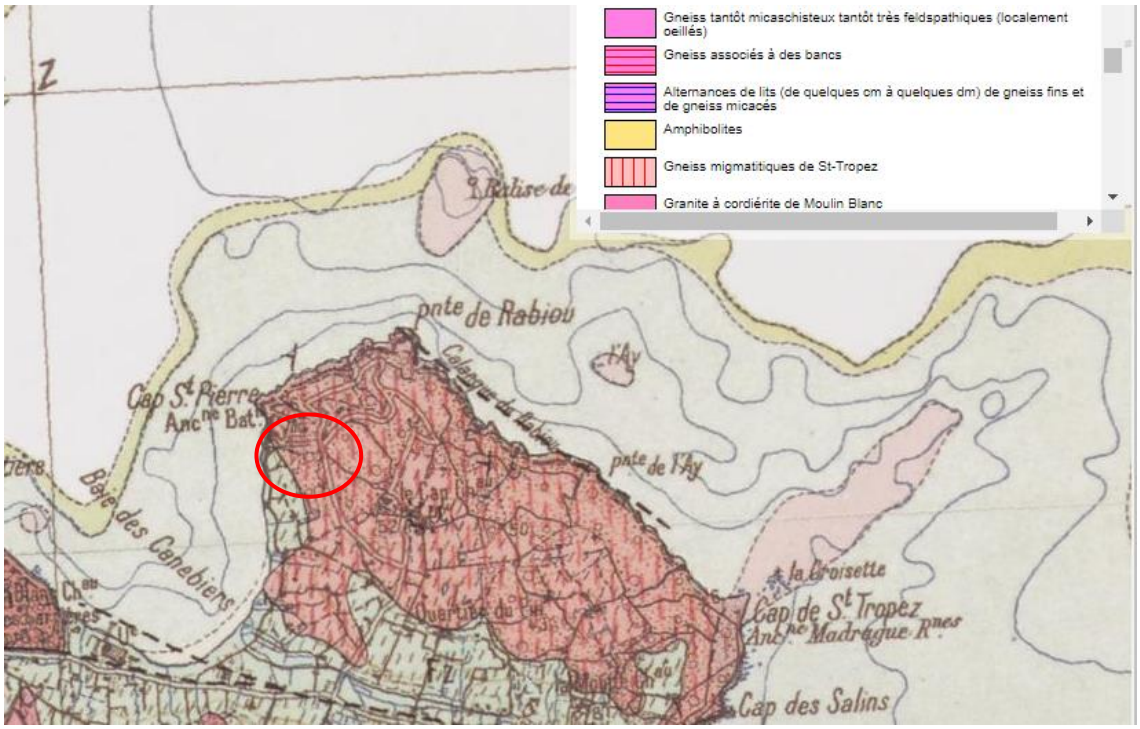


Figure 28 : Extrait de la banque de données du sous-sol @ Info Terre BRGM

La zone d'étude est faiblement pentée et pourvue d'affleurement gneissique avec de faible couche de sables grossier voir des graviers

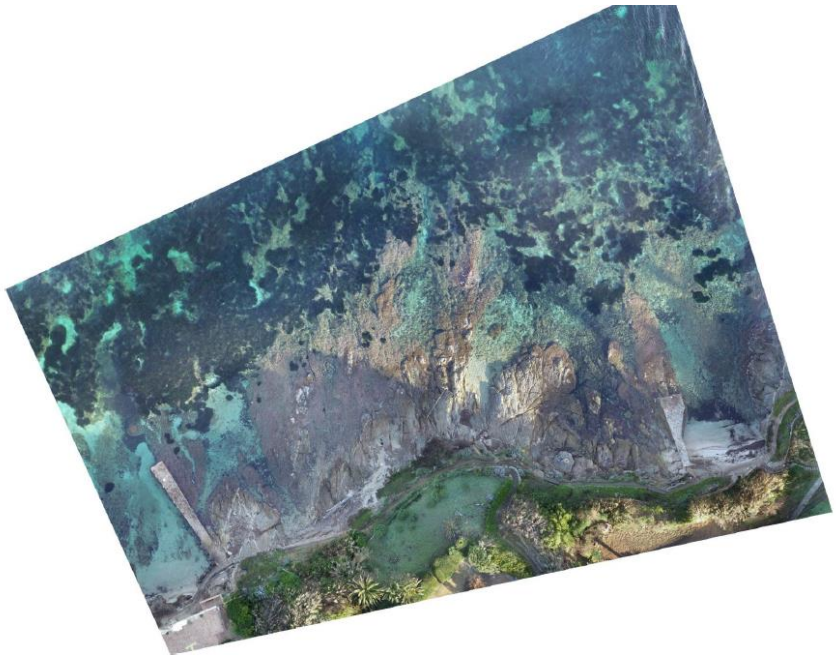


Figure 29 : Montage vue drone de 2022

Ce que confirment les lançages que nous avons réalisés sur zones mettant en évidence la présence de substrat dur (Gneiss) sous une couche de sable inférieure à 1,0 m.

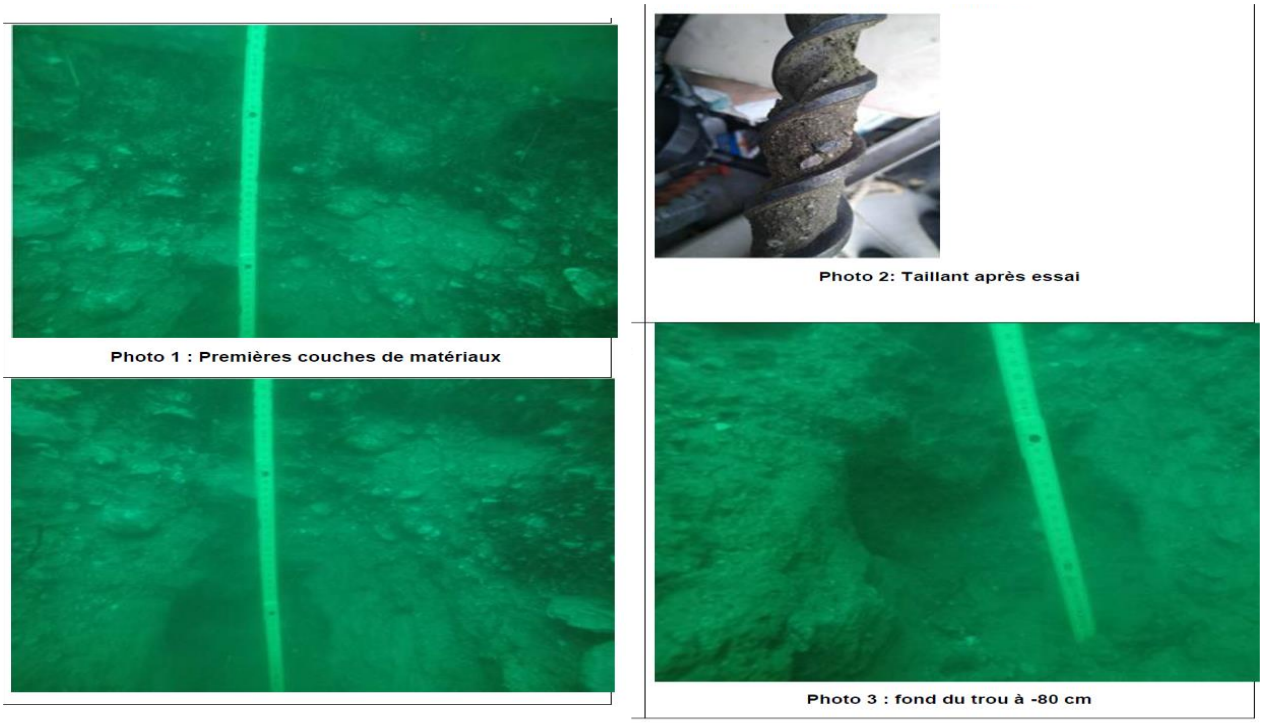


Figure 30 : Photos sondages à la lance mission 1

Nous ferons donc l'hypothèse de la présence de Gneiss à faible profondeur sous une couche de sable.

Les rochers Gneissiques peuvent avoir des portances de plusieurs dizaines de bars. À ce stade, et de façon sécuritaire, nous considèrerons que le Gneiss a une **résistance d'environ 10 bars soit 1 MPa**.

4.3.5.2 Efforts appliqués

- Poids propre des éléments du ponton,
- Chargement d'exploitation : 2,5 kN/m^2,
- Amarrage: 500 kg/ml (ponton d'about),
- Accostage accidentel : non pris en compte
- Neige (sans objet) : ouvrage destiné à être monté et démonté entre le 15 avril et le 15 octobre chaque année,
- Vent : 11 m/s,
- Poussée hydrostatique : 2,2 kN environ 50 cm sous le niveau moyen de la mer,
- Charge hydrodynamique 100 daN/ml par poteau.

4.3.5.3 Principe constructif

Un ponton est composé d'une série de portique comprenant deux poteaux et un treillis de poutres permettant :

- D'encaisser la charge du platelage,
- D'assurer le contreventement de l'ouvrage,
- De redescendre la charge sur les fondations.

L'idée générale sera de fonder le ponton par l'intermédiaire de poteaux qui seront implantés sur le substratum gneissique qui encaissera les efforts.

La transmission des efforts au rocher se fera par l'entremise d'une platine métallique scellé au moyen de tiges filetées.

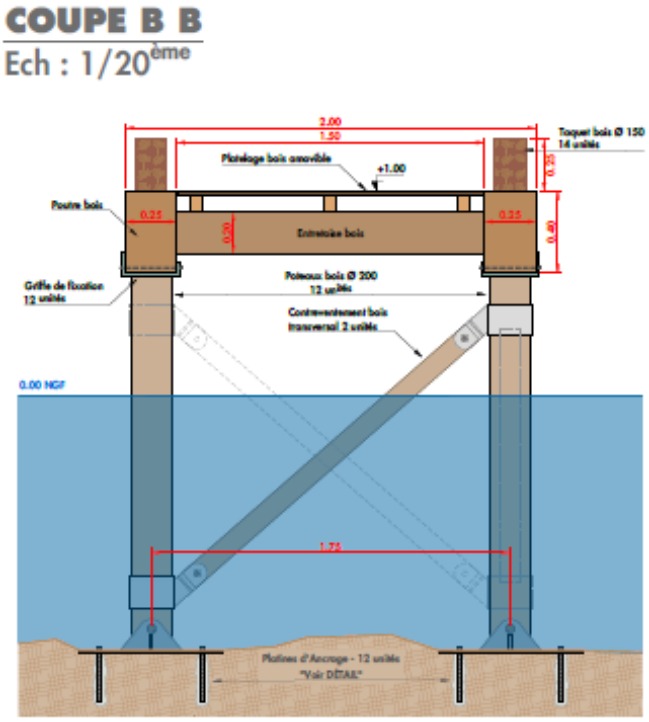


Figure 31 : Vvue d'un portique et de sa fixation

4.3.5.4 Descente de charge

Les charges à reprendre par les fondations de l'ouvrage sont de deux ordres :

- Les charges permanentes liées au poids propre des éléments structuraux ;
- Les charges d'exploitation qui sont principalement de deux types :
  - Les surcharges sur le ponton,
  - Les efforts liés à l'action de l'eau,
  - Les efforts d'amarrage.

Le poids propre d'un portique en bois de 2 m de portée pour une hauteur d'environ 2,5 m peut être estimé à environ **314 kg** en considérant :

- Les sections de poutres 70 * 300,
- Les sections de poteaux 200 * 200,
- Une densité de 1,3 pour le bois (bois type IPE ou AZOBE).

Le platelage est considéré comme ajoutant un poids propre d'environ 20 kg/m².

L'espacement des portiques est fixé à 4 m.

Le poids propre de platelage repris par chaque portique est de **480 kg**.

La charge permanente du portique sur ces fondations est donc de 790 kg # **800 kg**. L'ouvrage étant parfaitement symétrique, on considèrera un effort équiréparti entre les deux fondations.

Chaque fondation devra donc reprendre un 400 kg # **400 daN de poids propre.**

La surcharge d'exploitation du ponton est fixée à 250 kg/m². Chaque portique reprendra donc **2 tonnes**. Une fois encore à ce stade, il est considéré une équirépartition des efforts ce qui engendre une charge d'exploitation de 1 tonne, soit **1000 daN par fondation**.

La charge de houle sera considérée à 100 daN/ml, soit environ **250 daN d'effort horizontal**. A ce chargement on ajouter un possible déphasage de la houle qui engendrerait une pression hydrostatique d'environ **22 kN** également horizontal.

4.3.5.5 Efforts

Pour déterminer les réactions aux appuis, ainsi que la répartition des moments dans la structure, nous avons réalisé un modèle à barre, d'un portique du ponton.

Noeud	X [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0,0	0,0		
2	0,0	1,50		
3	2,00	0,0		
4	2,00	1,50		
5	2,00	0,75		
6	2,00	1,40		
7	2,00	-1,00	bbl	Rotule
8	0,0	-1,00	bbl	Rotule

Sur cette structure, les efforts suivants ont été appliqués :

	Cas	Type de charge	Liste
	1	poids propre	1A5
	2	charge uniforme	3
	2	force nodale	
	3	force nodale	4
	4	force nodale	5
	9	force nodale	6

Et les combinaisons correspondantes :

Combinaison	Définition
5 (C)	(1+2+9)*1.35+3*1.50
6 (C)	(1+2+9)*1.35+4*1.50
7 (C)	(1+2+3+9)*1.00
8 (C)	(1+2+4+9)*1.00
10 (C)	(1+9)*1.35+3*1.50
11 (C)	(1+9)*1.35+4*1.50
12 (C)	(1+9+3)*1.00
13 (C)	(1+4+9)*1.00

Ceci a permis de déterminer les extrêmes locaux et les réactions aux appuis.

Repère global - Cas: 1A13 15 16 18 19

	FX [kN]	FZ [kN]	MY [kNm]
MAX	174,31	547,09	0,00
Noeud	8	8	7
Cas	5 (C)	5 (C)	10 (C)
MIN	-7,27	-409,19	-0,00
Noeud	7	7	7
Cas	2	10 (C)	6 (C)

On note donc que les platines de pied sont soumises aux efforts suivants à l'ELU :

- Cisaillement 174 kN à l'ELU,
- Soulèvement 547 kN à l'ELU,
- Compression 409 kN à l'ELU.

4.3.5.6 Dimensionnement des platines

Le dimensionnement des platines se fait, à ce stade, sur la base des efforts calculés précédemment.

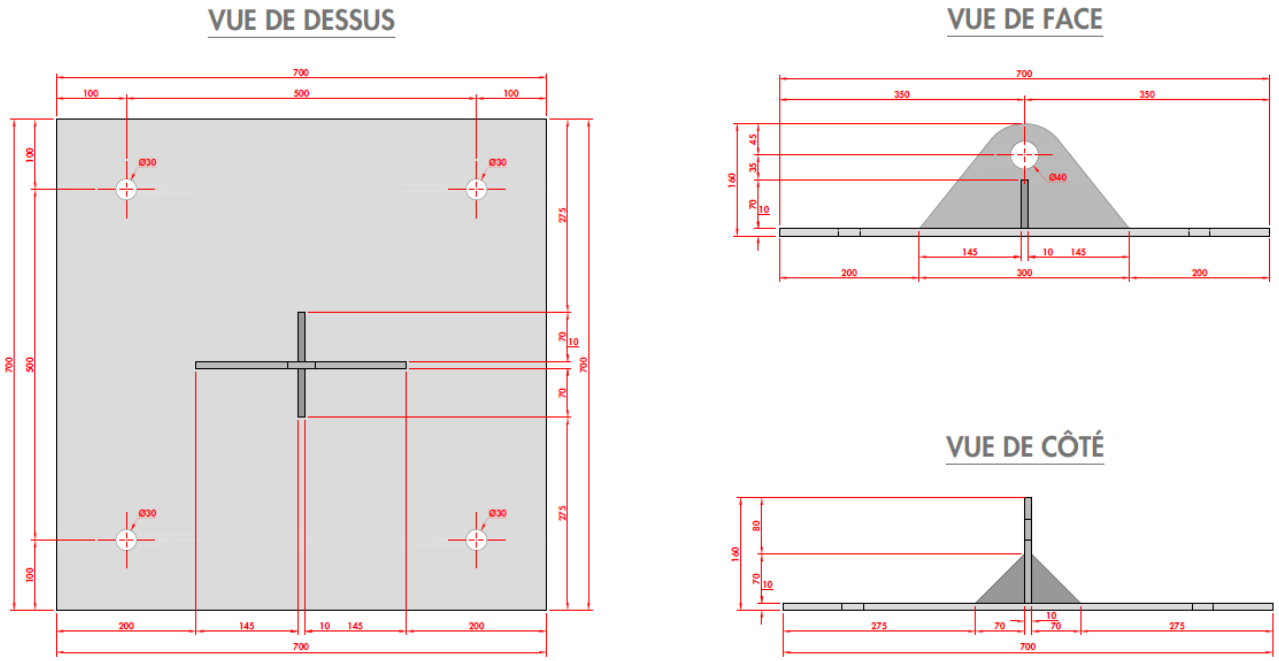


Figure 32 : Détails platine de cellement sur le fond. @ CORINTHE Ingenierie

Du fait des chargements appliqués et du caractère centré de la charge sur la platine, la condition de non-basculement est de facto vérifiée.

Il convient dès lors de vérifier la capacité du sol de fondation à encaisser la charge.

La platine a une forme carrée de 70 cm de côté. Sa surface est donc de 0,49 m².

État limite	Valeur de l'effort vertical
ELU	409 kN

Pour rappel, l'hypothèse prise en compte pour le rocher de fondation est une capacité de 1 MPa.

Il sera donc vérifié que :

- La contrainte appliquée à l'ELU reste inférieure à 1 MPa.

Il est considéré que la platine est en contact parfait avec le sol et qu'elle est suffisamment rigide pour ne pas se déformer.

Etat limite	Valeur de l'effort vertical	Contrainte appliquée
ELU	409 kN	0,834 MPa

La fondation sur platine ponctuelle est donc bien vérifiée.

4.3.5.1 Dimensionnement des tiges filetées

Les tiges filetées seront soumises à un effort de cisaillement principalement, dont la charge à l'ELU sera de **174 kN**.

Conformément à l'article 3.6.1 de l'Eurocode NF EN 1993-1-8, il apparait que la résistance au cisaillement doit être vérifiée tel que suit :

Résistance au cisaillement par plan de cisaillement	$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \, f_{ub} \, A}{\gamma_{M2}}$$ — lorsque le plan de cisaillement passe par la partie filetée du boulon (A est l'aire de la section résistante en traction du boulon A_s) : - pour les classes 4.6, 5.6 et 8.8 : $\alpha_v = 0,6$ - pour les classes 4.8, 5.8, 6.8 et 10.9 : $\alpha_v = 0,5$ — lorsque le plan de cisaillement passe par la partie non filetée du boulon (A est l'aire de la section brute du boulon) : $\alpha_v = 0,6$

γ_{M2} = 1.25 (cf. NF EN 1993-1-8/NA clause 2.2(2))

On en déduit donc que la résistance au cisaillement de la tige filetée sera d'au moins :

	cisaillement	
diamètre	30	mm
section	0,00071	m²
section résistante As	0,00056	m²
classe	8,8	
limite élastique	640	MPa
résistance ultime fub	800	MPa
Fv,rd	0,27143	MN
	271,434	kN

La résistance unitaire de chaque tige filetée au cisaillement sera d'au moins 271 kN.

En considérant que seules deux tiges filetées sur les 4 installées seront fonctionnelles, le facteur de sécurité est donc d'environ 3.

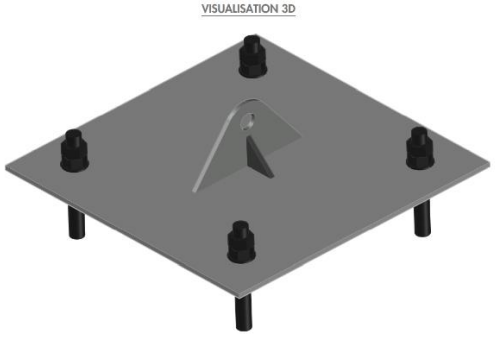


Figure 33 : Visualisation de la platine

Les tirants d'ancrage seront de type barres autoforantes de Ø 30 longueur de scellement 1,20 dans le sol dur.

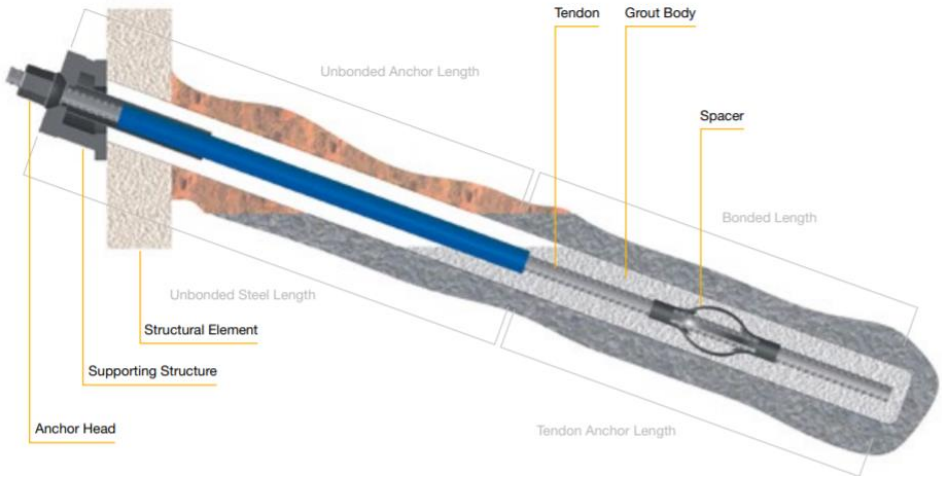


Figure 34 : Barre autoforante

Cet ancrage est confirmé en se basant sur des paramètres de sol standard en conformité avec l'Eurocode 7, **seul un tirant d'essai permettait de déterminer la valeur de calcul de la résistance.**

4.3.6 Pièces métalliques

Deux pièces métalliques (inox 316 L) sont prévues :

- Les platines de scellement sur le fond avec les ancrages (permanent),
- Les coulisses des béquilles. Sur la dernière travée, les béquilles seront fixées aux poteaux par des coulisses inox.

4.3.7 Agrès

Les agrès et équipements du ponton sont les suivants :

- Taquet d'amarrage bois (plongement poteau)
- Échelle d'accès à la mer et de survie,
- Bouée de survie.

4.3.8 Contraintes d'exploitation

Cet appontement sera installé en période d'exploitation (d'avril à octobre) et retiré en période hivernale.

L'entretien annuel sera :

- Lavage après démontage et stockage aligné,
- Graissage des inserts de vissage immergé et laissés au fond,
- Vérification du couple de serrage au montage.

4.4 Durée d'utilisation de projet

La durée de l'AOT visée est de 5 ans.

Nota : La réglementation permettrait un ajustement des charges climatiques, en fonction de la probabilité de dépassement au cours d'une année (période de retour).

Cependant, à ce stade, aucune minoration n'est réalisée afin d'assurer une sécurité maximale et d'ouvrir la porte à une utilisation plus longue.

4.5 Propriétés des matériaux

4.5.1 Densité

Pour le calcul des charges liées au poids propre des éléments, on utilise la densité donnée par le CIRAD :

Tableau 9 : Tableau des essences @ fiches « Tropix

Éléments	Essence	Densité moyenne à 12% d'humidité	Écart type	PSF	Hypothèse Hmax projet	Masse volumique (Kg/m3)
Lame de platelage, Lambourdes	Ipé	1,04	0,09	20%	20%	1 065
Solives et poutres principales	Badi / Bilinga	0,76	0,07	25%	25%	800
Poteaux	Azobé	1,06	0,04	28%	50%	1 290

4.5.2 Humidité

Le bois est un matériau hygroscopique. Il est susceptible de perdre ou de reprendre de l'humidité en fonction de la température et surtout de l'humidité relative de l'air ambiant.

Pour les éléments du ponton, on considère un taux d'humidité d'équilibre à 30% max.

Pour les parties immergées (poteaux), ce taux peut être supérieur.

Voir tableau ci-dessus pour les hypothèses Hmax projet.

4.5.2.1 Classe d'emploi

Tous les éléments bois du projet devront satisfaire à la classe d'emploi 5 : bois immergé ou partiellement immergé dans l'eau salée ou saumâtre.

Nota : les essences retenues pour le projet (Ipé, Bilinga, Azobé*) sont naturellement durables en classe d'emploi 5 sans traitement.

** Pour une utilisation en milieu marin tempéré ou froid*

4.5.2.2 Classe de service

Tous les éléments bois du projet sont considérés en classe de service 3, telle que définie dans l'EN 1995-1-1 (Conditions climatiques amenant des humidités supérieures à 20%.).

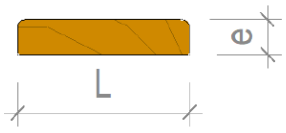
4.5.3 Propriétés mécaniques

Tableau 10 : Source : NF B 52-001 – Annexe B (normative) – classement visuel des bois tropicaux

Éléments	Essence	Classement visuelle	Clase de résistance	Provenance
Lame de platelage, Lambourdes	Ipé	HSR	D50	Amérique du Sud
Solives et poutres principales	Badi / Bilinga	HSR	D35	Afrique
Poteaux	Azobé	HSR	D50	Afrique de l'Est

4.5.4 Vérification des sections

4.5.4.1 Lames de platelage



Essence : Ipé

Section prévue : 27x145mm

Classe de résistance mécanique : D50 *selon NFB52-001*

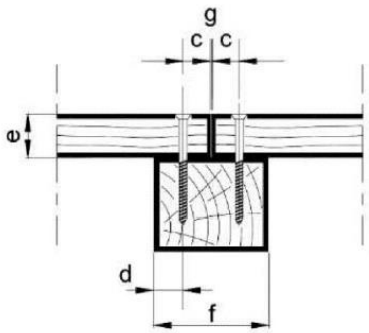
Vérification des limites d'élancement L/e = 5,37 < 7 OK

(DTU 51.4)

Prédimensionnement *selon DTU 51.4 : Tableau 15 « Lames – sollicitations 3 »*

Rappel calculs fondé sur :

- Catégorie D1 (Selon Eurocode 1 Partie 1-1)
- Charge uniformément repartie 2.5 kN/m²
- Charge concentrée 1.25 kN en long terme
- 3 appuis
- Flèche totale finale 5 mm



Epaisseur (mm)	Largeur (mm)	Entraxe des appuis de lames (lambourdes ou supports linéaires) (mm)				
		C18/D18	C24/D24	D30	D40	D50
21 à 23	90	Non retenu	Non retenu	Non retenu	Non retenu	Non retenu
	120	Non retenu	Non retenu	Non retenu	320	400
	140	Non retenu	Non retenu	Non retenu	370	460
24 à 27	90	Non retenu	Non retenu	Non retenu	300	380
	120	Non retenu	Non retenu	300	400	510
	140	Non retenu	Non retenu	350	470	550
28 à 32	90	Non retenu	Non retenu	300	400	500
	120	Non retenu	320	400	530	610
	140	Non retenu	370	470	620	640
33 à 39	90	Non retenu	320	400	540	650
	120	320	430	540	700	720
	140	380	500	630	740	760
40 à 45	90	340	460	570	760	790
	120	460	610	760	850	870
	140	530	710	850	900	920

NOTE : Afin d'effectuer un dimensionnement de lames de platelage sur 2 appuis, une réduction de 15 %. Doit être appliquée pour chaque valeur maximale d'entraxe de supports (lambourdes ou autres).

Les lames de platelage doivent être supportées tous les 550 mm maximum sur 3 appuis (= entraxe des lambourdes).

4.5.5 Lambourdes

Essence : Ipé

Entraxe courant : 550 mm max

Portée (entre solives) = 1333 mm (sur 4 appuis)

Section prévue : 70 x 80mm

Classe de résistance mécanique : D50 *selon NFB52-001*

Largeur minimum (dispositions constructives) >68mm *(DTU 51.4)*

4.5.6 Synthèse

la géométrie du ponton précisée les sections nécessaires pour les pièces de bois sont :

Tableau 11 : Sections estimées des sructures bois

Sections (mm)	Poteaux	Béquilles	Poutres	Entretoises	Lambourdes	Platelage
Phase ESQ	Ø 200	Ø 80	400*250	200*80	70*40	27*145

Cette note sera mise à jour et complétée en phase EXE pour continuer de coller au plus près à la réalité de l'ouvrage.

4.6 INSERTION DANS LE SITE

L'intégration dans le paysage est assurée par la conception de l'ouvrage et la nature des matériaux (bois) répondant aux contraintes d'un site Natura 2000.

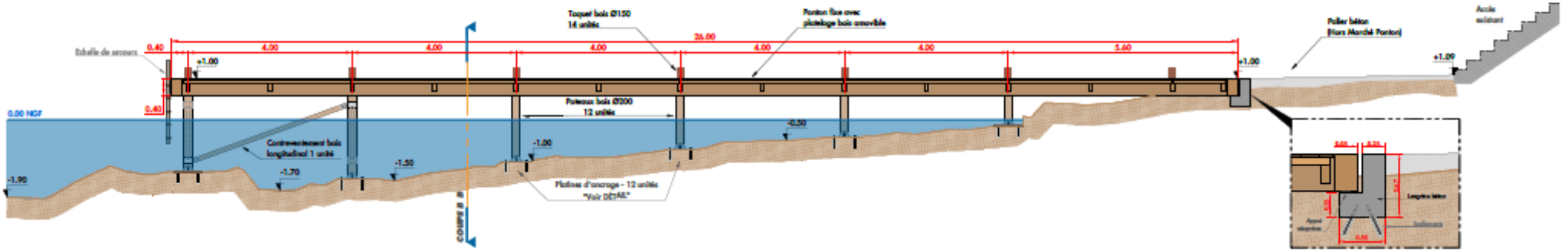
La conception du ponton est également adaptée à la ligne de côte du site. Elle est adaptée afin d'atteindre un tirant d'eau en eau basse de 1,50 mètre avec un mode de fondation capable de supporter les phénomènes d'actions naturelles en fonction des conditions océanographiques de la zone.

Les poteaux n'auront aucun impact sur les herbiers de Posidonies, même si pour les derniers pieux, la cote des 10 mètres de protection recommandée par le SDAGE ne sont pas respectés. En effet cette dérogation est nécessaire pour atteindre un tirant d'eau en eau basse de 1,10 mètre.

Pour donner une approche de son intégration dans le paysage au Maître d'Ouvrage et pour satisfaire aux contraintes Natura 2000 (mission 3 « dossiers réglementaires), nous présentons ci-dessous les images d'intégration du projet de ponton.

NOTA :
- Les plans sont donnés à titre indicatif,en aucun cas de documents d'exécution.

COUPE A A
Ech : 1/75ème



INSERTION PAYSAGÈRE

PHOTO 1

EXISTANT

PROJET

VILLA SHANGRI LA
Impasse du Cap
83 990 SAINT TROPEZ
Représentée par Mr Martin BOUYGUES

INSTALLATION D'UN PONTON D'ACCOSTAGE
Mission Maîtrise d'Œuvre
INSERTIONS PAYSAGÈRES MISSION 3

COR-078-21-REG-PHOT-01-0
Dessin : FVI | Affaire : CORMB 78-2021
Contrôle : JMP | Echelle : -
Appro : SLE | Page : 02/04 | Ind: 0

CORINTHE INGÉNIERIE

Ces documents sont confidentiels et destinés à l'utilisation exclusive de ses destinataires. Ils peuvent contenir des informations protégées par des droits de propriété intellectuelle. Toute utilisation de ces documents non conforme à leur destination, toute reproduction, toute diffusion, sous quelque publication, totale ou partielle, sur internet, sans l'autorisation expresse de Corinthe Ingénierie. Copyright©CORINTHE Ingénierie. Tous droits réservés.

INSERTION PAYSAGÈRE

PHOTO 2

EXISTANT

PROJET

VILLA SHANGRI LA
Impasse du Cap
83 990 SAINT TROPEZ
Représentée par Mr Martin BOUYGUES

INSTALLATION D'UN
PONTON D'ACCOSTAGE
Mission Maîtrise d'Œuvre
INSERTIONS
PAYSAGÈRES MISSION 3

COR-078-21-REG-PHOT-01-0
Dessin : FVI | Affaire : CORMB 78-2021
Contrôle : JMP | Echelle : -
Appro : SLE | Page : 03/04 | Ind: 0

CORINTHE INGÉNIERIE

Ces documents sont confidentiels et établis à l'attention exclusive de ses destinataires. Ils peuvent contenir des données protégées par des droits de propriété intellectuelle. Toute diffusion de ces documents non conforme à leur destination, toute reproduction, toute diffusion ou toute publication, totale ou partielle, est interdite, sauf autorisation expresse de Corinthe Ingénierie. Copyright©CORINTHE Ingénierie. Tous droits réservés.

INSERTION PAYSAGÈRE

PHOTO 3

EXISTANT

PROJET

VILLA SHANGRI LA
Impasse du Cap
83 990 SAINT TROPEZ
Représentée par Mr Martin BOUYGUES

INSTALLATION D'UN PONTON D'ACCOSTAGE
Mission Maîtrise d'Œuvre
INSERTIONS PAYSAGÈRES MISSION 3

COR-078-21-REG-PHOT-01-0
Dessin : FVI | Affaire : CORMB 78-2021
Contrôle : JMP | Echelle : -
Appro : SLE | Page : 04/04 | Ind: 0

CORINTHE INGÉNIERIE

4.7 PHASAGE DE RÉALISATION

Phase 0 : Période de préparation d'installation de chantier

Durant la phase de préparation de chantier, l'entreprise de travaux retenue aura à charge, parallèlement à la réalisation des études d'exécution, de s'occuper de l'obtention de toutes les autorisations administratives nécessaires à la réalisation des travaux, tels que les arrêtés municipaux autorisant la circulation des engins dans la Commune, interdisant le stationnement des usagers sur certaines zones, la réalisation des DICT, etc.

Une fois cette étape finalisée, l'entreprise pourra installer sa zone de chantier, la sécuriser et réaliser les balisages terrestres et maritimes associés (accès, zones de travaux, etc.).

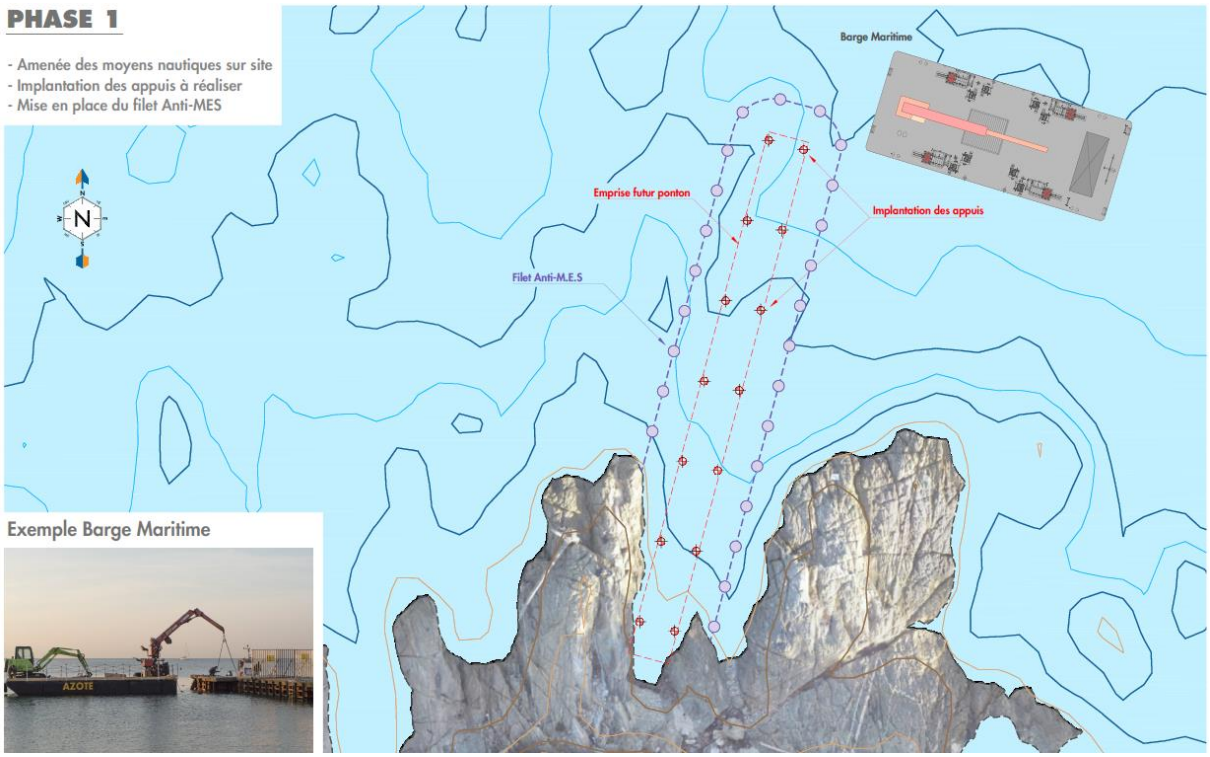
Durant cette phase, il sera réalisé la préfabrication du ponton en atelier ainsi que des platines.

L'objectif est de limiter le temps de travaux sur site et ainsi limiter la gêne pour les riverains.

Phase 1 :

Cette phase consiste en :

- Par un atelier plongeurs : la pose d'un filet anti-MES,
- L'amenée des moyens maritimes,
- L'implantation des pieux.

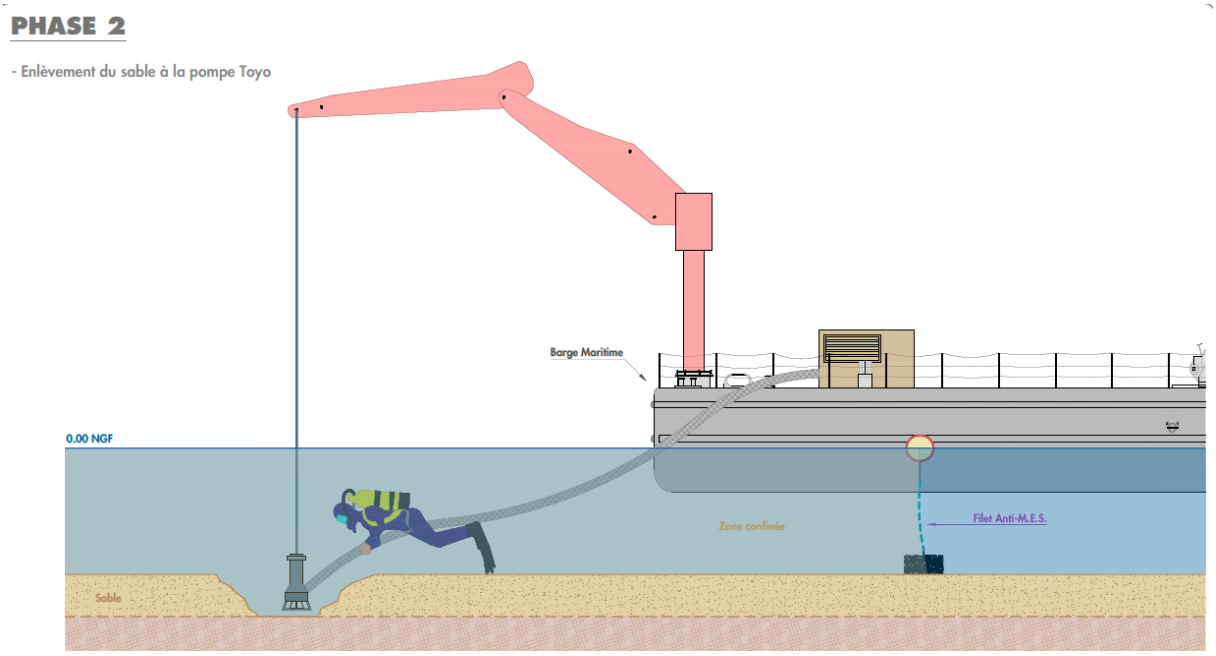


Phase 2 :

Cette phase consiste :

- A l'enlèvement du sable au droit des platines à poser.

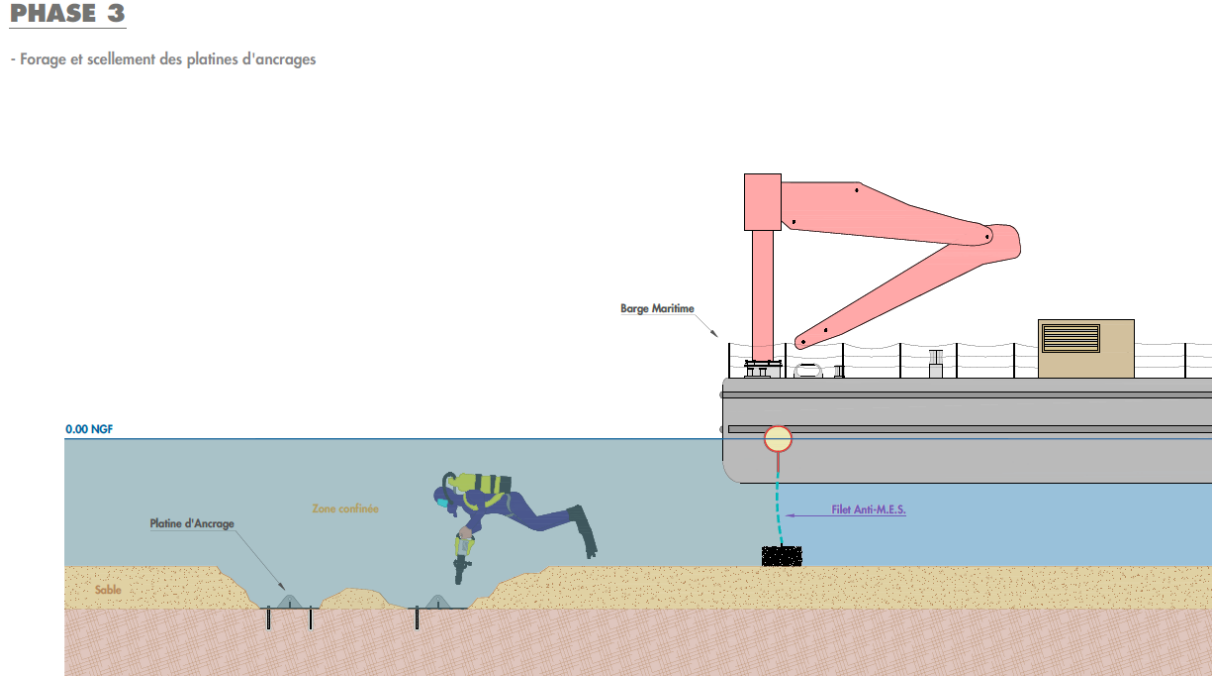
Ce pompage est réalisé dans l'enceinte de confinement anti-turbidité.



Phase 3 :

Cette phase consiste dans :

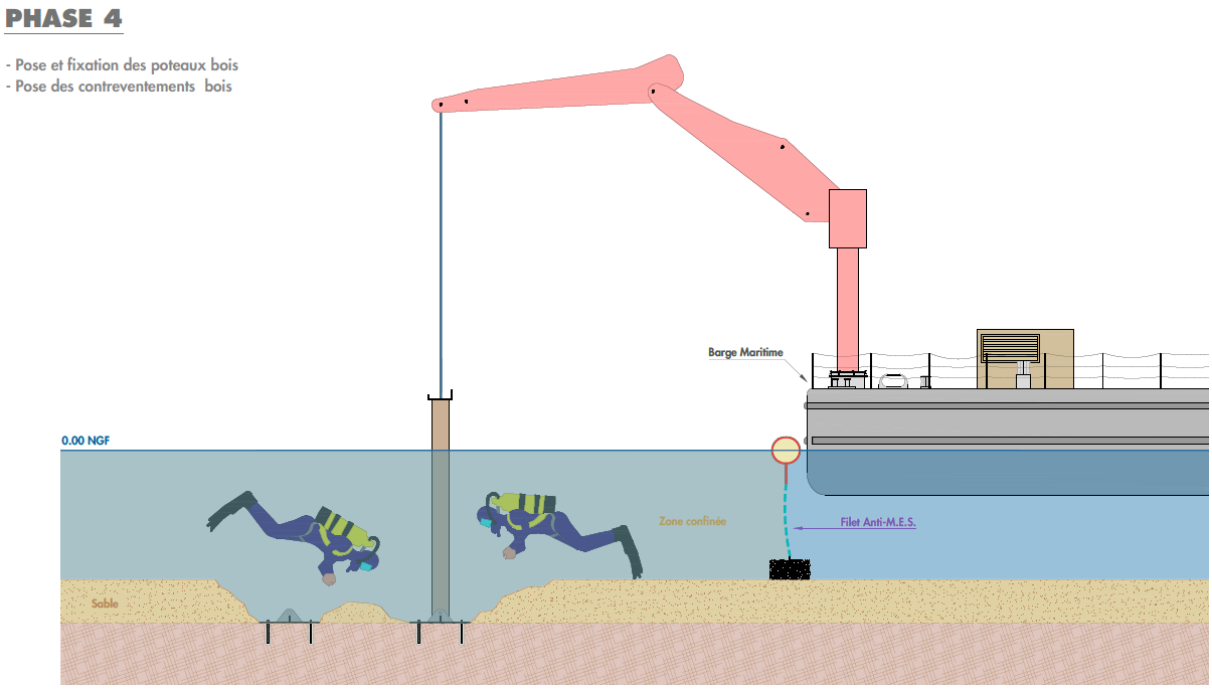
- La mise en place et le scellement des tiges des platines d'ancrage,
- La pose et fixations des platines.



Phase 4 :

Cette phase consiste en :

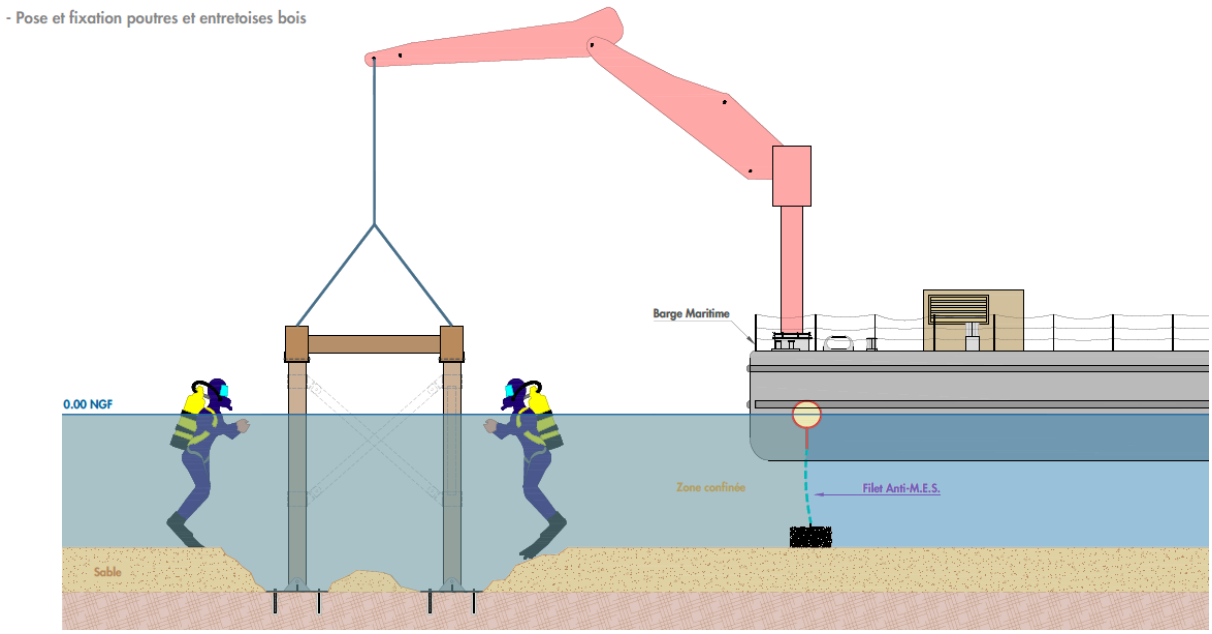
- La pose des poteaux et contreventements,
- La fixation sur les platines d'ancrage.



Phase 5 :

Cette phase consiste en :

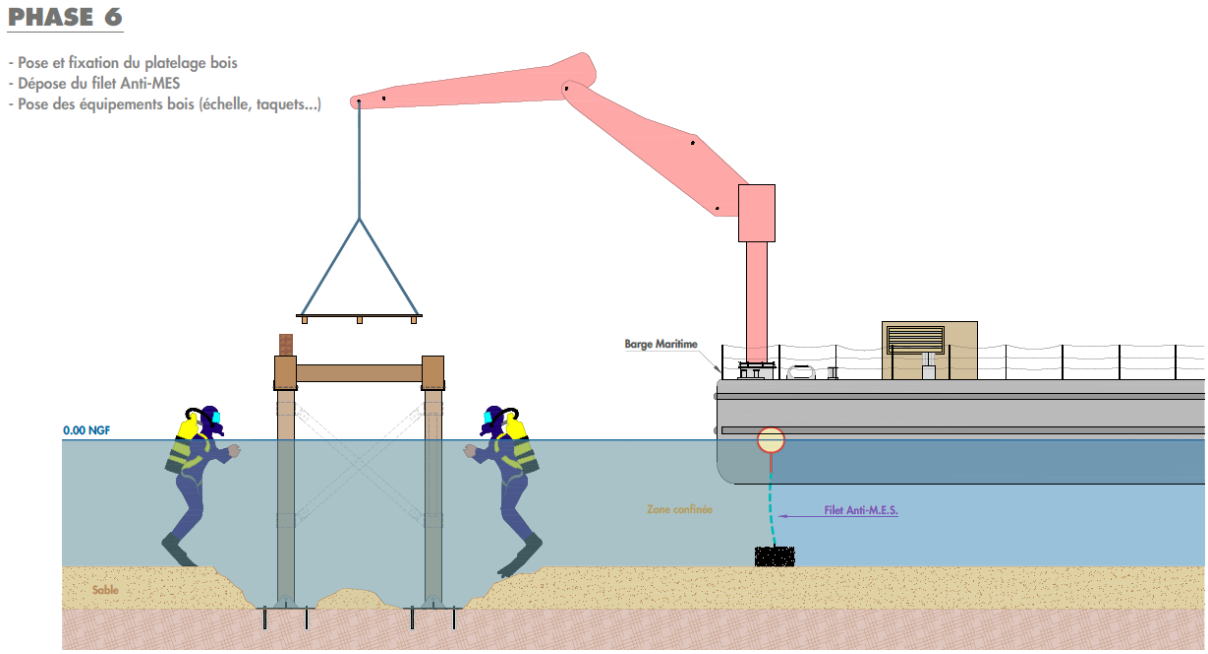
- La pose des poutres longitudinales et entretoises.



Phase 6 :

Cette phase consiste en :

- La pose et fixation platelage bois,
- Dépose du filet Anti-MES,
- Pose des équipements.



4.8 RÉVERSIBILITÉ DU PONTON

Il convient de préciser, à titre liminaire, que l'ouvrage sera démantelé chaque année, après la saison estivale.

L'ensemble des précautions nécessaires permettant de limiter les impacts, tant sur le milieu marin que sur le milieu terrestre et humain, seront observées.

Nous avons donc prévu un système d'assemblage permettant de limiter l'impact du ponton sur le milieu afin de restituer la zone sans impact en saison hivernale.

Pour cela, nous avons conçu un système de platines fixées au fond rocheux qui permettront un accouplement aisé du ponton chaque année.

Au terme de la concession, les platines seront retirées pour restituer le site dans son environnement initial.

L'impact du ponton sera donc extrêmement limité sur les fonds marins et sur son environnement.

Par suite du démontage, nous proposons de réaliser un suivi annuel du milieu marin par une société spécialisée en environnement marin. Cette société réalisera une plongée de reconnaissance pour déterminer l'état de l'environnement marin et de la faune et la flore locale.

L'entretien annuel sera :

- Lavage après démontage et stockage aligné,
- Graissage des inserts de vissage immergés et laissés au fond,
- Vérification du couple de serrage au montage.

4.9 Coûts

4.9.1 Investissements

Le montant des travaux est estimé pour un montant de **206 320 € HT** (Valeur 02/2020 TP 07B) suivant le tableau ci-dessous :

Commune de St Tropez - Mr Martin BOUYGUES

Ponton de service Villa SHANGRI LA

Détail Estimatif Quantitatif - Phase APD/PRO

Plans de références : COR-078-21-PRO-PLAN-02-0

N°	Désignation	U	Qte	PU	Total HT
1	**Travaux préparatoires**				
1 1	Installation de chantier	Ft	1,00	9 500,00	9 500,00
1 2	Études d'exécution	Ft	1,00	10 000,00	10 000,00
1 3	Amenée et repliement de matériels nautiques	Ft	1,00	8 000,00	8 000,00
1 4	Protection et suivi turbidité	Ft	1,00	5 250,00	5 250,00
1 5	Dossier de recollement	Ft	1,00	500,00	500,00
				Sous total : Travaux préparatoires	***33 250,00***
2	**Ponton**				
2.1	**Ponton**				
2 1 1	Platine de fixation avec tirants d'ancrage	u	12,00	4 150,00	49 800,00
2 1 2	Platine de fixation du tablier	u	12,00	1 150,00	13 800,00
2 1 2	Preparation du fond	u	12,00	950,00	11 400,00
2 1 3	Appuis portique bois	u	6,00	7 250,00	43 500,00
2 1 4	Entretoisement panne d'about	Ft	1,00	3 890,00	3 890,00
2 1 5	Tablier	m²	52,00	755,00	39 260,00
2 1 4	Grade greve betion enmarchement	Ft	1,00	4 650,00	4 650,00
				Sous total : Ponton	***166 300,00***
2.2	**Agrés - équipements**				
2 1 1	Echelle bois	Ft	1,00	1 020,00	1 020,00
2 1 2	Chomard bois	u	12,00	450,00	5 400,00
2 1 3	Bouées de survie	u	1,00	350,00	350,00
				Sous total : Agrés - équipements	***6 770,00***
				Sous total : Ponton	***173 070,00***
				Total HT	**206 320,00**
				TVA 20 %	41 264,00
				Total TTC	**247 584,00**

Figure 35 : CAPEX Travaux PRO V00

4.9.2 Coût dépose et repose annuelle

À ce stade de l'étude les coûts d'exploitation et d'entretien annuel pour :

- Dépose et repose,
- Entretien,
- Suivi environnemental.

Commune de St Tropez - Mr Martin BOUYGUES

Ponton de service Villa SHANGRI LA

Frais entretien, dépose et repose annuels - Phase ESQ

Plans de références : COR-078-21-AVP-PLAN-02-0

N°	Désignation	U	Qte	PU	Total HT
1 Dépose , repose et entretien					
1 Prestations annuelles					
1 1	Amenée et repliement de matériels nautiques	Ft	1,00	8 000,00	8 000,00
1 4	Démontage tablier	Ft	1,00	3 850,00	3 850,00
1 5	Démontage appuis	Ft	1,00	6 500,00	6 500,00
1 5	Transport platelage (A/R)	Ft	1,00	1 050,00	1 050,00
1 5	Transport appuis (A/R)	Ft	1,00	1 050,00	1 050,00
1 5	Main d'œuvre d'entretien annuel	Ft	1,00	2 150,00	2 150,00
				Sous total : Prestations annuelles	***22 600,00***
2.1 Fournitures					
2 1 1	Graissage pièces métalliques	Ft	1,00	50,00	50,00
2 1 2	Traitement bois	Ft	1,00	480,00	480,00
2 1 3	Cales de stockage	Ft	1,00	98,00	98,00
2 1 4	Produit de dessalage	Ft	1,00	38,00	38,00
2 1 5	Eau	Ft	1,00	28,00	28,00
				Sous total : Fournitures	***694,00***
				Sous total : Dépose , repose et entretien	***23 294,00***
				Aléas 10%	2 329,40
				Total HT	25 623,40

Figure 36 : CAPEX exploitation

4.10 MÉTHODES COMPENSATOIRES

Dans le cadre du présent projet, l'extrémité de l'appontement se trouvant à moins de 10 mètres de la limite de l'herbier de Posidonies, son influence sera négligeable

Par ailleurs, le site investigué présente des macrodéchets inhérents au projet qui sont prévus d'être enlevés. Ce qui vient compléter le programme de suivi du biotope envisagé.

Commune de St Tropez - Mr Martin BOUYGUES

Ponton de service Villa SHANGRI LA

Estimation frais pourmethodes compensatoires - Phase ESQ

N°	Désignation	U	Qte	PU	Total HT
1 Methodes compensatoires (Provision)					
1 1	Elevement des macrodechets sur la zone	m²	18 000,00	1,00	18 000,00
1 4	Suivi ecologique (P2A)	An	5,00	3 850,00	19 250,00
				Sous total : Methodes compensatoires (Provision)	***37 250,00***
				Total HT	37 250,00
				TVA 20 %	7 450,00
				Total TTC	**44 700,00**

Figure 37 : Estimaion méthodes compensatoires

5 DOCUMENT D'INCIDENCE

Il convient de préciser, à titre liminaire, que les principales incidences négatives du projet sur les différents milieux en présence (terrestres, marins, humains, paysagers) seront observées en phase de travaux, durant la période de chantier.

En phase d'exploitation, cette partie du littoral retrouvera les conditions normales avec les avantages d'une emprise libérée des macrodéchets repérés.

5.1 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1.1 Incidences sur Natura 2000

Le projet se situe hors limite de site Natura 2000, il n'aura pas d'incidences sur le site Natura 2000 de la Corniche varoise qui se situe à environ 3 km. En effet, les impacts des travaux seront cantonnés à l'enceinte du ponton actuel et n'atteindront pas le périmètre de la zone protégée.

Par ailleurs, les travaux n'auront pas d'incidences sur les espèces d'intérêt communautaire citées dans le Formulaire Standard de Données de la zone Natura 2000.

Le projet n'aura pas non plus d'incidences sur le site Natura 2000 de la Plaine et du Massif des Maures, situé à plus de 6km en milieu terrestre.

Les incidences du projet sur ces zones sont présentées dans le formulaire de l'évaluation simplifiée des incidences Natura 2000 joint au présent dossier d'examen au Cas par Cas.

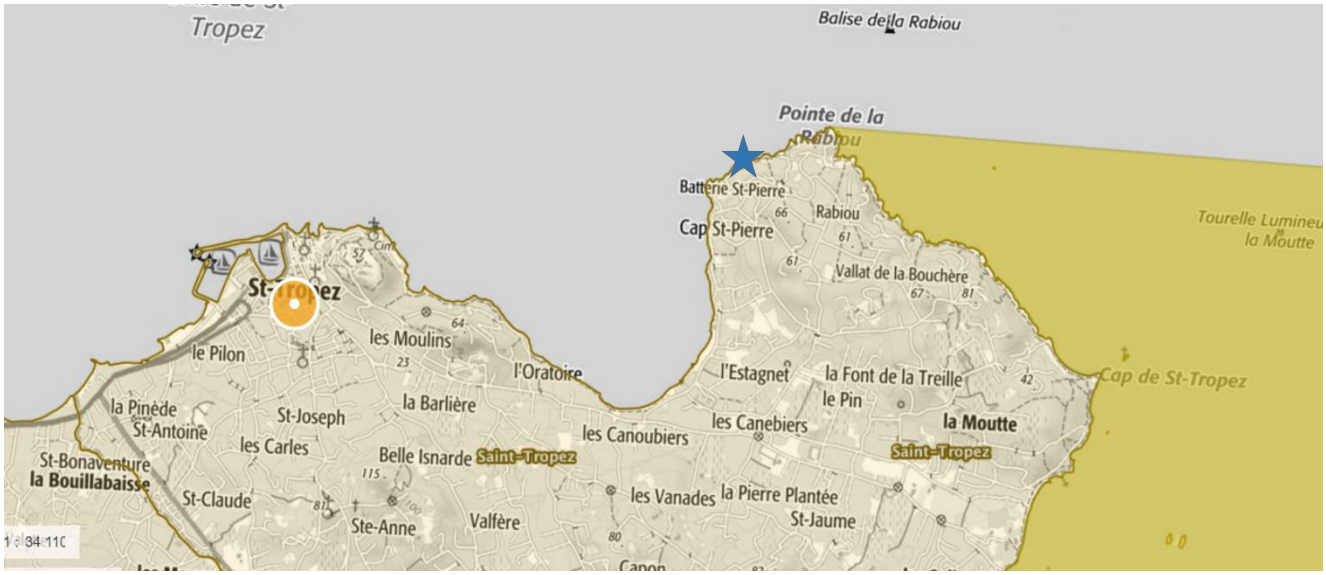


Figure 38 : Identification zone NATURA 2000

5.1.2 Incidences sur le réseau hydrographique

Le projet ne se situe à proximité d'aucun réseau hydrographique. **Le projet n'a donc aucun impact**

5.1.3 Incidences induites par le chantier

5.1.3.1 Baraquement de chantier

Seront installés sur la plateforme supérieure recevant la construction de la villa SHANGRI LA, uniquement des bungalows à vocation de réfectoire et de vestiaires. Le Maître d'Ouvrage mettra à disposition les installations sanitaires existantes ainsi qu'une salle de réunion.

Les sanitaires étant reliés à un poste de relevage d'assainissement, aucun impact nouveau n'est à craindre.

Une aire d'installation de chantier sera mise à disposition par pétitionnaire sur la plateforme supérieure recevant la construction de la villa SHANGRI LA.

5.1.3.2 Protection du domaine terrestre

Afin d'éviter une pollution des sols et des sous-sols, des eaux de surface et des eaux souterraines, les aires de chantier seront équipées des aménagements nécessaires contre la pollution des milieux précités.

Néanmoins, l'ensemble de l'ouvrage est constitué de bois ou de pièces inox sans la moindre utilisation de béton et d'huile de décoffrage.

Ce qui offre l'avantage de peu de déchets de chantier et peu de risques de pollutions terrestre.

5.1.3.3 Gestion des engins de chantier

Les engins de chantier qui représentent une source potentielle de pollution, notamment en hydrocarbures et en CO_2. Ainsi,

- Le stockage de carburant ne s'effectuera pas sur le site du chantier,
- Les engins de chantier seront révisés avant leur utilisation et leur système hydraulique sera inspecté régulièrement.

L'utilisation d'huiles biodégradables sera privilégiée.

Enfin, l'entretien des matériels sera effectué en dehors de la zone de travaux, dans les ateliers de l'entreprise responsable des travaux.

Dans le cas extrême d'une immobilisation du matériel, une aire spécifique sera aménagée à cet effet, afin d'éviter tout risque de pollution du milieu marin.

5.1.3.4 Incidences sur la qualité de l'air

L'activité de chantier impliquera une augmentation de l'émission de particules fines et de gaz d'échappement (monoxyde de carbone, hydrocarbures, oxydes d'azote, etc.) durant l'ensemble de cette période. Le respect des normes de chantier, notamment sur la qualité des engins utilisés, permettra de limiter ces impacts au maximum.

Concernant l'émission de gaz d'échappement, la zone de chantier situe en milieu ouvert et il n'existe pas de risque de confinement de ces gaz. La circulation atmosphérique sera donc assurée durant la réalisation des travaux. Par ailleurs les délais d'intervention pour la mise en œuvre du ponton se limite à 3 semaines sur site ce qui réduit la durée de l'impact

Les risques liés à la dégradation de la qualité de l'air sont donc faibles.

5.1.3.5 Collecte des déchets

Durant la phase de travaux, **l'ensemble des mesures seront mises en œuvre pour la collecte, le tri, l'évacuation et le traitement des produits solides (différents déchets) et liquides (eaux de lavage, huiles usées et hydrocarbures) générés par le chantier**.

Figure 39 : Exemple de bennes destinées à accueillir les déchets de chantier

5.1.3.6 Protection du milieu marin

Les travaux nécessaires :

- A la mise en œuvre des platines scellées au substrat gneissique,
- A la mise en place du ponton bois,
- La mise en place de l'atelier nautique de travail.

Le fond marin est constitué de :

- Pentes de roches mères, dites à algues photophiles,
- Fonds de galets de calibres variables,
- Fonds d'éboulis.

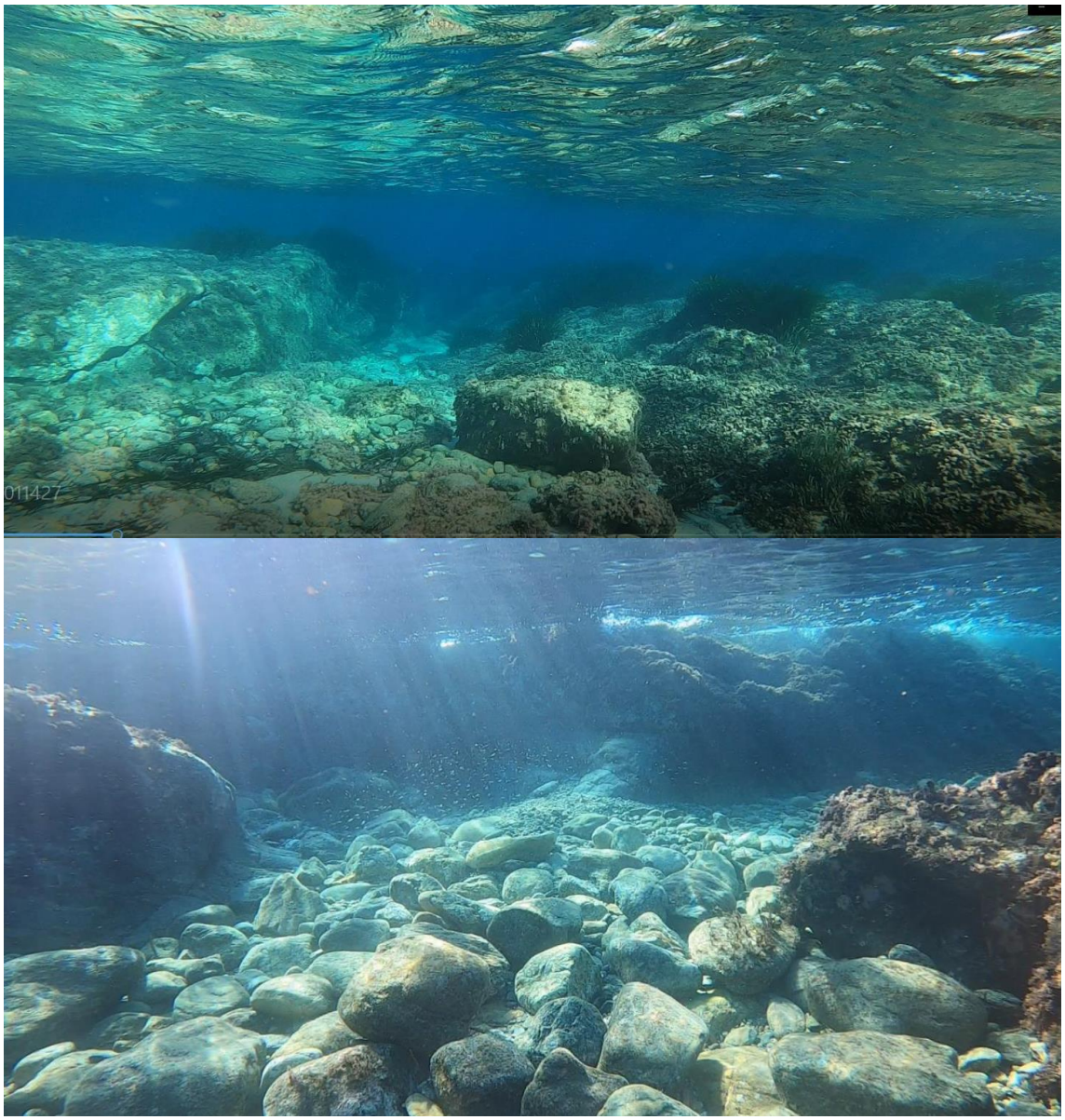


Figure 40 : Photos P2A Développement

Ainsi, **le site présente une couche très mince de sédiments grossiers sur des épaisseurs variables 0 à 40 cm.** Néanmoins, la platine devant être scellée sur le toit du substratum rocheux, **les travaux de dégagement des sédiments peuvent provoquer la mise en suspension de la couche superficielle des sédiments du fond.**

La durée des travaux étant assez courte (1 à 3 jours pour la pose des platines), le risque de créer un panache de turbidité de la zone de projet est faible vue la faible importance des remaniements de sol et des travaux mécaniques.

Toutefois, en réalisant les souilles et en réalisant les scellements les sédiments, les fonds seront remués, ce qui peut créer un panache turbide dans la zone de travaux.

La protection de la zone s'effectuera grâce au déploiement d'un filet anti-MES au pourtour de la zone du projet (voir planches de phasage).

Cela permettra notamment de réduire le risque de dissipation du panache turbide sur les herbiers de Posidonies. Ce filet sera maintenu quelles que soient les conditions météorologiques et remplacé en cas de détérioration.

En outre, les travaux étant réalisés à partir de moyens mécaniques, il est nécessaire de protéger le site de la pollution par hydrocarbures. Pour ce faire, un filet anti-pollution sera déployé autour de la zone d'étude et les engins de chantier seront équipés de kits anti-pollution.

5.1.3.7 Nuisances sonores

Le chantier engendrera des nuisances sonores liées au bruit de l'atelier nautiques et du compresseur, à la fois pour ce qui concerne leur fonctionnement en propre et la réalisation du ponton.

Le chantier respectera la règlementation qui définit des niveaux sonores à respecter au sein :

- Des articles R232-8-1 et R232-8-5 du Code du travail,
- Du décret n° 95-408 du 18 avril 1995 modifiant le Code de la santé publique.

L'émergence maximale en limite de propriétés riveraines est la suivante :

- En période diurne (7h-22h) : 5 dbA,
- En période nocturne (22h-7h) : 3 dbA.

Les travaux respecteront les normes réglementaires de bruit à observer.

Echelle indicative d'ambiances sonores

Turbo réacteur au banc d'essai	140 dBA
Atelier de chaudronnerie	110 dBA
Restaurant bruyant	80 dBA
En bordure d'une autoroute	80 dBA
A 30 m d'une route nationale	70 dBA
Dans une rue de desserte en ville	65 dBA
Conversation normale à 1 m	60 dBA
Dans une rue tranquille	50 dBA
Chambre calme	35 dBA
Studio de radiodiffusion	20 dBA

Figure 41 : Échelle d'indication d'ambiances sonores

5.1.4 Incidences sur le milieu marin

5.1.4.1 Incidences sur l'environnement naturel marin

5.1.4.1.1 Par le ponton

La société P2A Développement a analysé les enjeux écologiques sur la zone d'étude du projet, afin d'évaluer et de hiérarchiser les enjeux présents dans la zone d'impact des futurs travaux et conclu que la réalisation du ponton suivant l'implantation et la conception retenue auront un **impact très modéré, à court et long termes, sur l'environnement du site et des espèces protégées**.

Comme présenté précédemment, le projet a été refondé pour s'assurer que l'ouvrage envisagé soit le mieux positionné, également, dans un périmètre de 10 m des espèces protégées.

La carte présentée ci-après permet de visualiser que :

- 2 poteaux sont en deca de ce périmètre et se retrouvent au plus près à 4,25 mètres d'un faisceau de Posidonies ;
- 2 poteaux sont en deca de ce périmètre et se retrouvent au plus près à 9,20 mètres d'une matte de Posidonies.

Les platines support des poteaux ne génèreront aucune modification des fonds et n'impacteront pas directement les herbiers protégés.

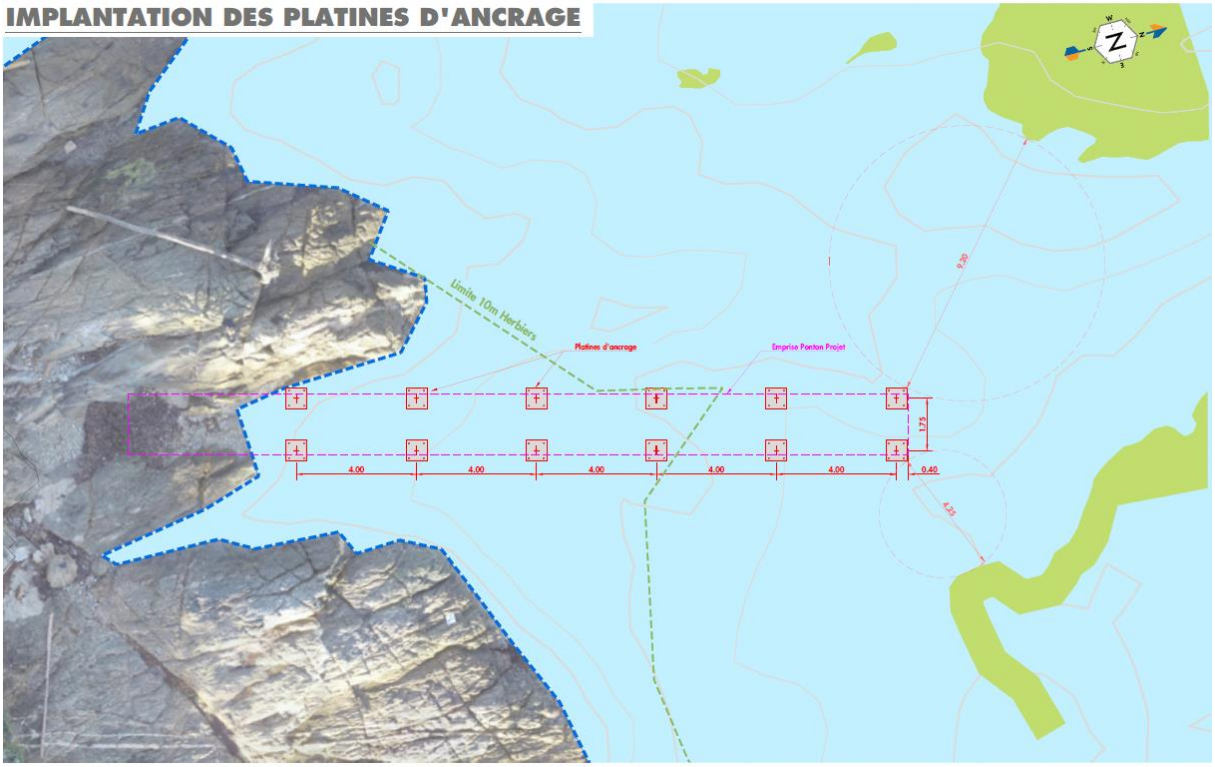


Figure 42 : Positionnement des platines par rapport aux herbiers de Posidonies

5.1.4.1.2 Par le courant

L'impact sur les espèces protégées peut être rendu possible par l'impact des courants traversiers et/ou de fond sur les poteaux d'appuis du tablier du ponton.

C'est à ce titre que la section des poteaux choisie est ronde afin de faciliter le faible écoulement du fluide.

Confère le paragraphe « courantologie » précédant, les vitesses de courants en faible profondeur (- 1,50 m) et/ou à proximité de l'ouvrage **sont inférieures à 0,3 m/s suivant la houle la plus dimensionnante**, même si, de façon conservative il a été retenu 0,5 m/s pour le dimensionnement de l'ouvrage.

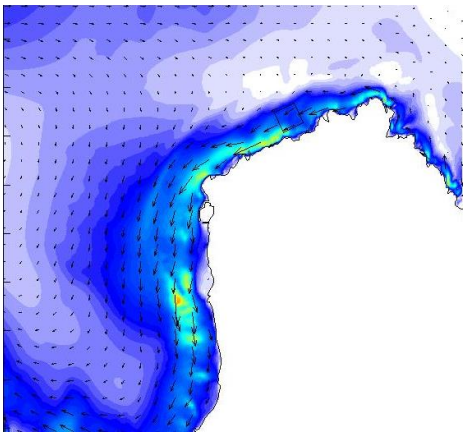
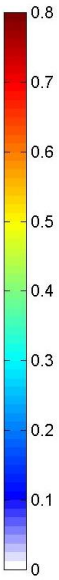
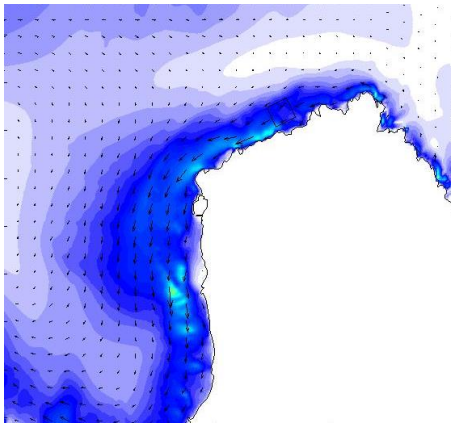
Hauteur significative Hs au large = 1.5 m Période pic Tp= 6s Vitesse du vent = 10m/s Direction de propagation N70°		Vitesse du courant de houle m/s 
Hauteur significative Hs au large = 1 m Période pic Tp= 6s Vitesse du vent = 9m/s Direction de propagation N70°		

Figure 43 : Vitesse du courant de houle sur la zone d'étude

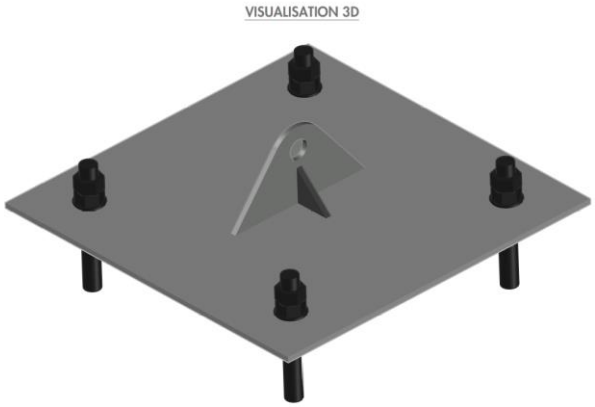
La vitesse de courant est donc comprise entre 0,1 et 0,3 m/s suivant l'intensité du vent et sa direction.

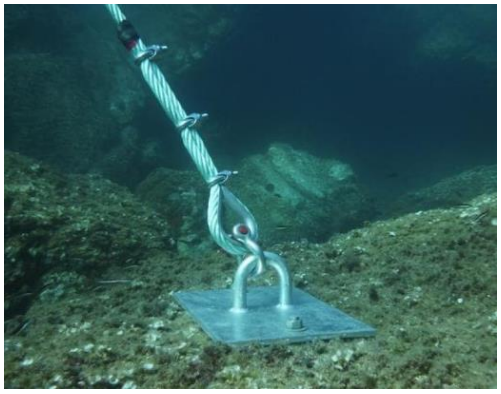
La nature transparente de l'ouvrage projet reposant sur 14 poteaux Ø 200 auxquels il sera appliqué un écoulement libre du courant d'une vitesse comprise entre 0,1 et 0,3 m/s suivant l'intensité du vent et sa direction, représentera une dépression marginale et sans aucun effet sur les fonds et sur les espèces protégées.

5.1.4.1.3 Les ancrages

Selon les « règles générales d'usage du domaine public maritime, et notamment la recherche d'une réduction des impacts environnementaux sur les fonds marins » et d'autre part à « la stratégie méditerranéenne de gestion des mouillages qui recommande la mise en œuvre d'ancrages écologiques y compris pour la grande plaisance » qualifient d'écologiques cette solution d'ancrage constitué d'un ensemble fixé au fond et non simplement posé ce qui a pour objectif de minimiser les dommages pour le milieu (moindre impact en surface et substrat).

L'ensemble des platines représente 7,84 m² d'emprise au sol (16 platines de 0,5 m² par unité) posé dans des zones sans espèces protégées.





5.1.4.2 Impacts sonores sur les mammifères marins

5.1.4.2.1 Liminaire

La zone de projet est située dans le périmètre du sanctuaire méditerranéen des mammifères marin (PELAGOS), selon le traité signé entre la France, l'Italie et Monaco février 2002. La partie française de ce sanctuaire est animée par le Parc National de Port-Cros.

Le sanctuaire PELAGOS inclut les eaux territoriales et le domaine pélagique de l'aire comprise entre le promontoire de la presqu'île de Giens et la lagune de Burano en Toscane méridionale. Il englobe les eaux bordant de nombreuses îles dont notamment la Corse et la Sardaigne, ainsi que des îles plus petites comme celles d'Hyères, de la Ligurie, de l'archipel Toscan et des Bouches de Bonifacio.

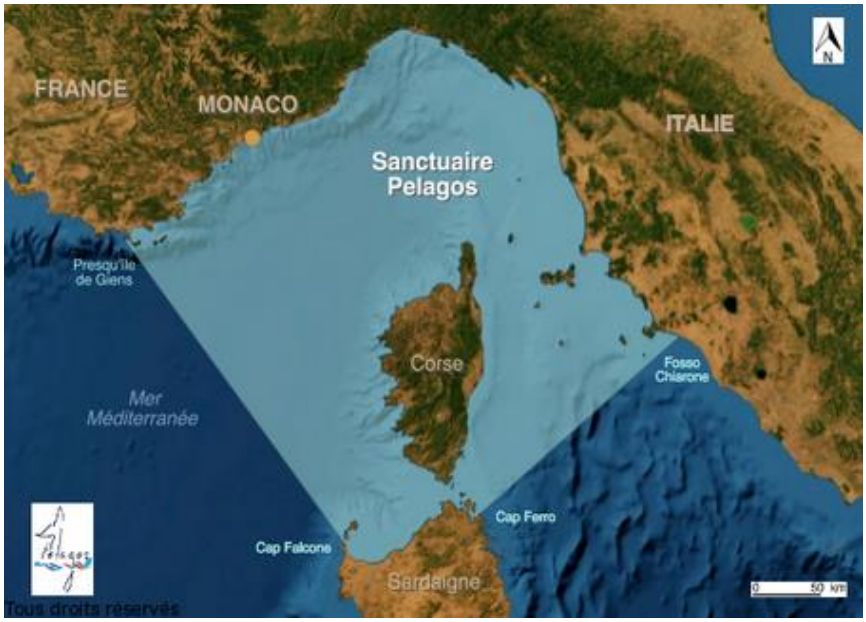


Figure 44 : Carte du périmètre du sanctuaire PELAGOS - www.sanctuaire-pelagos.org

Il s'agit d'un espace maritime de 87 500 km². Treize espèces peuvent s'observer dans le périmètre de ce sanctuaire avec 25 000 à 40 000 dauphins et 2 000 à 4 000 rorquals.

Figure 45 : Observations de Grand dauphin (Tursiops Truncatus) dans le périmètre du Sanctuaire Pélagos - Source : www.sanctuaire-pelagos.org.

Dans un rapport sur l'impact des nuisances acoustiques sur les cétacés du Sanctuaire et de la Méditerranée Nord-occidentale (Klymene Recherche Marine, Rapport final, 16 avril 2014), le Dr Alexandre Gannier a étudié les impacts de certaines nuisances sonores sur les espèces de cétacés en Méditerranée, et notamment dans le Sanctuaire Pélagos. Parmi ces nuisances, le Dr Alexandre Gannier en identifie deux qui peuvent s'appliquer au projet de modernisation du port de plaisance de l'Anse du Pradet, et préconise des mesures de mitigation :

- Le dragage,
- Le battage de pieux,
- Le trafic maritime.

5.1.4.2.2 Dragage

Il convient de préciser **qu'il n'est pas prévu de réaliser de dragages dans le cadre du projet.**

5.1.4.2.3 Le battage de pieux

Il convient de préciser **qu'il n'est pas prévu de réaliser des pieux dans le cadre du projet.**

5.1.4.2.4 Le trafic maritime

La baie des Canebiers, proche du Cap Saint Pierre est une baie à faibles profondeurs et très fréquentée en été, ce qui ne favorise pas une fréquentation ou un chemin migratoire des cétacés.

Les travaux sont réalisés à très faible tirant d'eau sur une largeur de 35 mètres ne constituant pas, ainsi, un secteur favorable à la fréquentation par les cétacés.

5.2 INCIDENCE SUR LE PAYSAGE

La conception du ponton très élancée, transparente (sur poteaux) et la qualité des matériaux bois retenue, favorisent l'intégration de l'ouvrage dans le paysage.

Le choix retenu pour son implantation favorise la plus petite longueur de ponton (26 mètres). Par ailleurs le ponton avec une arase à +1,00 m NGF positionné entre deux récifs gneissiques dont les points culminants atteignent plu de 1,67 mètres permettent une belle intégration du ponton.

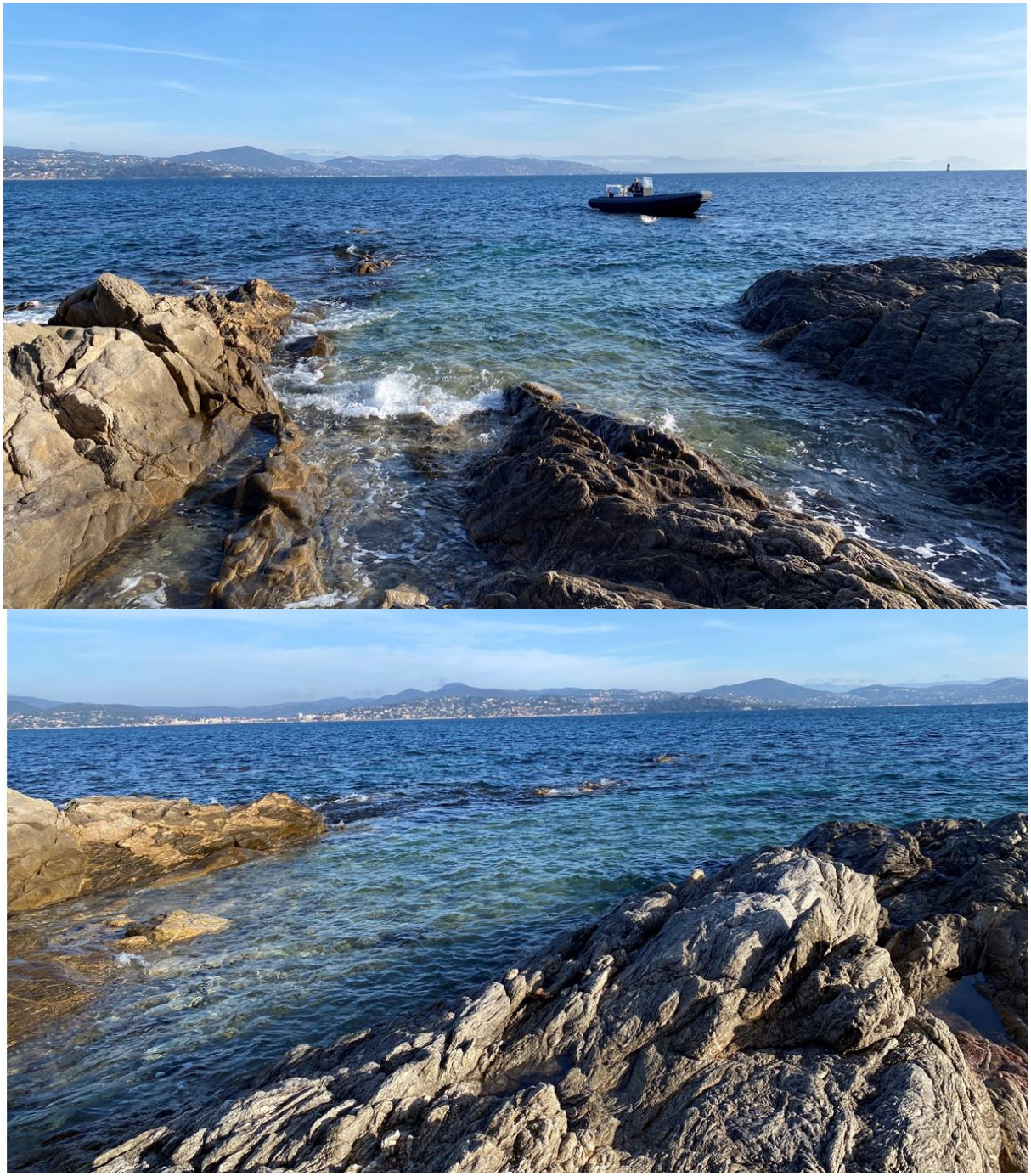
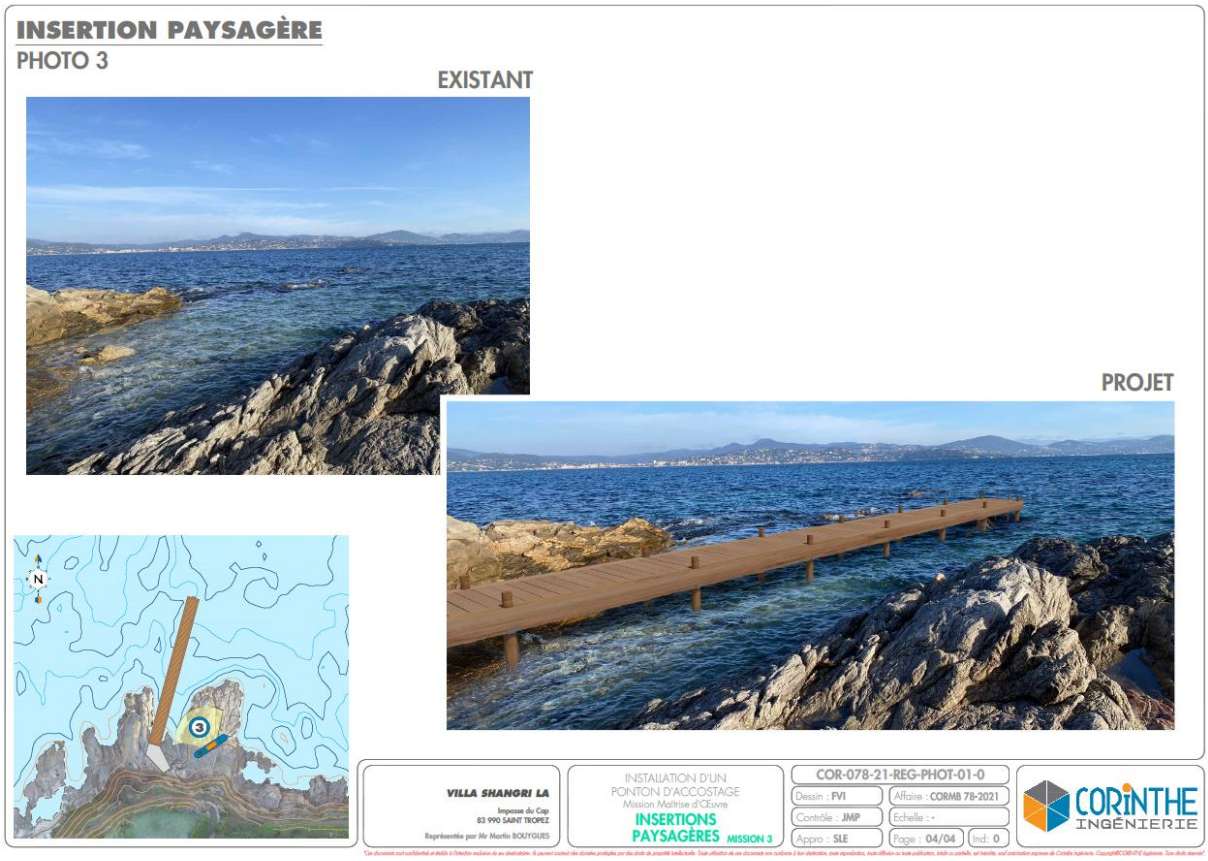


Figure 46 : Zone d'implantation ponton projet

Par ailleurs, l'ouvrage sera replié chaque saison hivernale où seules les platines de fixation des poteaux seront laissées sur 12 mois de l'année. Elles seront invisibles de la surface.



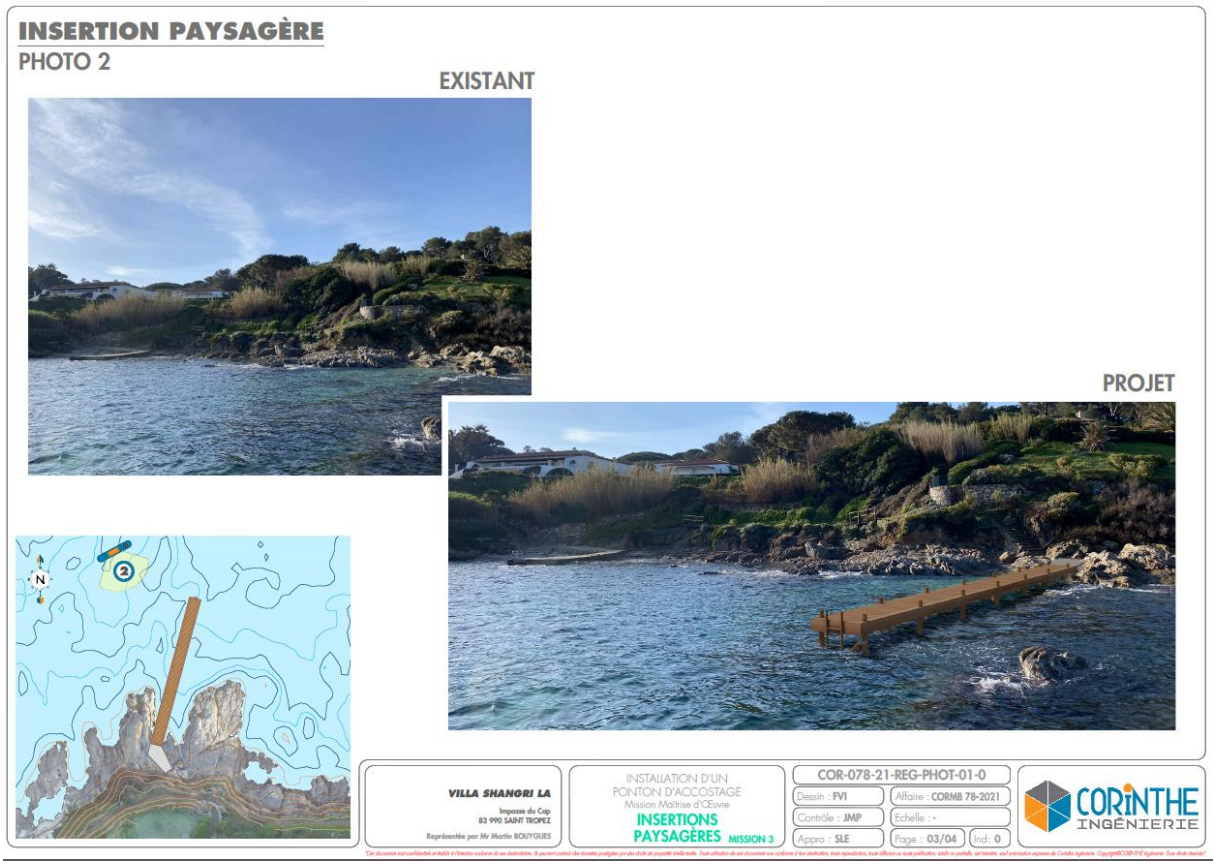


Figure 47 : Photo montage avec ou sans ponton

5.3 INCIDENCE L'ARTIFICIALISATION DE LA FAÇADE MARITIME

On rappellera qu'il s'agit d'un ouvrage totalement réversible et non permanent puisque démonté chaque fin de saison estivale.

Par ailleurs sa présence sera limitée par la durée de l'AOT.

Néanmoins, sur la durée de l'AOT la surface de fonds côtiers artificialisés entre 0 et 1,50 m reste de 7,84 m². Cette surface sera libérée dès la fin de l'AOT.

Lors de la réalisation de la cartographie des espèces marines, P2A Développement des artéfacts (épaves, corps-morts, pièces de métal) ont été identifiés et repérés pris en photos pour information complémentaire si nécessaire.

Figure 48 : Substrat arificiels buses (1 m) et sars dans une rague constituée de tôles

Figure 49 : Marcrodéchets en bois

Figure 50 : Corps morts et blocs béton

Selon le rapport P2A, ces macrodéchets répandus sur la zone d'investigation représentent quelques 42 m². De fait il est prévu, dans le cadre du projet, de libérer le fond en les enlevant et les procéder à la mise en dépôt définitif . A ce stade du projet, le coût de cette prestation est estimé à 18 000 euros HT.

6 MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION

6.1 MESURES D'ÉVITEMENT

La conception de l'ouvrage avec un souci particulier d'éviter les impacts directs et indirects sur le milieu.

Ainsi :

- **La conception « transparente »** de l'ouvrage projet reposant sur 14 poteaux Ø 200 n'aura aucun impacts directs ou indirects par la pression des vitesses des courants ;
- Sur 16 platines, seules **4 sont implantées à moins de 10 mètres des herbiers de Posidonies** et n'auront également aucun impacts directs ou indirects ;
- L'ouvrage sera **construit uniquement avec principalement des éléments en bois** qui ne nécessitent pas d'utilisation d'anodes pour lutter contre la corrosion ;
- Le mode d'ancrage par scellement dans la roche doit être considéré comme un **ancrage écologique** (*règles générales d'usage du domaine public maritime, et notamment la recherche d'une réduction des impacts environnementaux sur les fonds marins*) ;
- **Un suivi environnemental** est prévu sur la durée de l'AOT.

6.2 MESURES DE RÉDUCTION

Outre les mesures présentées dans le chapitre précédent de description des incidences du projet sur les milieux, les mesures présentées dans les paragraphes suivants seront mises en œuvre.

6.2.1 Mesures de turbidité

La turbidité exprime la transparence du milieu, c'est-à-dire la pénétration de la lumière dans ce milieu. Elle donne une mesure de la charge en matières en suspension dans l'eau.

Afin de prévenir les impacts environnementaux, un suivi de la qualité des eaux, donc de la turbidité, sera effectué, durant toute la durée des travaux, pour les phases de réalisation des souilles, butée de pied et rechargement de plage en galets qui peuvent mettre des matériaux en suspension.

Les travaux si situerons dans des profondeur de 0 à 1,50 mètre pour la mise en place des platines d'ancrage. Les travaux dureront entre 2 et 3 jours

5 jours avant la période des travaux, 3 mesures en matières en suspension (MES) seront réalisées dans le but de connaître les valeurs de référence.

Pendant les travaux, 3 mesures en MES sont effectuées par jour dont une à proximité de la zone des travaux et deux plus loin à l'aide d'un turbidimètre. Elles seront comparées aux valeurs de référence.

Les valeurs de référence seront mises à jour régulièrement à partir de relevés et prélèvements éloignés dans des zones non perturbées. L'étalonnage du turbidimètre permet de relier la mesure de turbidité à la teneur en MES.

Si un panache de turbidité est observé au-delà du filet, une mesure MES est réalisée.

Le seuil d'alerte est atteint pour une augmentation de 20% par rapport aux valeurs de référence, proche de la zone des travaux.

Si ce seuil d'alerte est dépassé, un dispositif de confinement est mis en place (rideau anti-MES autour de la zone concernée). De plus, les travaux sont arrêtés temporairement jusqu'au retour à des valeurs en MES comparables aux valeurs de référence.

Lorsque les travaux reprennent, des mesures régulières en MES sont réalisées afin de s'assurer de l'efficacité du dispositif de confinement.

Figure 51 : Exemple de turbidimètre

La combinaison de l'ensemble de ces mesures permettra d'éviter et de réduire les risques de dispersion d'un panache de turbidité.

6.2.2 Filet anti-MES

Un filet anti-MES est un rideau en géotextile imperméable maintenu à la verticale à l'aide de flotteurs en surface et de corps morts et d'une chaîne de lestes au fond. De cette façon les sédiments en suspension sont maintenus dans une zone restreinte, cela évite qu'un panache turbide ne se dissipe.

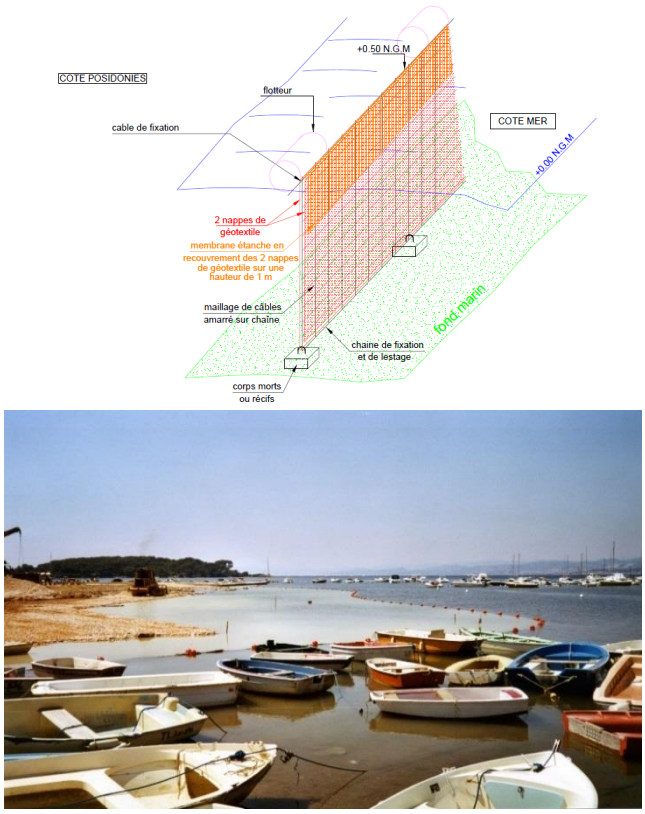


Figure 52 : Représentation d'un filet anti-pollution

6.2.3 Pollution accidentelle

Lors des travaux, des fuites de fluides propres aux engins et outillages utilisés sont possibles :

- Fuite de carburant,
- Casse de flexible hydraulique des engins de chantier.

Toutefois, si une pollution d'hydrocarbures ou d'huile devait se produire, elle serait très vite détectée par l'apparition d'un voile irisé, visible à la surface.

L'entreprise mettra en œuvre un barrage absorbant en cas de fuite, ainsi que l'ensemble des équipements nécessaires pour circonscrire la cause de la pollution avant de continuer le chantier.

Les impacts liés à des fuites accidentelles sont peu probables puisque des mesures préventives sont mises en place.

Figure 53 : Barrage et kits anti-pollution

6.3 MESURES DE COMPENSATION

6.3.1 Mesures en phase de travaux

6.3.1.1 Mesures d'atténuation en faveur du milieu naturel

6.3.1.1.1 Planning d'intervention

La période de travaux aura lieu en grande partie en dehors du calendrier de sensibilité des espèces présentes qui s'étend de septembre à mars. En effet, le chantier s'échelonnera de novembre à mars pour la réalisation initiale du chantier.

Et les montages et démontages annuels en février et octobre.

6.3.1.1.2 Mesures de précaution relatives au risque de pollution / maintien des continuités hydrauliques

Au regard du contexte marin (milieu) et compte tenu des espèces protégées, des précautions seront prises concernant le risque de pollution : Kit anti-pollution, barrière anti MES, contrôles turbidité, etc.

6.3.2 Mesures en phase d'exploitation

6.3.2.1 Entretien

L'ouvrage construit est composé principalement de bois et d'inox ce qui limite l'entretien des structures. Aussi, il est prévu un budget d'entretien pour maintenir en bon état l'ensemble une fois la dépose annuelle réalisée.

6.4 Conclusion

Le projet présente les aspects positifs suivants :

- Pas d'impact sur le fonctionnement morphodynamique des fonds marins,
- Principe d'ancrage écologiques,
- Préservation des espèces protégées,
- Bonne intégration paysagère par sa composition en matériaux nobles,
- Conception permettant la libre circulation des fluides marins,
- Réversibilité annuelle et totale à la fin de l'AOT,
- Méthodes et planning des travaux adaptés aux enjeux,
- Libération du DPM des artefacts sous-marins en présence,
- Suivi environnementale sur la durée de l'AOT.

Les effets du projet sur l'environnement n'auront globalement que peu d'impacts.

7 ANNEXES

- Annexe 1 : Information nominative Maître d'Ouvrage
- Annexe 2 : Plan de situation
- Annexe 3 : Photographies
- Annexe 4 : Bathymétrie et topographie
  - 4.1 NGF_L93_StTropez_ShangriLa-Bathy_A0_1_100e
  - 4.2 NGF_L93_StTropez_ShangriLa-Ortho_A0_1_100e
- Annexe 5 : Biocénose
- Annexe 6 : plans projet
  - 6.1 COR-078-21-PRO-PLAN-01-1 « État des lieux »
  - 6.2 COR-078-21-PRO-PLAN-02-1 « Vue en plan – Coupes »
  - 6.3 COR-078-21-PRO-PLAN-03-0 « Details platine d'ancrage »
  - 6.4 COR-078-21-PRO-METH-01-0 « Méthodologie des travaux »
- Annexe 7 : Intégration paysagère :
  - 7.1 COR-078-21-REG-PHOT-01-0
- Annexe 8 : Localisation Natura 2000
- Annexe 9 : Notice de présentation
- Annexe 10 : Évaluation simplifiée NATURA 2000