

AMÉNAGEMENT DU LITTORAL DE LA PLAINE DU CEINTURON

Mission d'étude et de maîtrise d'œuvre

EXAMEN AU CAS PAR CAS – NOTE DE PRESENTATION

Affaire : CORTPMCENT 45-2019
Référence du document : REG-EXA-02-0
Avril 2021

Édition du document

	Nom	Date
Rédigé par	Sébastien BERNARD Claire DIVOUX Stephan LENORMAND Vincent GUILLERMIN (BET GUILLERMIN Paysagiste)	02/04/2021
Vérifié par	Etienne SAVIGNY Jean-Michel PANNACCI	19/04/2021 19/04/2021
Validé par	Bernard BARALE	../04/2021

Versions et modifications

Version	Date	Description	Modifications
0	19/04/2021	Note de présentation dans le cadre de l'examen au Cas par cas	Version Initiale

Identification du Maître d'ouvrage :

TOULON PROVENCE MÉDITERRANÉE

107 Bd Henri Fabre

CS 30536

83041 TOULON CEDEX 9

Tél : 04 94 05 58 26



Identification du bureau d'études :

CORINTHE INGÉNIERIE

890 chemin du Peyrat

ZA du Grand Pont

83 310 Grimaud

Tél : 04 94 97 05 25



SOMMAIRE

1	Pétionnaire	7
2	Localisation	7
3	Contexte	12
3.1	Les enjeux	13
3.1.1	Stabilité des aménagements du bord de mer (Jet de rive-Submersion)	13
3.1.2	L'érosion	15
3.1.3	Les enjeux environnementaux	15
3.2	les contraintes locales	18
4	Récapitulatif des études liées au projet	19
4.1	Études préliminaires (2010-2012)	19
4.1.1	Scénario M1	19
4.1.2	Scénario M2	19
4.1.3	Scénario M3	20
4.1.4	Scénario M4	20
4.2	Études AVP (2017-2018)	21
4.2.1	Solution 1	21
4.2.2	Solution 2	22
4.2.3	Solution 3	22
4.3	Solution retenue par TPM (2018-2019)	24
4.4	Genèse du projet retenu (2020-2021)	25
4.4.1	Cartographie des biocénoses et problématique d'emprise du projet	25
4.4.2	Genèse du projet retenu	26
4.5	Description des parties d'ouvrage et matériaux	35
4.5.1	La butée de pied (550 ml)	35
4.5.2	Le rechargement de plage	37
4.5.3	La protection contre les jets de rives (submersion)	37
4.5.4	Les aménagements paysagers	41
4.5.5	Images d'insertion avant/après	45
4.6	Phasage et planning	52
4.6.1	Installation de chantier	52
4.6.2	Plan d'accès au chantier et signalisation	53
4.7	Phasage	54
4.8	Planification	63
4.9	Cout du projet	64
5	Document d'incidences	65
5.1	Incidences sur l'environnement	65

5.1.1	Incidences sur Natura 2000	65
5.1.2	Incidences sur le réseau hydrographique	65
5.1.3	Incidences sur le réseau de gestion lac artificiel	65
5.1.4	Incidences induites par le chantier	66
5.1.5	Incidences sur le milieu marin.....	68
5.1.6	Incidences sur le paysage.....	73
6	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation.....	77
6.1	Mesures d'évitement	77
6.2	Mesures de réduction.....	77
6.2.1	Mesures de turbidité	77
6.2.2	Filet anti-MES.....	78
6.2.3	Pollution accidentelle.....	78
6.3	Mesures de compensation	79
6.3.1	Mesures en phase de travaux.....	79
6.3.2	Mesures en phase d'exploitation.....	79
6.4	Conclusion	80
7	Annexes.....	80
8	Références.....	81
8.1	Études.....	81
8.2	Bibliographie	81
8.3	Sites internet	81

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1	: Localisation du projet Source @Google Earth	7
Figure 2	: Vue aérienne de la zone de projet (littoral de la plaine du Ceinturon) Source @Google Earth	8
Figure 3	: Vue du secteur Ceinturon Sud depuis les bâtiments en limite du secteur Ceinturon Plein-Sud.....	8
Figure 4	: Vue du secteur Ceinturon Plein-Sud en direction du Sud au niveau de l'élargissement de plage (transition talus en enrochements – plage).....	9
Figure 5	: Vue du secteur Ceinturon Plein-Sud en direction du Sud au niveau de la nouvelle promenade avec talus en enrochements (absence de plage).....	9
Figure 6	: Vue du secteur Ceinturon Plein-Sud en direction du Sud depuis le dernier épi du secteur Ceinturon Nord	10
Figure 7	: Vue en direction du Sud de la dernière plage du secteur Ceinturon Nord avant le secteur Ceinturon Plein-Sud (le dernier épi du secteur Ceinturon Nord apparaît en arrière-plan)	10
Figure 8	: Vue aérienne du boulevard de la Marine avec sa protection de talus en enrochements - 2008	12
Figure 9	: Photographie de l'érosion du trait de côte - 2008	12
Figure 10	: Plan masse du secteur Nord Source : Notice APD, Groupement A&TU, Agence GUILLERMIN, CORINTHE Ingénierie et Biotope, mars 2018.....	13
Figure 11	: Profil type sur la séquence 3 : zone de l'étang – profil mono-pente 2% Source : Notice APD, Groupement A&TU, Agence GUILLERMIN, mars 2018.....	13
Figure 12	: Profil type sur la séquence 2 : Plage naturelle – profil mono-pente 2% Source : Notice APD, Groupement A&TU, Agence GUILLERMIN, mars 2018.....	13

Figure 13 : Extrait de l'Arrêté n° AE-F09318P0149 du 22/05/2018 portant décision d'examen au cas par cas relatif à la réalisation d'un projet de requalification du boulevard de la Marine sur la commune de Hyères (83)	14
Figure 14 : Extrait du dossier de déclaration N° 83-2018-00229 chapitre 3.5	14
Figure 15 : Image aérienne disponible de gauche à droite 2008 – 2016 – 2018	15
Figure 16 : Comparaison des données sonar avec report des limites trouvées en 2010 ;	16
Figure 17 : Cartographie biocénose 2020 @SEMANTIC	16
Figure 18 : Relevé géophysique 2020 @ SEMANTIC	17
Figure 19 : Bathymétrie 2020 @ SEMANTIC	17
Figure 20 : Les contours des sédiments 2020 @ SEMANTIC	17
Figure 21 : Les contours du sédiment des herbiers denses de Posidonies 2020 @ SEMANTIC	18
Figure 22 : Les contours du sédiment des herbiers denses de Posidonies des mattes avec présences de faisceaux / îlots d'herbiers de Posidonies	18
Figure 23 : Diamètre médian (d_{50}) des échantillons de sédiments prélevés et analysés sur les points indiqués	19
Figure 24 : Plans des scénarios M1 à M4 (source : OCÉANIDE)	21
Figure 25 : Coupes de principe des solutions 1, 2 et 3 (source : OCÉANIDE)	22
Figure 26 : Plan des solutions 1 et 3 (source : OCÉANIDE)	23
Figure 27 : Analyse multicritère (source : OCÉANIDE)	23
Figure 28 : Coupe de principe de la butée de pied et du rechargement (programme du projet)	24
Figure 29 : Cartographie SEMANTIC provisoire (source : sortie sonar sans identification terrain) à gauche. À droite Cartographie issue des études antérieures (entouré en rouge : zone non renseignée au stade des études antérieures)	25
Figure 30 : Cartographie des biocénoses (SEMANTIC, Mai 2020)	26
Figure 31 : Vue en plan Solution 1 (programme) phase AVP	26
Figure 32 : Vue en plan Solution 2 (avec plage suspendue au droit de l'herbier) phase AVP	27
Figure 33 : Vue en plan Solution 3 (contournement herbiers) phase AVP	27
Figure 34 : Profil 1 de la solution 2 (plage suspendue)	27
Figure 35 : Profil 2 et coupe détaillée de la solution 3 au niveau de la zone de plage étroite (au droit de l'herbier et de la promenade en platelage bois)	28
Figure 36 : Coupe détaillée de la solution 3 ajustée au niveau de la zone de plage étroite (mur de gabions rabaissé et plus discret)	29
Figure 37 : Coupes paysagères des variantes d'arase du mur de gabions	30
Figure 38 : Exemple de plan de vagues en conditions de PR 10 ans – Dir. houle N125°	31
Figure 39 : Extrait d'animation 3D de l'épisode de PR 10 ans simulé sur M3WFM (en haut) Extrait d'animation sur un profil du modèle 3D (en bas)	32
Figure 40 : Position des segments de contrôle où ont été calculés les franchissements atteignant la promenade.	32
Figure 41 : Vecteur de vitesse moyenne et hauteur significative de houle pour la situation actuelle et les situations projet	34
Figure 42 : Coupe détaillée de la butée de pied	36
Figure 43 : Coupe détaillée de la butée de pied	36
Figure 44 : Identification sur profils 2 et 3 des risques de liquéfaction des matériaux en crête de plage	38
Figure 45 : Coupe détaillée du mur de gabions dans la zone de rechargement étroit	39
Figure 46 : Cage matelas « Assise »	40
Figure 47 : Cage Gabion	41
Figure 48 : Coupes paysagères	42
Figure 49 : Végétations rampantes	43
Figure 50 : Végétaux tiges hautes	44
Figure 51 : Images d'insertion en comparaison avec l'existant	51
Figure 52 : Plan signalisation et accès chantier	53
Figure 53 : Planches de phasage	62
Figure 54 : Planification	63
Figure 55 : Coût du projet	64
Figure 56 : Exemple de bennes destinées à accueillir les déchets de chantier	67

Figure 57 : Échelle d'indication d'ambiances sonores	68
Figure 58 : Localisation de la zone d'impact des travaux de réaménagement au regard des limites des espèces protégées	69
Figure 59 : Carte du périmètre du sanctuaire PELAGOS - www.sanctuaire-pelagos.org	70
Figure 60 : Observations de Grand dauphin (<i>Tursiops Truncatus</i>) dans le périmètre du Sanctuaire Pélagos - Source : www.sanctuaire-pelagos.org	70
Figure 61 : Extrait du rapport EUROFINS - 2020	71
Figure 62 : Périodes de reproduction, de mise-bas, de présence des jeunes avec leur mère pour les cétacés du Sanctuaire Pélagos – Source : Guide d'évaluation pour l'autorisation d'une course d'engins nautiques dans le Sanctuaire Pélagos (Méditerranée)	73
Figure 63 : Photographie de l'érosion du trait de côte - 2008	73
Figure 64 : Coupe détaillée du mur de gabions dans la zone de rechargement étroit.....	74
Figure 65 : Aménagements paysagers avant et après	74
Figure 66 : Vue aérienne du boulevard de la Marine avec sa protection de talus en enrochements - 2008	75
Figure 67 : La commune d'Hyères-les-Palmiers et le Parc national de Port-Cros	75
Figure 68 : Territoire concerné par le Parc National de Port-Cros	76
Figure 69 : Exemple de turbidimètre.....	78
Figure 70 : Représentation d'un filet anti-pollution	78
Figure 71 : Barrage et kits anti-pollution.....	79

1 PETIONNAIRE



TOULON PROVENCE MÉDITERRANÉE

107 Bd Henri Fabre

CS 30536

83041 TOULON CEDEX 9

Tél : +33 (0)4 94 93 83 00

Tél : +33 (0)4 94 05 58 26

Représentée par le Président Monsieur Hubert FALCO

Dossier suivi par Monsieur Bernard BARALE Directeur du pôle « Infrastructures »

2 LOCALISATION

Le site du Ceinturon se situe sur le territoire de la commune de HYÈRES-LES-PALMIERS (83), se découpe en quatre zones spécifiques depuis le port Saint-Pierre au Sud jusqu'au port de l'Aygade au Nord.



Figure 1 : Localisation du projet Source @Google Earth



Figure 2 : Vue aérienne de la zone de projet (littoral de la plaine du Ceinturon) Source @Google Earth

Le site du Ceinturon se découpe en quatre zones spécifiques depuis le port Saint-Pierre au Sud jusqu'au port de l'Ayguade au Nord :

- ▶ **Secteur « Ceinturon Sud »** : Plage d'abord très large depuis le Sud, adossée à la digue du port Saint-Pierre, dont la laisse est constituée d'un mélange de sable et de galets et le haut de plage principalement de sable. Les deux bâtiments au Nord du secteur sont impactés par les coups de mer et subissent une forte érosion.



Figure 3 : Vue du secteur Ceinturon Sud depuis les bâtiments en limite du secteur Ceinturon Plein-Sud

- ▶ **Secteur « Ceinturon Plein Sud »** : Au Sud, une plage de sable et petits galets présente une faible largeur puis diminue rapidement jusqu'à devenir inexistante à partir du restaurant « Côté Mer » sur le reste de son linéaire, la ligne d'eau arrivant alors au niveau des enrochements soutenant le talus et la nouvelle promenade. Depuis 2010, l'érosion conséquente ayant conduit à cette situation **fait que ce secteur prioritaire constitue la zone du projet de rechargement.**

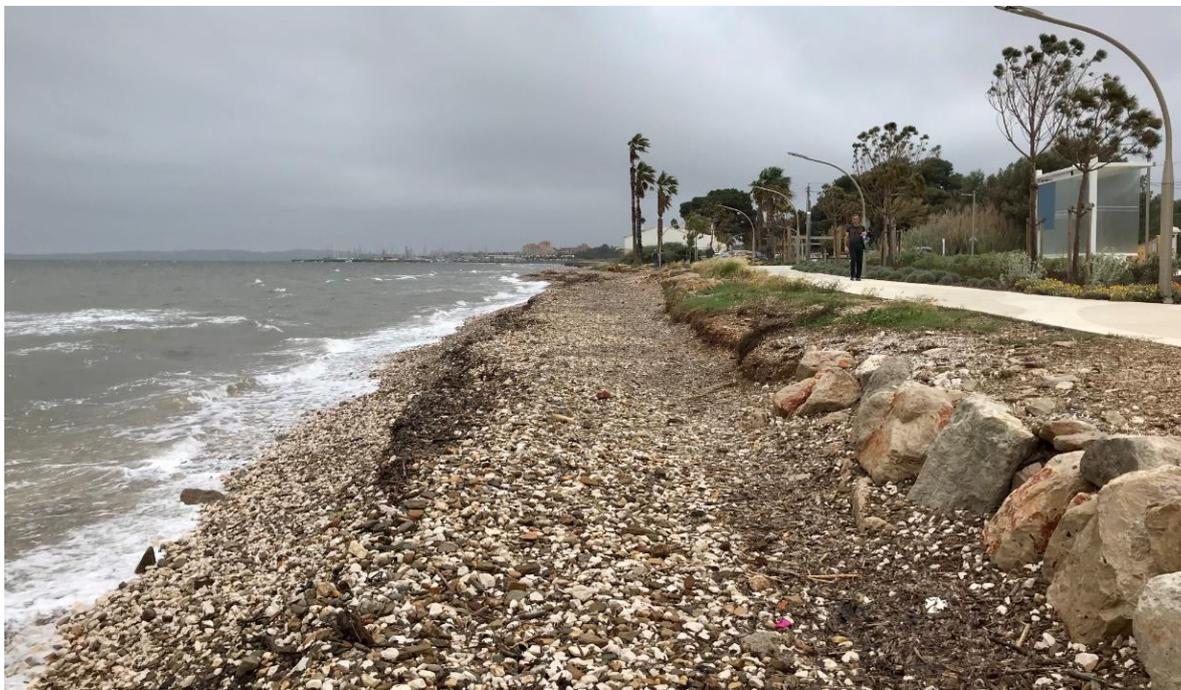


Figure 4 : Vue du secteur Ceinturon Plein-Sud en direction du Sud au niveau de l'élargissement de plage (transition talus en enrochements – plage)



Figure 5 : Vue du secteur Ceinturon Plein-Sud en direction du Sud au niveau de la nouvelle promenade avec talus enrochements (absence de plage)



Figure 6 : Vue du secteur Ceinturon Plein-Sud en direction du Sud depuis le dernier épi du secteur Ceinturon Nord

- ▶ **Secteur « Ceinturon Nord »** : Il s'agit d'une zone aménagée constituée de 4 épis entre lesquels trois plages de largeur variable s'intercalent devant un talus en enrochements protégeant la route départementale 42. Ces plages, composées de sable et de galets, sont plus large dans leur partie Sud (transit Nord-Sud bloqué par chaque épi). Cette zone semble moins souffrir de l'érosion même si la largeur irrégulière des plages peut conduire à des submersions localisées du haut de plage.



Figure 7 : Vue en direction du Sud de la dernière plage du secteur Ceinturon Nord avant le secteur Ceinturon Plein-Sud (le dernier épi du secteur Ceinturon Nord apparaît en arrière-plan)

- ▶ **Secteur « Plage de la Marquise »** : Cette partie de la plage composée de sable d'apport et de quelques amas de petits galets subit des problèmes de ruissèlements. En termes d'échanges sédimentaires Nord-Sud, ce secteur semble isolé de la zone de projet par les épis du secteur Ceinturon Nord.

3 CONTEXTE

La Métropole Toulon Provence Méditerranée, compétente depuis le 1er janvier 2018 en matière de lutte contre l'érosion, souhaite protéger et valoriser le littoral de la plaine du Ceinturon, élément majeur de son patrimoine naturel, touristique et économique.

La zone du projet est très particulière, elle est constituée par le terre-plein sur lequel se trouve le boulevard de la Marine (RD42) entre un lac artificiel à l'Ouest et la mer à l'Est. Les aménagements réalisés sur cette partie est un élément d'animation du parcours du promeneur avec des points de vue sur la mer et l'étang. **Cette zone est la plus érodée au niveau du trait de côte de cette zone du littoral d'Hyères les Palmiers.**



Figure 8 : Vue aérienne du boulevard de la Marine avec sa protection de talus en enrochements - 2008

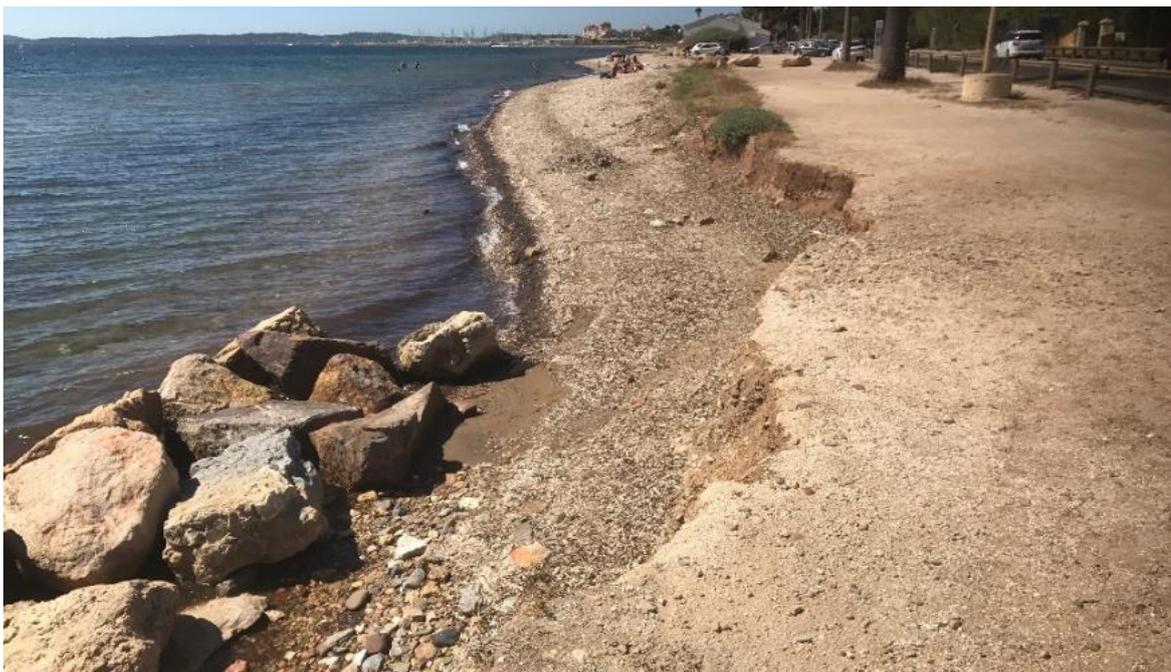


Figure 9 : Photographie de l'érosion du trait de côte - 2008

3.1 LES ENJEUX

3.1.1 Stabilité des aménagements du bord de mer (Jet de rive-Submersion)

La commune d'Hyères a mené une vaste opération d'aménagement de la Promenade du front de mer s'inscrivant dans une démarche globale ambitieuse et respectueuse des thématiques environnementales.



Figure 10 : Plan masse du secteur Nord

Source : Notice APD, Groupement A&TU, Agence GUILLERMIN, CORINTHE Ingénierie et Biotope, mars 2018

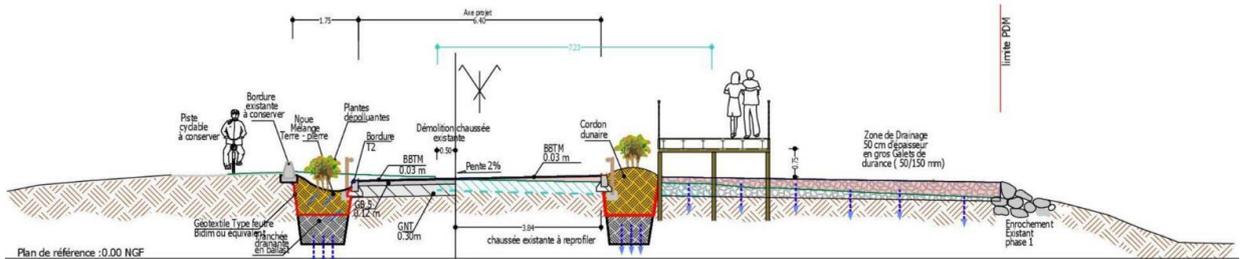


Figure 11 : Profil type sur la séquence 3 : zone de l'étang – profil mono-pente 2%

Source : Notice APD, Groupement A&TU, Agence GUILLERMIN, mars 2018

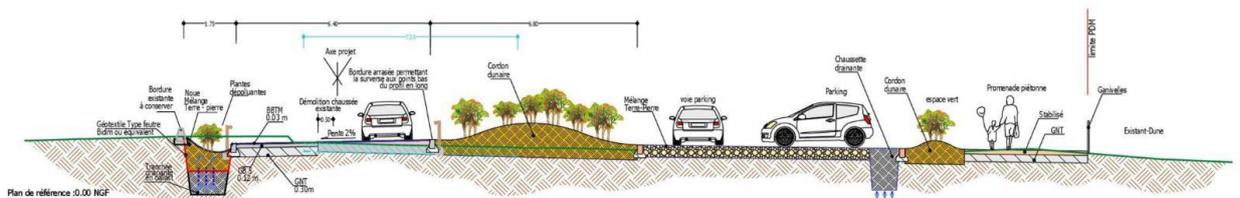


Figure 12 : Profil type sur la séquence 2 : Plage naturelle – profil mono-pente 2%

Source : Notice APD, Groupement A&TU, Agence GUILLERMIN, mars 2018

Ce projet, réalisé sur les années 2018 et 2019, pour un montant de plus de 4 millions d'euros hors taxes, se doit d'être protégé des franchissements et de la submersion marine.

Ce projet d'aménagements a fait l'objet d'une demande d'examen au Cas par Cas et d'un dossier de déclaration. L'Arrêté n° AE-F09318P0149 du 22/05/2018 portant décision d'examen au cas par cas, en application de l'article R122-3 du code de l'environnement, relatif à la réalisation d'un projet de requalification du boulevard de la Marine sur la commune de Hyères (83) mentionne :

Considérant que le pétitionnaire s'engage à réaliser une étude d'impact sur les aménagements côtiers de lutte contre l'érosion du littoral en étudiant les incidences et les mesures concernant :

- le paysage de l'interface terre-mer,
- la biodiversité et les habitats naturels,
- le risque de submersion marine,
- les interactions entre les aménagements terrestres du tableau annexe au 122-2 du code de l'environnement et les aménagements côtiers, relevant de la rubrique "11",
- les effets cumulatifs des projets portuaires et des rechargements de plages à l'échelle de la rade d'Hyères,

Figure 13 : Extrait de l'Arrêté n° AE-F09318P0149 du 22/05/2018 portant décision d'examen au cas par cas relatif à la réalisation d'un projet de requalification du boulevard de la Marine sur la commune de Hyères (83)

Aussi le dossier de déclaration N° 83-2018-00229 intégré cette disposition :

La zone d'étude est principalement concernée par les phénomènes de submersion marine. Ces phénomènes ont été pris en compte dans le cadre du projet, dans la gestion des ruissellements pluviaux, y compris en cas de submersion marine.

Par ailleurs, en parallèle au présent projet, la commune d'Hyères-les-Palmiers a engagé un projet de protection de son littoral contre l'érosion et la submersion marine.

Saut de section (page suivante)

Juillet 2018

→

Déclaration au titre de la loi sur l'eau

→

Page°: 51/70

Figure 14 : Extrait du dossier de déclaration N° 83-2018-00229 chapitre 3.5

C'est donc à ce titre que TPM a demandé à son Maître d'œuvre d'élargir le plan du programme en ne le limitant pas uniquement au maintien du trait de côte, mais en l'élargissant à la définition des ouvrages de protection nécessaires à la sauvegarde de cet aménagement.

Ce projet consiste :

- ▶ En la mise en place d'une protection mécanique du talus d'assise de la promenade contre les effets d'érosion et d'affouillement dus aux jets de rive pour une période de retour de houle de 1 an ;
- ▶ En la mise en œuvre d'une protection contre l'érosion par un rechargement constitué de galets de 20-60 mm maintenu /stabilisé par une butée de pied en enrochements.

3.1.2 L'érosion

La zone de projet et son proche voisinage subissent deux types de transport sédimentaire :

- ▶ **Le transit local de direction Nord -Sud** participe, par transport de sédiments et blocage contre les épis et la digue du port Saint Pierre, au maintien des anses de plages des secteurs Ceinturon Nord et Sud.
- ▶ **Les effets des coups de mer** conduisent aux submersions du haut de plage, à leur affouillement, et à l'érosion des matériaux fins emportés vers le large et ne revenant que partiellement durant les périodes de calme, d'où la nécessité des rechargements périodiques par le passé.

Depuis 2010 on observe une certaine stabilité du trait de côte pour **les secteurs du Ceinturon Nord et de la plage de la Marquise**, favorisée par la mise en place d'épis.

La plage de Ceinturon Sud se voit progresser chaque année, malgré les emprunts périodiques, du fait de la digue du port Saint-Pierre qui, par son importance, bloque le transit naturel Nord-Sud des sédiments.

Le secteur de **Ceinturon Plein-Sud** a toujours été érodé c'est pourquoi jusqu'en 2010 des apports de matériaux étaient réalisés. **Or, depuis la réalisation des 4 épis du secteur Ceinturon Nord, la plage du secteur Ceinturon Plein-Sud est en net recul jusqu'à avoir disparu**, provoquant des affaiblissements au droit du talus de haut de plage et de la route départementale.

3.1.3 Les enjeux environnementaux

La plage de Ceinturon Sud se situe dans un secteur patrimonial riche et protégé à plusieurs titres : ZSC Rade d'Hyères, ZPS Iles d'Hyères, ZNIEFF», Aire Maritime Adjacente et Aire Optimale d'Adhésion du Parc National de Port-Cros.

En Méditerranée, on recense 5 espèces de plantes marines (autrefois appelées phanérogames et à présent nommées magnoliophytes) [Boudouresque et al. 2006 : Préservation et conservation de l'herbier à *posidonia oceanica*. Accord RAMOGE, Monaco et GIS Posidonie publ]. Outre les Posidonies, les herbiers présents dans les baies correspondent généralement à des herbiers de *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* (magnoliophytes à feuilles plus étroites et plus courtes que celles de la Posidonie).

La société SEMANTIC TS a effectué un relevé des biocénoses dans le périmètre de la zone de projet en 2020.

L'analyse de l'historique des images GOOGLE EARTH ne fournit pas de vue aérienne exploitable avant 2013. (Les fonds marins sont masqués sur vues de juillet 2007 et décembre 2008).

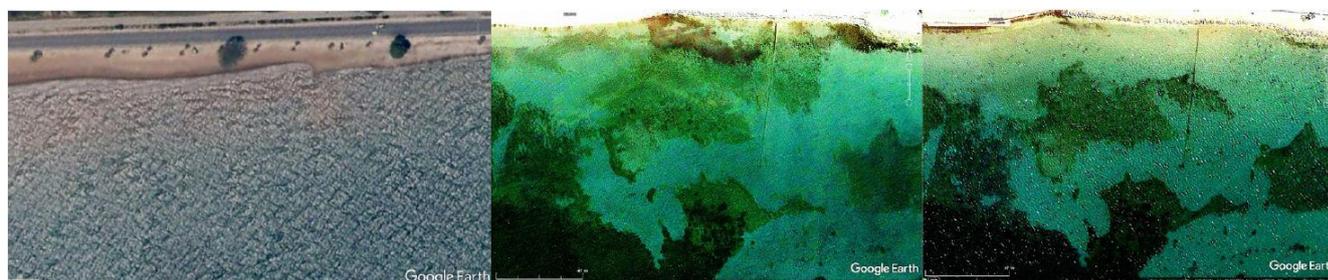


Figure 15 : Image aérienne disponible de gauche à droite 2008 – 2016 – 2018

L'analyse comparée des vues de mai 2016 et de janvier 2018 met en évidence l'herbier de zostères.

Les contours de la tache sont largement modifiés entre 2016 et 2018, traduisant sa forte dynamique et/ou un recouvrement par des sédiments liés à l'érosion de la plage disparue depuis l'arrêt des rechargements de la plage

Il est donc fort probable que cette érosion ait remanié le site, qui a pu être colonisé par un herbier a priori identifié comme un herbier de zostères naines.

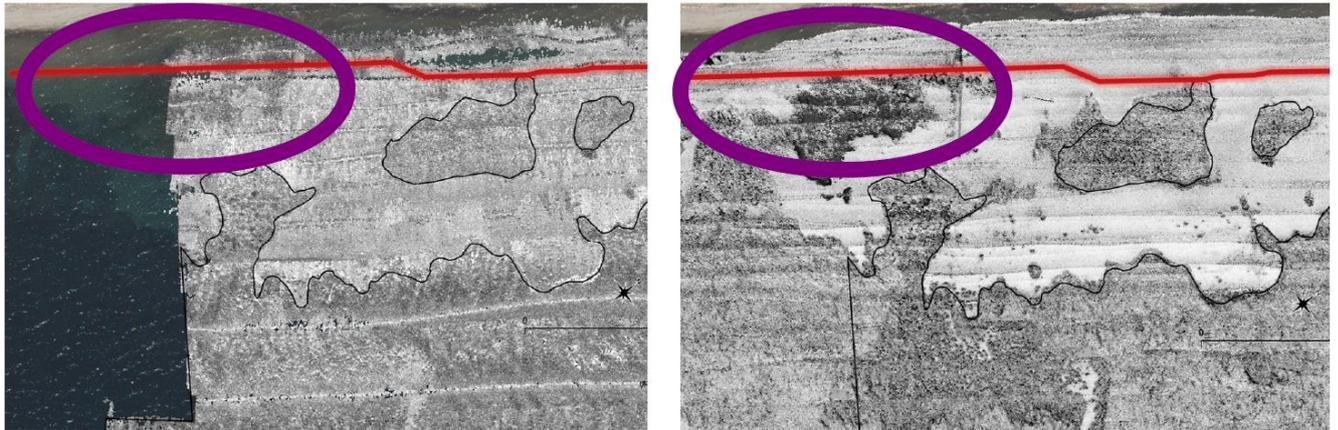


Figure 16 : Comparaison des données sonar avec report des limites trouvées en 2010 ;
À gauche : Mosaïque sonar latéral de 2010 avec limite de l'herbier déterminée en 2010 ;
À droite : Mosaïque sonar latéral de 2020 avec report de la limite de l'herbier déterminée en 2010

La mosaïque sonar latéral acquise en 2020 met en évidence une tache sombre et très contrastée sur le sonar latéral, non visible en 2010.

La cartographie des biocénoses permet de mettre en évidence les substrats et biocénoses suivants :

- ▶ Substrat sédimentaire,
- ▶ Herbier dense de Posidonies,
- ▶ Matte morte de Posidonies avec présence d'îlots / faisceaux d'herbiers,
- ▶ Matte morte de Posidonies et sable avec présence d'un herbier dense de zostères naines dont la densité diminue sur ses limites.

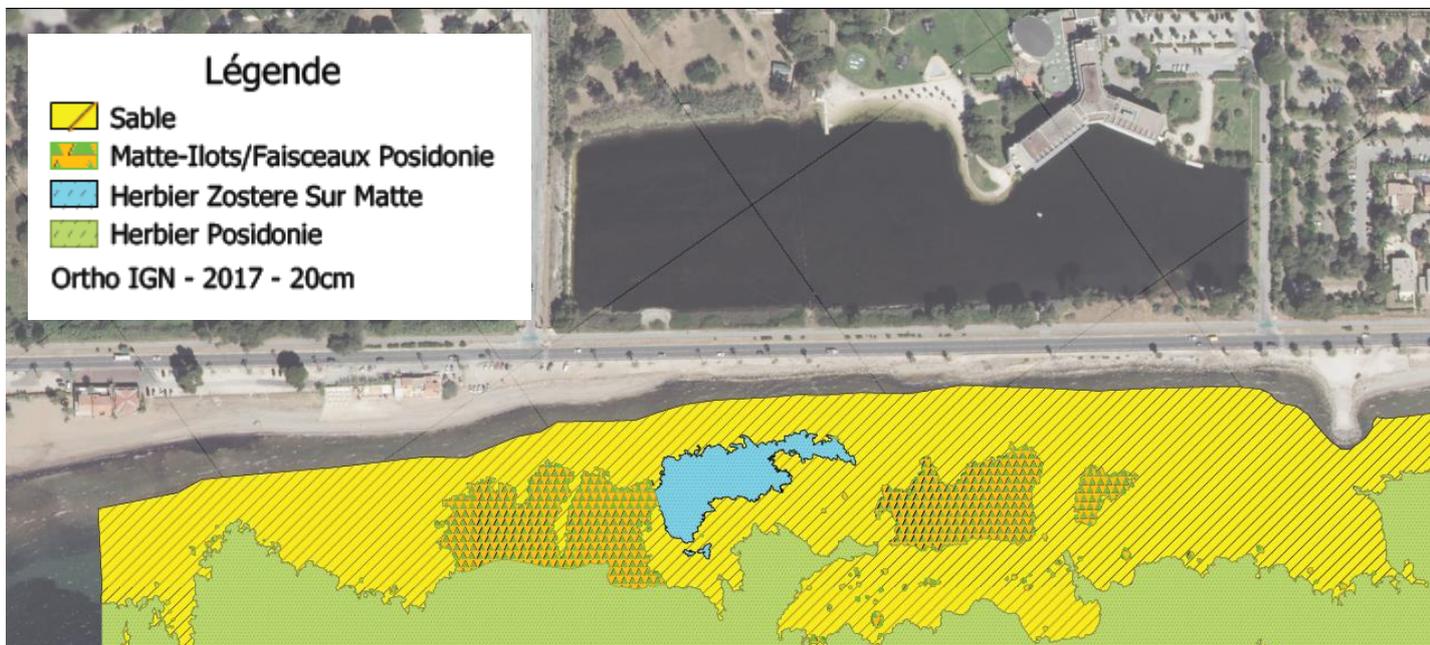


Figure 17 : Cartographie biocénose 2020 @SEMANTIC

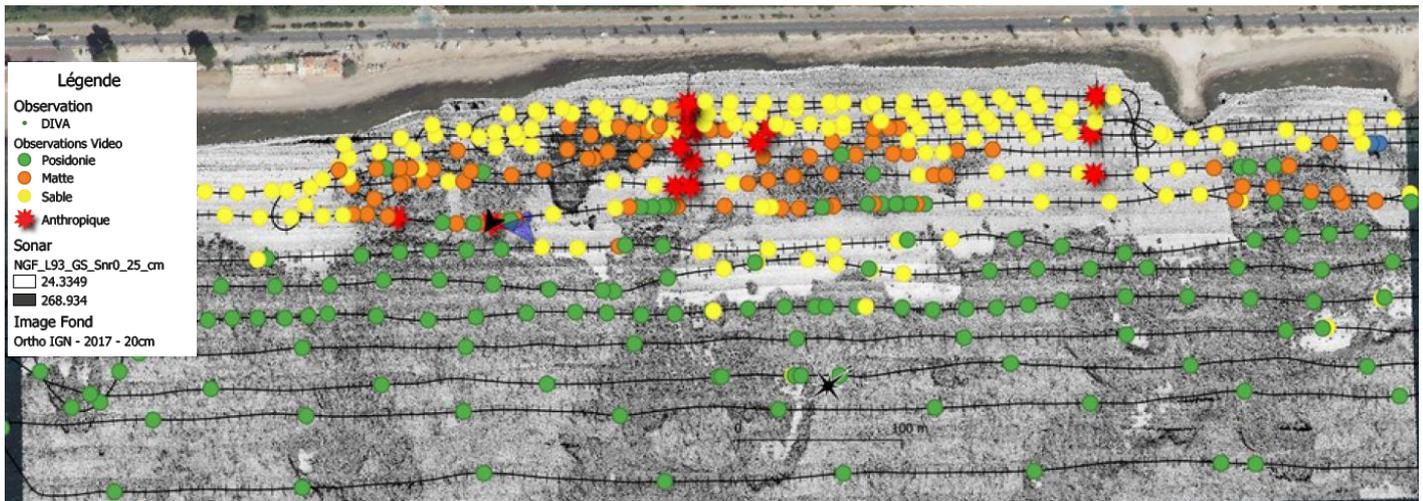


Figure 18 : Relevé géophysique 2020 @ SEMANTIC

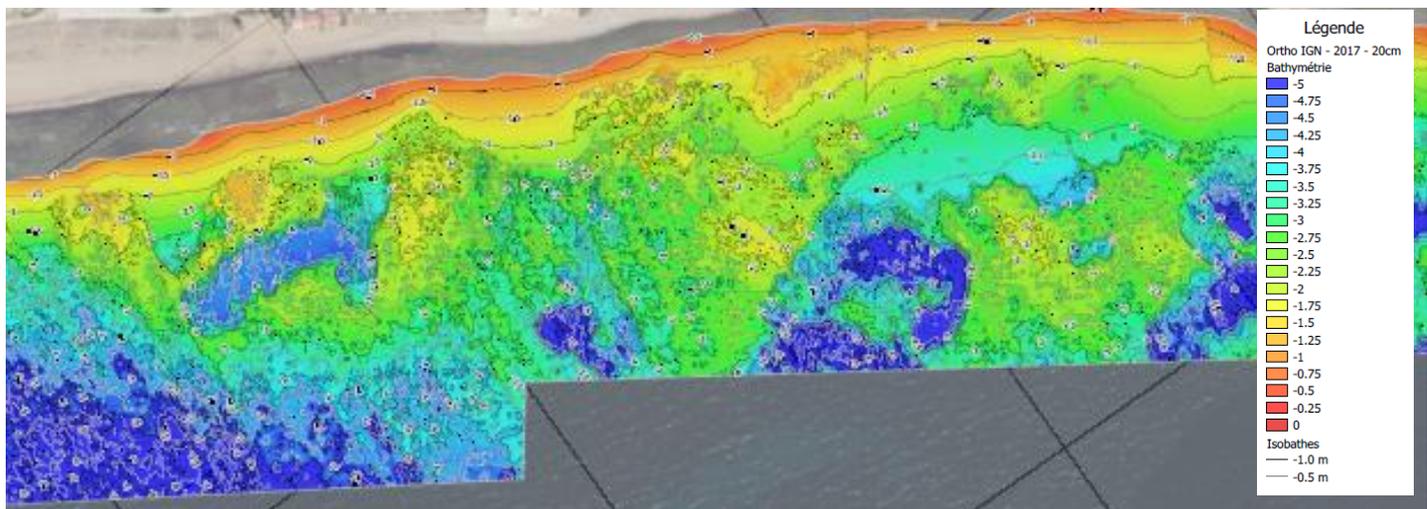


Figure 19 : Bathymétrie 2020 @ SEMANTIC

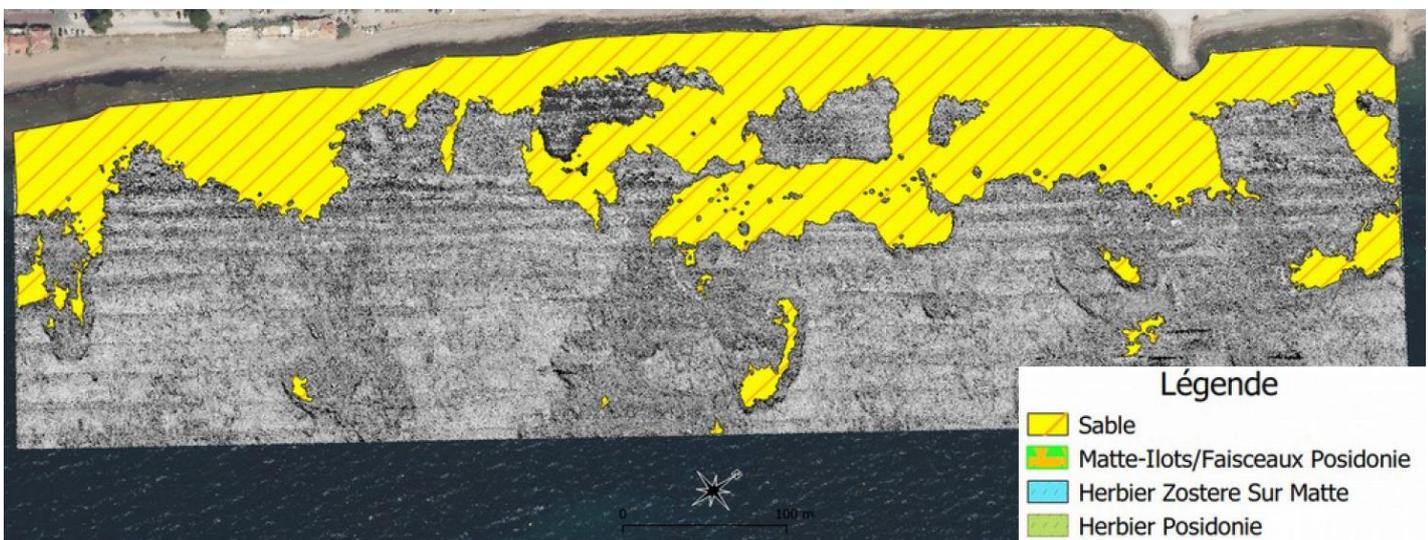


Figure 20 : Les contours des sédiments 2020 @ SEMANTIC

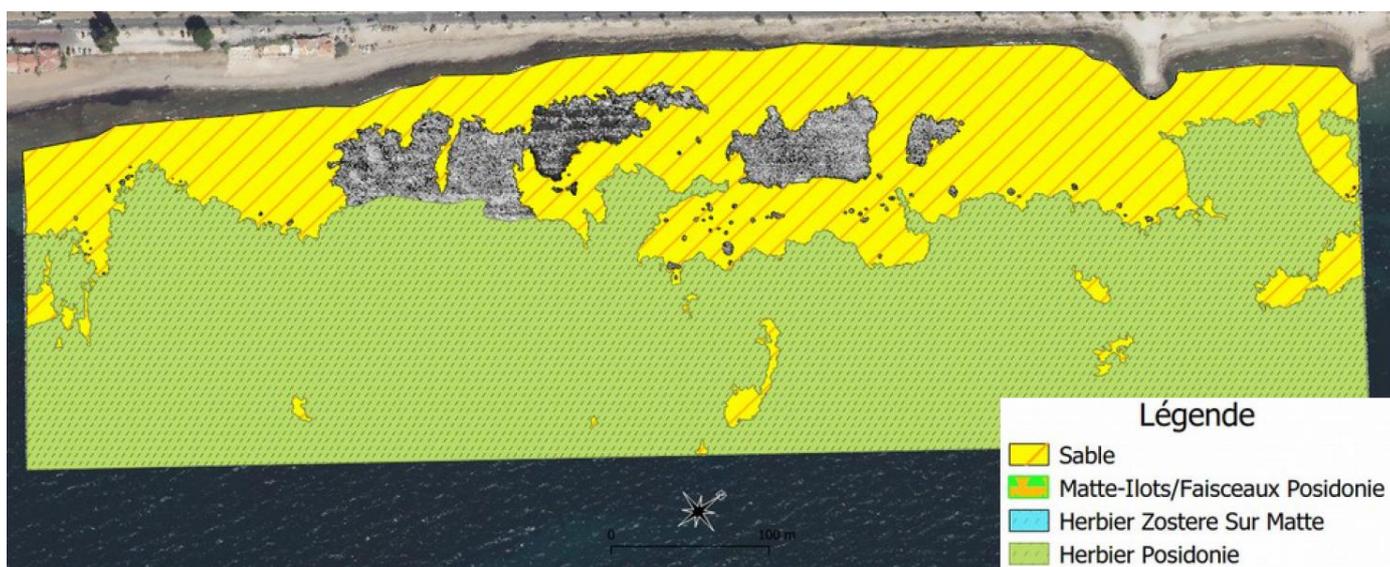


Figure 21 : Les contours du sédiment des herbiers denses de Posidonies 2020 @ SEMANTIC



Figure 22 : Les contours du sédiment des herbiers denses de Posidonies des mattes avec présences de faisceaux / îlots d'herbiers de Posidonies

3.2 LES CONTRAINTES LOCALES

Les espèces protégées (herbiers de Posidonie et de zostères), très présentes sur la zone d'étude à proximité de la côte, ne devront pas subir une augmentation de la mise en suspension de matériaux fins en période de coup de mer (turbidité pouvant conduire au recouvrement). Par conséquent l'emploi de matériaux de plus gros calibre (galets) est préférable pour le rechargement (absence de mise en suspension, stabilité accrue).

Les contraintes socio-économiques sont liées à la présence d'importantes activités balnéaires nécessitant des chenaux et/ou zones de navigation.

La proximité du talus de la promenade et de la route départementale en haut de plage conduit à un effet négatif également en cas de submersion marine (réflexion des jets de rive, érosion du talus).

Des contraintes règlementaires s'imposent également pour la zone d'études (Site Natura 2000, ZNIEFF, Site classé...).

On notera aussi la présence de deux conduites au niveau de la zone de projet. Elles ont été identifiées au cours de la campagne de relevé de la bathymétrie et de cartographie de la biocénose.

Les qualités des matériaux sur zone :

- ▶ Sable grossier (d50 de l'ordre de 0.5 à 1.0 mm) et de nappes de galets sur la plage,
- ▶ Sable fin (d50 entre 0.1 et 0.3 mm) dans les petits fonds (dont emprise projet),
- ▶ Sable très fin (d50 de 0.1 mm et moins) dans les fonds situés au-delà de l'emprise projet.



Figure 23 : Diamètre médian (d_{50}) des échantillons de sédiments prélevés et analysés sur les points indiqués

4 RECAPITULATIF DES ETUDES LIEES AU PROJET

4.1 ÉTUDES PRELIMINAIRES (2010-2012)

Entre 2010 et 2012 des études pour la protection des secteurs Sud et Nord du port Saint-Pierre ont été réalisées par OCÉANIDE :

- ▶ État des lieux des sites en matière d'hydrodynamisme et d'érosion côtière ;
- ▶ Etude de scénarios de lutte contre l'érosion destinés à protéger les plages identifiées comme sensibles entre le port de l'Aiguade et celui de la Capte.

Un recul stratégique du trait de côte a été étudié par la Commune d'Hyères-les-Palmiers, dans le cadre d'un appel à projet (2012/2015). Le recul de la route s'étant avéré non réalisable, la Ville a souhaité que soit étudiée la faisabilité d'autres solutions sur le site du Ceinturon.

4.1.1 Scénario M1

Principe : Implantation d'épis en T et en L en enrochements.

Objectif : Blocage des mouvements sédimentaires le long du rivage.

4.1.2 Scénario M2

Principe : Brise-lames émergés en enrochements + épi en T au droit d'une zone de mattes mortes de Posidonies.

Objectif : Protection du rivage contre la houle + plan d'eau libre entre le rivage et les ouvrages (hormis épi en T).

4.1.3 Scénario M3

Principe : Suppression des épis existants (Ceinturon Nord) + reprofilage de plage.

Objectif : Évaluer l'impact des épis existants.

4.1.4 Scénario M4

Principe : Idem M2 mais substitution de l'épi en T par un brise-lame émergé.

Objectif : Protection du rivage contre la houle + plan d'eau libre entre le rivage et les ouvrages.



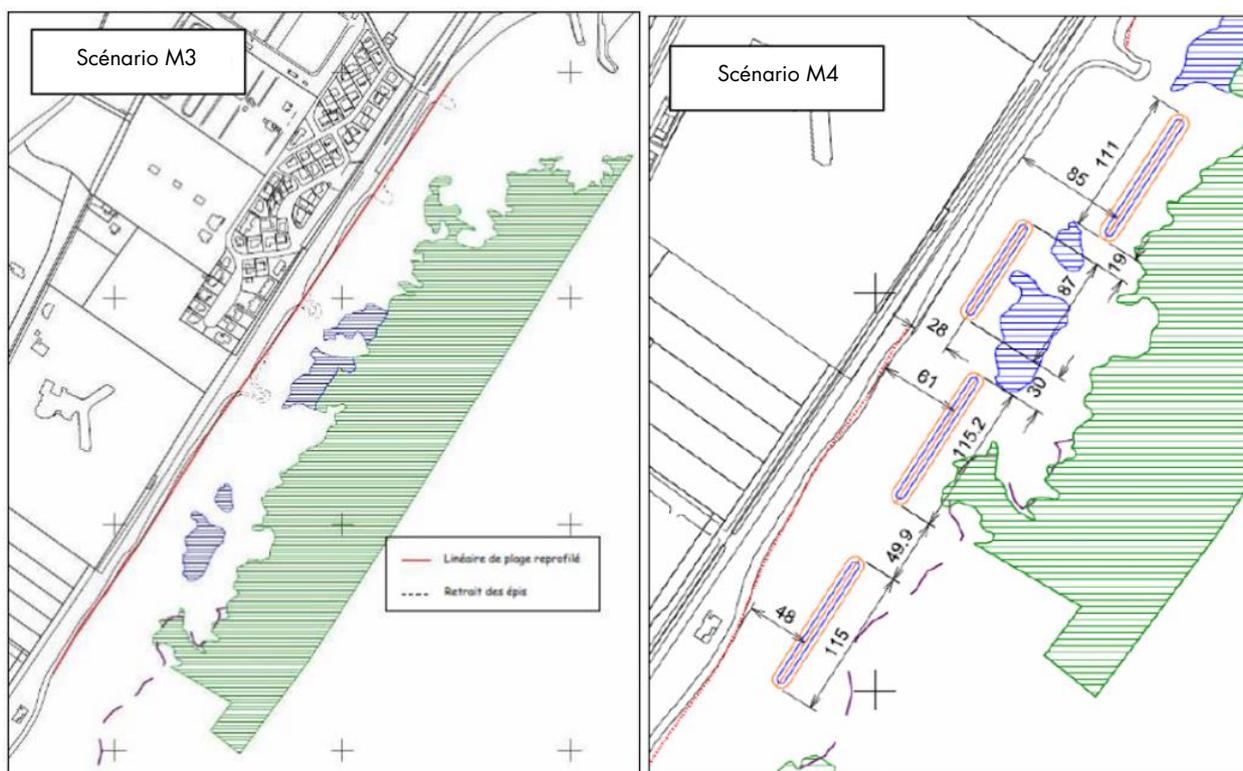


Figure 24 : Plans des scénarios M1 à M4 (source : OCÉANIDE)

Ces quatre scénarios ont été étudiés dans le cadre des études préliminaires réalisées entre 2010 et 2012 sur une zone s'étendant du port de l'Ayguade au port de la Capte.

4.2 ÉTUDES AVP (2017-2018)

De 2017 à 2018, une étude complémentaire de protection de la plage du Ceinturon plein-Sud a également été réalisée par OCÉANIDE. Elle contient les éléments suivants :

- ▶ Un récapitulatif présentant les 4 configurations étudiées en 2010-2012,
- ▶ L'étude de 2 nouvelles configurations sur le linéaire du Ceinturon plein-Sud,
- ▶ Une expertise sédimentaire,
- ▶ Le prédimensionnement des ouvrages envisagés avec des plans et coupes types,
- ▶ L'estimatif des aménagements envisagés,
- ▶ Une analyse multicritère des 6 configurations d'aménagement.

Trois solutions supplémentaires ont été réalisées concernant spécifiquement le secteur du Ceinturon Plein-Sud avec le souhait de s'orienter vers des solutions techniques moins impactantes que des épis ou des brise-lames émergés en enrochements :

4.2.1 Solution 1

Principe : Reprofilage de plage avec rechargement et butée de pied.

Objectif : Restauration de la plage et amortissement du jet de rive, protection du haut de plage contre l'érosion.

4.2.2 Solution 2

Principe : Reprofilage de plage avec talus aérien amortissant en enrochements.

Objectif : Amortissement du jet de rive et protection du haut de plage contre l'érosion.

4.2.3 Solution 3

Principe : Brise-lames immergés en géotextile.

Objectif : Atténuation de l'énergie de la houle, protection du rivage.

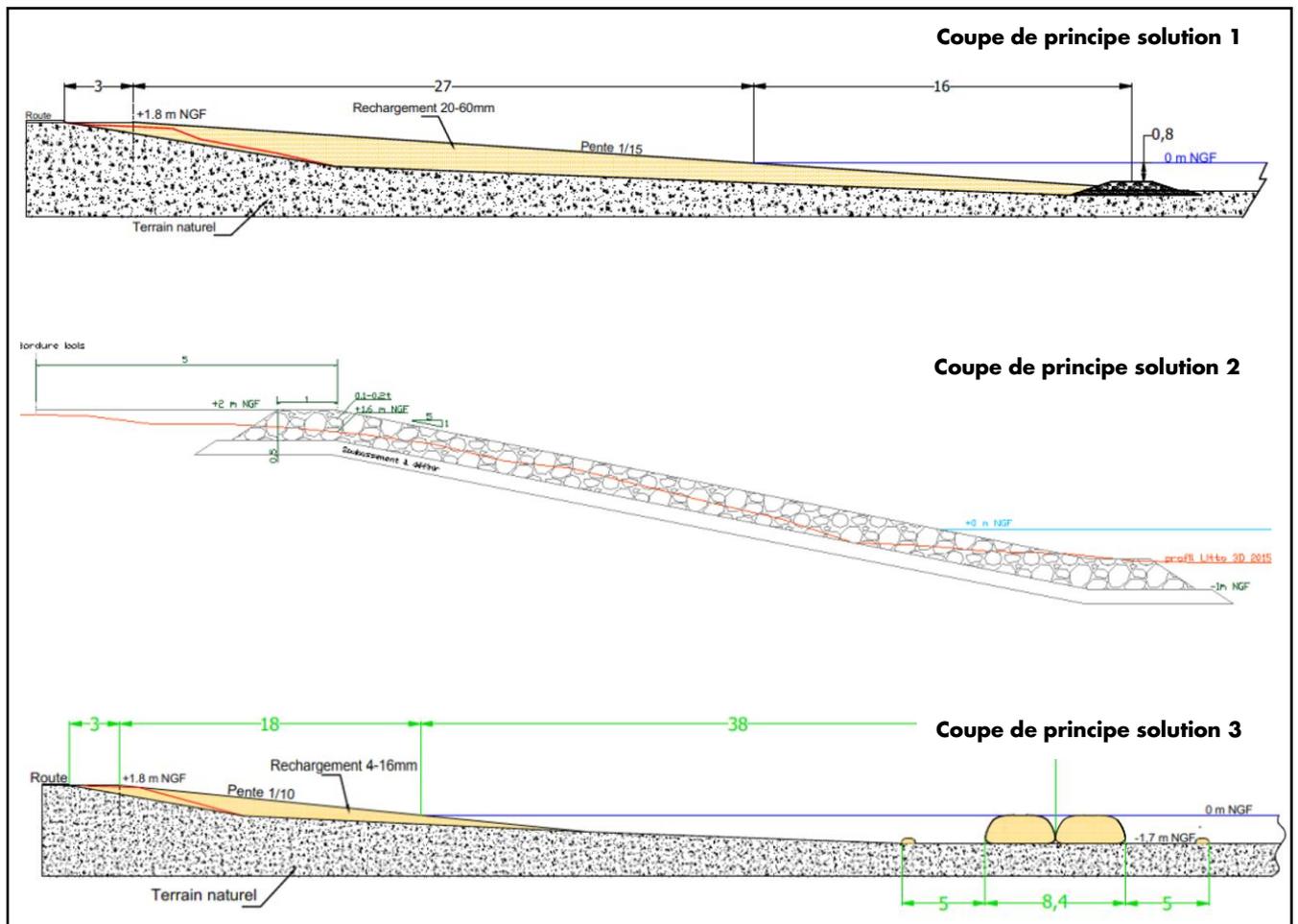


Figure 25 : Coupes de principe des solutions 1, 2 et 3 (source : OCÉANIDE)



Figure 26 : Plan des solutions 1 et 3 (source : OCÉANIDE)

	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: red;">--</td> <td>très défavorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">-</td> <td>défavorable</td> </tr> <tr> <td style="background-color: cyan;">/</td> <td>neutre</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen;">+</td> <td>bon</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;">++</td> <td>très bon</td> </tr> </table>					--	très défavorable	-	défavorable	/	neutre	+	bon	++	très bon
	--	très défavorable													
-	défavorable														
/	neutre														
+	bon														
++	très bon														
	Brise-lames émergés (structures en enrochements)			Butée de pied + rechargement	Brise-lames immergés (structures en géotextile) + rechargement										
	M1	M2	M4												
FAISABILITE															
Mise en œuvre	/	/	/	/	-										
Apports de sable, de graviers et d'enrochements	--	--	--	-	-										
EFFICACITE / EROSION															
Protection contre l'attaque dans le profil	+	+	+	/	+										
Efficacité vis-à-vis des courants	++	++	++	/	+										
IMPACT ENVIRONNEMENTAL															
Sur les fonds	-	-	-	-	/										
Sur le littoral voisin	/	/	/	/	-										
Paysager	--	--	--	+	++										
Renouvellement des eaux	--	-	-	+	/										
Réversibilité	--	--	--	-	-										
En phase travaux	--	--	--	/	/										
PERENNITE / TRAVAUX D'ENTRETIEN															
"Fragilité"	++	++	++	/	-										
Entretien de la plage	-	-	-	--	-										
Efficacité à long terme	+	+	+	--	-										
INTERÊT BALNEAIRE															
Baignade	-	-	-	-	-										
Activités nautiques	-	-	-	/	--										
COUTS															
	-	--	--	/	-										

Figure 27 : Analyse multicritère (source : OCÉANIDE)

D'après les conclusions de l'étude, le scénario M3 (retrait des épis existants + reprofilage de plage) a été jugé trop risqué dans la mesure où l'absence d'ouvrage sans aménagement compensatoire adapté (brise-lames) conduirait à déstabiliser l'équilibre précaire de plage observé sur le Ceinturon Nord. Ainsi, ce scénario a été écarté en amont de l'analyse multicritère et n'y apparaît donc pas.

De même, la solution 2 de l'étude complémentaire a été écartée en raison de son caractère trop artificialisant : Elle ne répondait ni à l'objectif de recherche d'une solution plus douce, ni à la contrainte liée aux activités balnéaires (accès et usage de la mer) plutôt en faveur d'une restauration de la plage.

4.3 SOLUTION RETENUE PAR TPM (2018-2019)

Par suite des réunions des 10 et 14 Novembre 2017 et compte tenu des différents enjeux environnementaux, économiques et touristiques, la solution 1 « *Reprofilage de la plage en galets avec une butée de pied* » a donc été validée par la Commune d'Hyères-les-Palmiers et les services de l'État en totale connaissance de sa nature et des raisons, contraintes et objectifs justifiant les choix retenus, notamment l'implantation du projet sur une zone bien délimitée.

Le programme initial du projet consiste en la restauration d'une largeur de plage minimale et au maintien de la stabilité du rechargement par une butée de pied afin de ne pas risquer de recouvrir les espèces protégées.

Le projet n'avait pas pour vocation de régler les problèmes de submersion et, par voie de conséquence, de protection des aménagements du bord de mer.

La solution retenue consiste en la réalisation d'une butée de pied avec rechargement de la plage sur le secteur Ceinturon Plein-Sud.

Avec une butée de pied, les matériaux seront en partie retenus pour limiter les pertes vers le large et protéger l'herbier d'un recouvrement potentiel en cas de tempête. Le rechargement en pente douce de 1/15 sera constitué de petits galets de 20-60 mm.

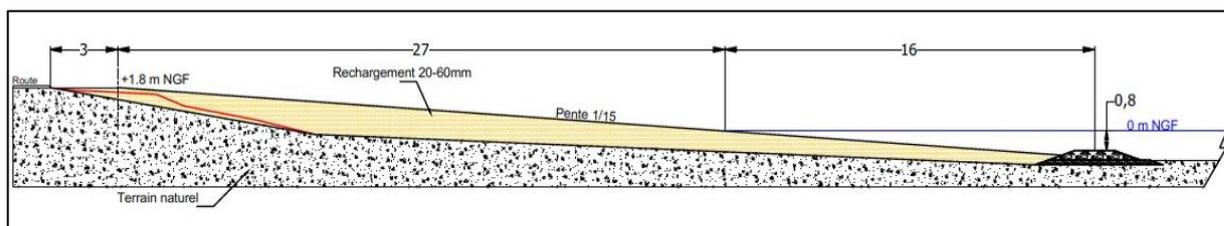


Figure 28 : Coupe de principe de la butée de pied et du rechargement (programme du projet)

La butée de pied n'a pas pour vocation de réduire la hauteur de houle mais de maintenir les matériaux de rechargement de plage. En ce sens, le programme précise que :

- ▶ En conditions annuelles de printemps, la crête de la plage ne devrait pas être franchie ;
- ▶ En conditions annuelles de houle de direction de provenance N125°, les franchissements ne devraient pas être réduits malgré le rechargement de plage.

Il a été retenu de réaliser une butée de pieds constituée d'énrochements.

Le programme préconise un matériau de 20-60 mm (petits galets) estimé à partir des lois de début d'entraînement des sédiments et à l'aide du concept de cisaillement critique (critère de Shields) selon des conditions de houle et de courant annuelles.

Ces hypothèses de projet de faible période de retour sont favorables à l'emploi de matériaux compatibles avec les activités balnéaires et le confort des usagers, mais elles limiteront la tenue du profil de rechargement dans le temps selon la fréquence et l'intensité des épisodes de tempête qu'il subira.

4.4 GENESE DU PROJET RETENU (2020-2021)

4.4.1 Cartographie des biocénoses et problématique d'emprise du projet

La société SEMANTIC a réalisé une campagne de levé bathymétrique et de cartographie des biocénoses (emprise des herbiers) au sonar multifaisceaux puis, dans un second temps, une campagne d'identification terrain par plongée pour valider la nature des différents fonds détectés au sonar multifaisceaux et confirmer les limites d'emprise des herbiers.

La campagne de plongée avait pour objectif de valider la limite de l'herbier détectée au sonar qui semblait avoir évolué depuis les études préliminaires : Il apparaissait en effet que la butée de pied puisse se trouver sur l'emprise de l'herbier (voir Figure 29).

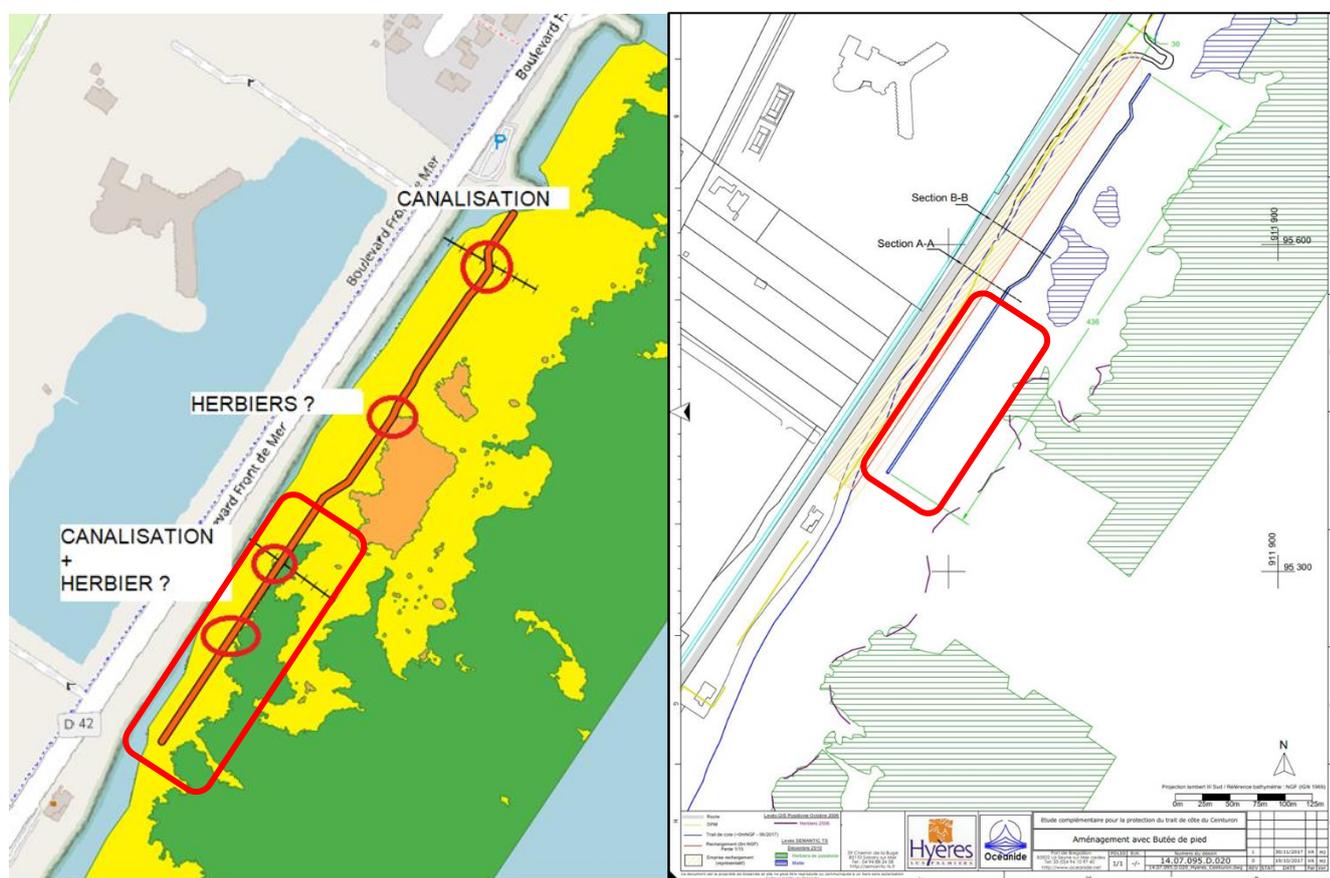


Figure 29 : Cartographie SEMANTIC provisoire (source : sortie sonar sans identification terrain) à gauche. À droite Cartographie issue des études antérieures (entouré en rouge : zone non renseignée au stade des études antérieures)

Les conclusions de cette campagne ont confirmé la présence d'un herbier protégé de zostères au niveau de l'implantation de la butée de pied et du rechargement dans la zone Sud du projet (voir Figure 29).

Cartographie finale des biocénoses (après identification terrain) réalisée par SEMANTIC en mai 2020 :



Figure 30 : Cartographie des biocénoses (SEMANTIC, Mai 2020)

La présence d'un herbier de zostères (en bleu) a ainsi été mise en évidence sur une partie de la butée de pied et du rechargement prévus par le projet (zone entourée de rouge).

Les solutions étudiées ont donc intégré cette contrainte ce qui a nécessité d'ajuster la solution retenue au programme.

4.4.2 Genèse du projet retenu

4.4.2.1 Récapitulatif des solutions étudiées au stade AVP

4.4.2.1.1 Solution 1 (solution initiale prévue au programme et issue des études préliminaires)

Principe : Reprofilage de plage avec rechargement et butée de pied conforme au programme.

Objectif : Restauration de la plage et amortissement du jet de rive, protection du haut de plage contre l'érosion.

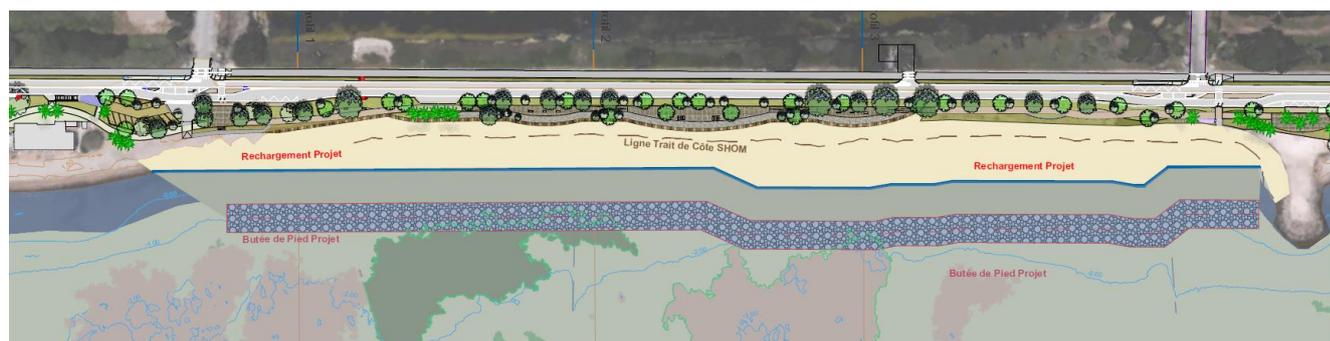


Figure 31 : Vue en plan Solution 1 (programme) phase AVP

4.4.2.1.2 Solution 2

Principe : Création d'une plage suspendue soutenue par un talus en enrochements au droit de l'herbier de zostères, complétée par un mur de gabions pour protéger la promenade / projet conforme au programme ailleurs.

Objectif : Diminuer l'emprise du projet pour ne plus empiéter sur l'herbier protégé tout en conservant une efficacité similaire en termes d'amortissement du jet de rive et de protection du haut de plage contre l'érosion (franchissements maintenus du même ordre que pour la solution 1).

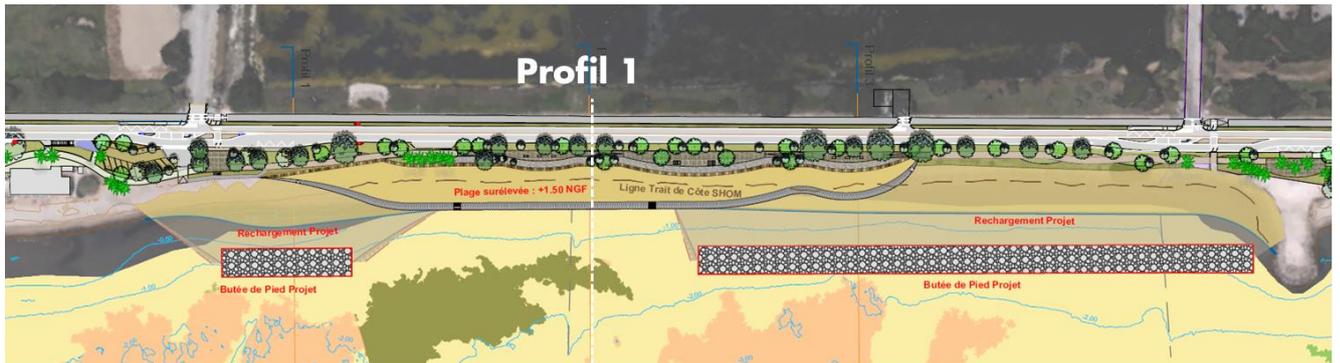


Figure 32 : Vue en plan Solution 2 (avec plage suspendue au droit de l'herbier) phase AVP

4.4.2.1.3 Solution 3

Principe : Reprofilage de plage avec rechargement, emprise de butée de pied ajustée pour contourner les herbiers, mur de gabions en haut de plage pour compenser l'é étroitesse et la faible hauteur du rechargement de plage au droit de l'herbier.

Objectif : Diminuer l'emprise du projet pour ne plus empiéter sur l'herbier protégé tout en conservant une efficacité similaire en termes de franchissements (maintenus du même ordre que pour la solution 1) et de protection du haut de plage (promenade sur platelage bois).

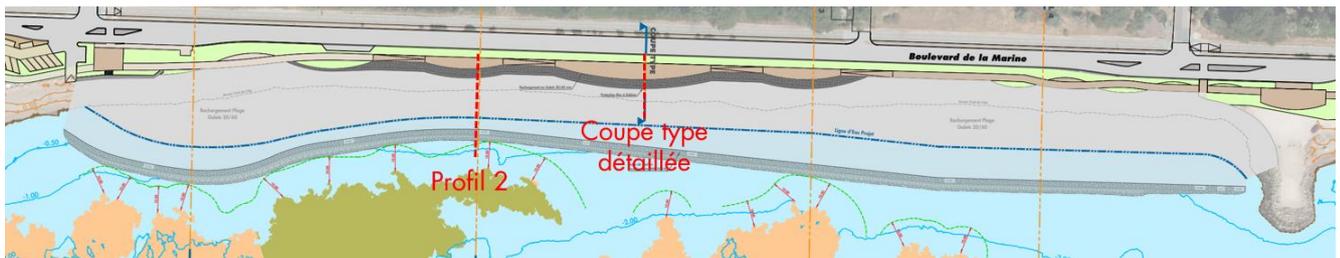


Figure 33 : Vue en plan Solution 3 (contournement herbiers) phase AVP

4.4.2.1.4 Synthèse

L'étude de la solution 1 initiale (programme) sur modèle hydrodynamique numérique confirme le niveau de protection du haut de plage annoncé par les études préalables d'OCÉANIDE (débits moyens de franchissement du même ordre de grandeur). Cette modélisation avec celle de la situation actuelle ont servi de référence comparative pour les solutions alternatives étudiées en phase AVP (solutions 2 et 3).

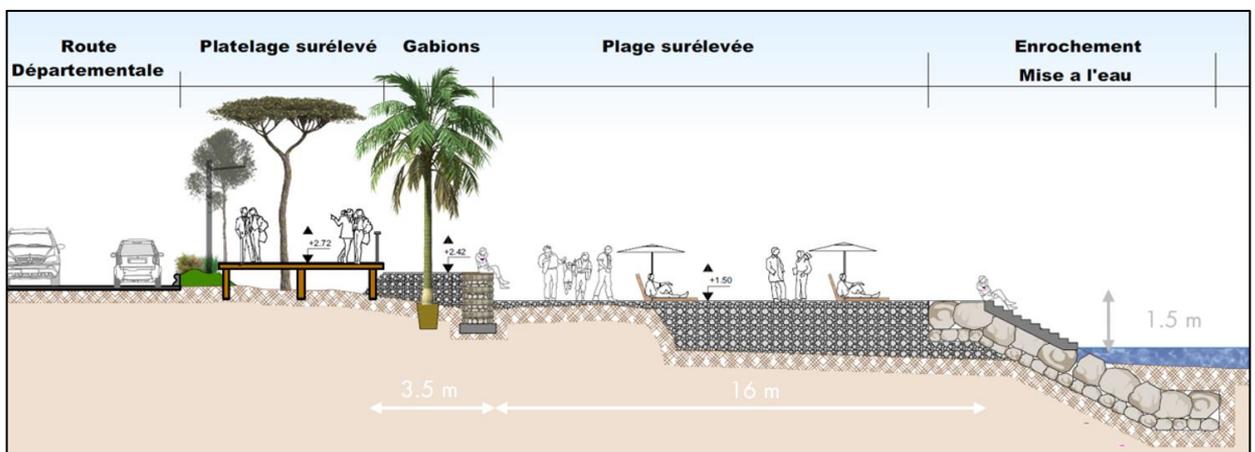


Figure 34 : Profil 1 de la solution 2 (plage suspendue)

La modélisation a montré que la solution 2 permettait de maintenir au droit de l'herbier une protection de la promenade équivalente et même meilleure que la solution 1 prévue au programme (débit moyen de franchissement).

Cette solution a cependant été critiquée pour son aspect massif et artificialisant, et a donc été rejetée par la Commune et les services de l'État (DDTM) lors de la réunion du 16/10/2020.

En réponse, une solution 3 plus douce a été étudiée. Elle consistait à conserver le principe du programme partout (rechargement de plage et butée de pied, sans plage suspendue) **en ajustant le tracé d'implantation de la butée de pied pour contourner à distance suffisante (10 m minimum) de l'emprise des herbiers et des mattes mortes.**

Afin de favoriser la stabilité du rechargement et éviter d'augmenter la réflexion de la houle, la pente du profil de plage est maintenue à 1/15 maximum. Par conséquent, la largeur de plage et l'arase du haut de plage initialement prévues au programme ne peuvent être conservées partout : Ainsi, pour maintenir une protection équivalente du haut de plage et de la promenade, il a été proposé de conserver le principe de muret en gabions qui était proposé à l'arrière de la plage suspendue (solution 2) pour le retrouver en haut de plage sur la zone étroite et basse de la solution 3.

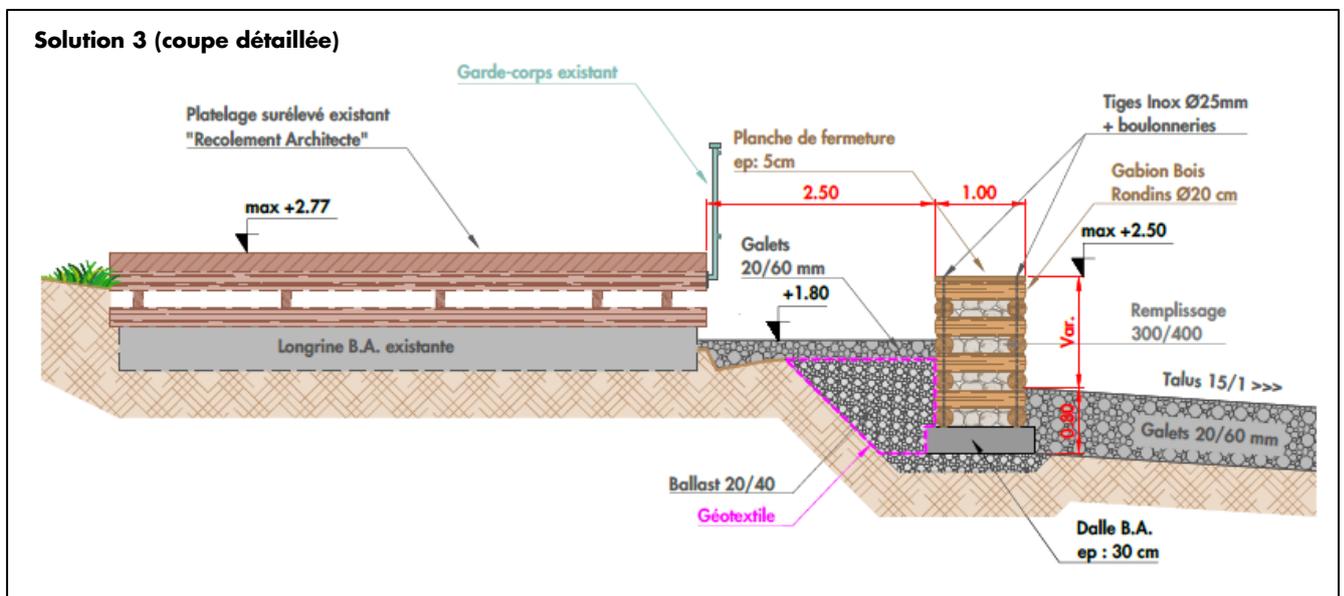
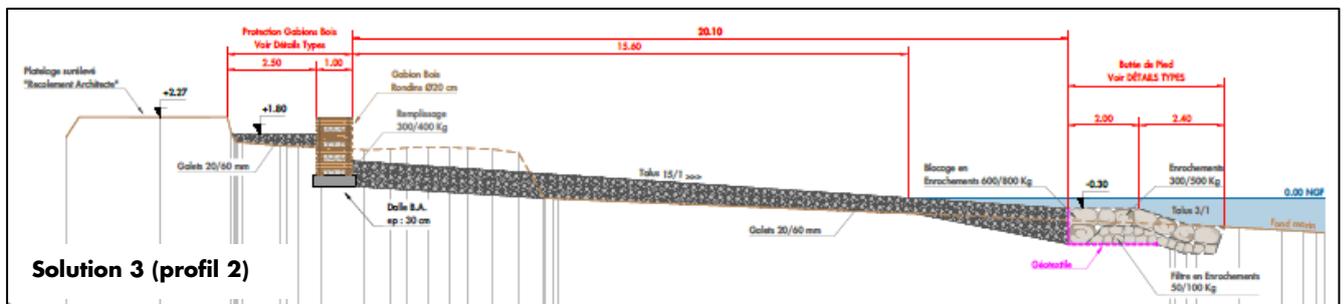


Figure 35 : Profil 2 et coupe détaillée de la solution 3 au niveau de la zone de plage étroite (au droit de l'herbier et de la promenade en platelage bois)

La modélisation a montré que la solution 3 permettait de maintenir au droit de l'herbier une protection équivalente de la promenade, voire légèrement meilleure que la solution 1 du programme en conditions de PR 10 ans.

Cette solution a été aussi critiquée pour l'aspect imposant du mur de gabions en bois, dont l'arase atteint au plus haut +2.50 m NGF, et pour la tendance de cet ouvrage à dénaturer le site selon l'architecte paysagiste de la DREAL qui s'est exprimé lors de la réunion du 13/01/2021.

La solution 3 se rapprochait cependant de ce qui était souhaité au programme. Par conséquent, une adaptation a été étudiée pour converger vers une solution 3 ajustée faisant consensus : **Un gabion plus discret et moins haut (+1.80 m NGF) accompagné d'une végétalisation adaptée (étude paysagère).**

4.4.2.2 Solution retenue « Solution 3 ajustée »

Principe : Idem solution 3 avec mur de gabions plus discret arasé à +1.80 m NGF.

Objectif : Diminuer l'emprise du projet pour ne plus empiéter sur l'herbier protégé tout en conservant une efficacité similaire en termes franchissements (maintenus du même ordre que pour la solution 1) et de protection du haut de plage (promenade sur platelage bois).

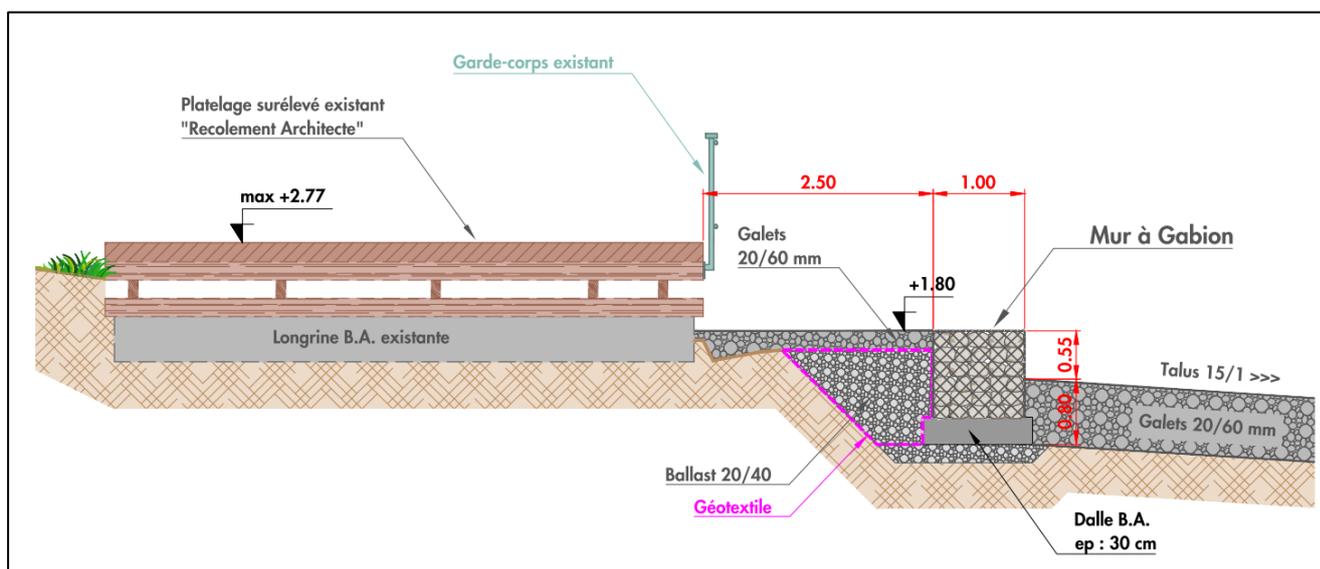


Figure 36 : Coupe détaillée de la solution 3 ajustée au niveau de la zone de plage étroite (mur de gabions rabaisé et plus discret)

Sur la zone de plage étroite **où le mur de gabions est un élément de protection essentiel**, la modélisation montre que cette solution conduit à un niveau de protection du haut de plage équivalent en conditions **de PR 1 an mais inférieur à la solution 3 et même inférieur à la solution 1 en conditions de PR 10 ans.**

A l'occasion de la réunion autour de cette ultime solution le 11/02/2021, deux variantes ont ainsi été présentées avec étude paysagère et rendus d'insertion :

- Gabions arasés à +1.80 m NGF,
- Gabions arasés à +2.10 m NGF.

La seconde variante a été évoquée dans le but de se rapprocher du niveau de protection du haut de plage attendu avec la solution 1. **Celle-ci n'a pas soulevé d'opposition particulière, mais afin d'éviter toute déconvenue sur l'impact visuel, il a donc été retenu une arase de gabions à +2.00 m NGF pour la solution définitive.**

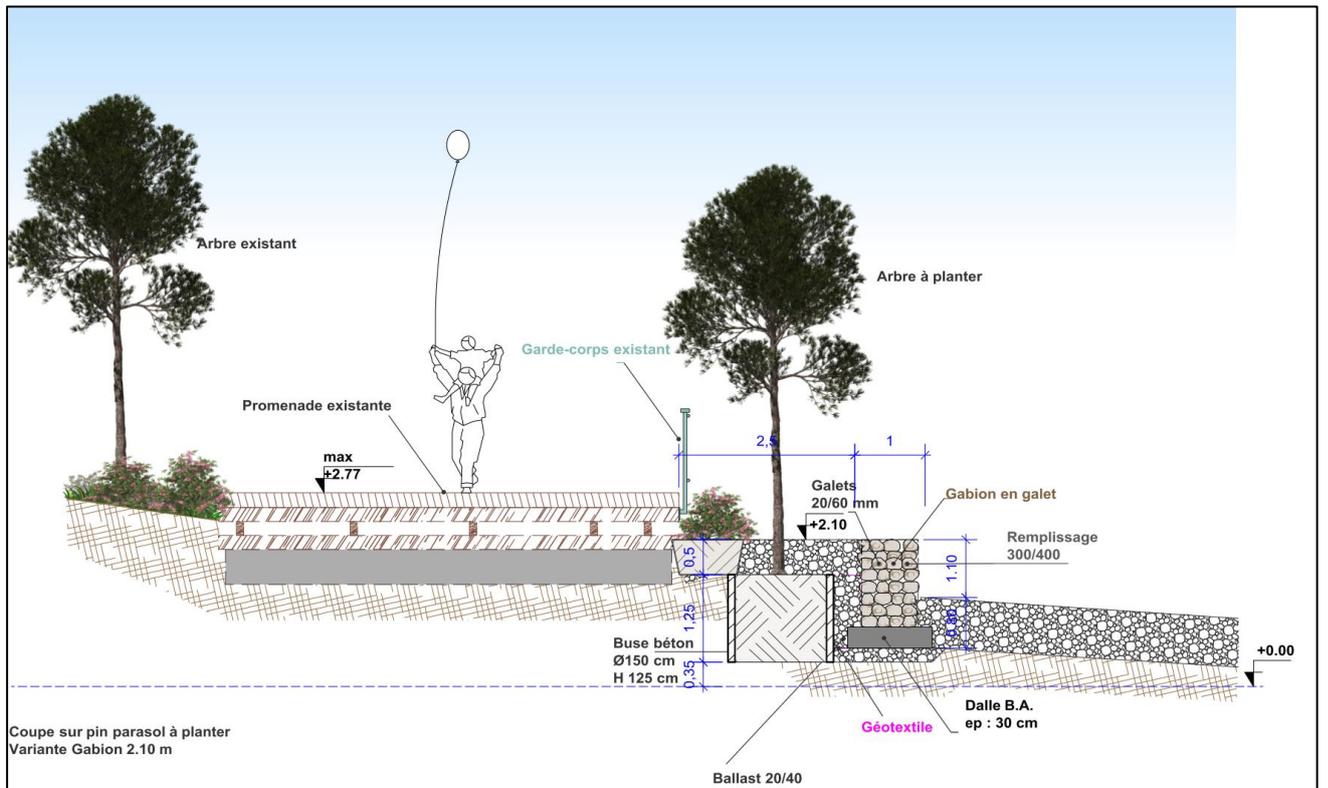
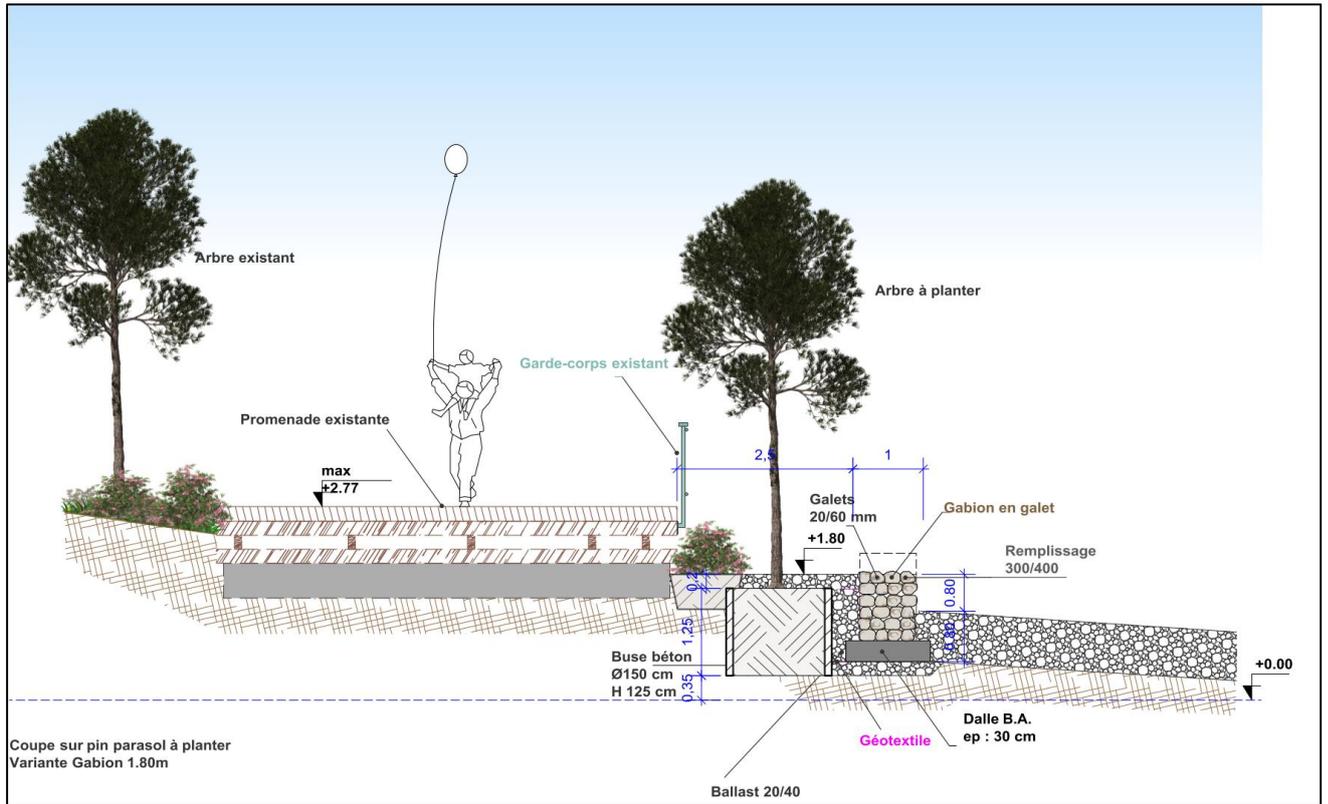


Figure 37 : Coupes paysagères des variantes d'arase du mur de gabions

4.4.2.3 Vérifications hydrauliques marine

A partir de l'analyse statistique des données de houle au point 4 MWM, l'étude de propagation a permis d'établir les conditions de projet à proximité de la zone du Ceinturon afin de les simuler ensuite sur le modèle hydrodynamique 3D local.

La propagation des houles de projet a été simulée sur le modèle MIKE 21 Spectral Wave (M21SW).

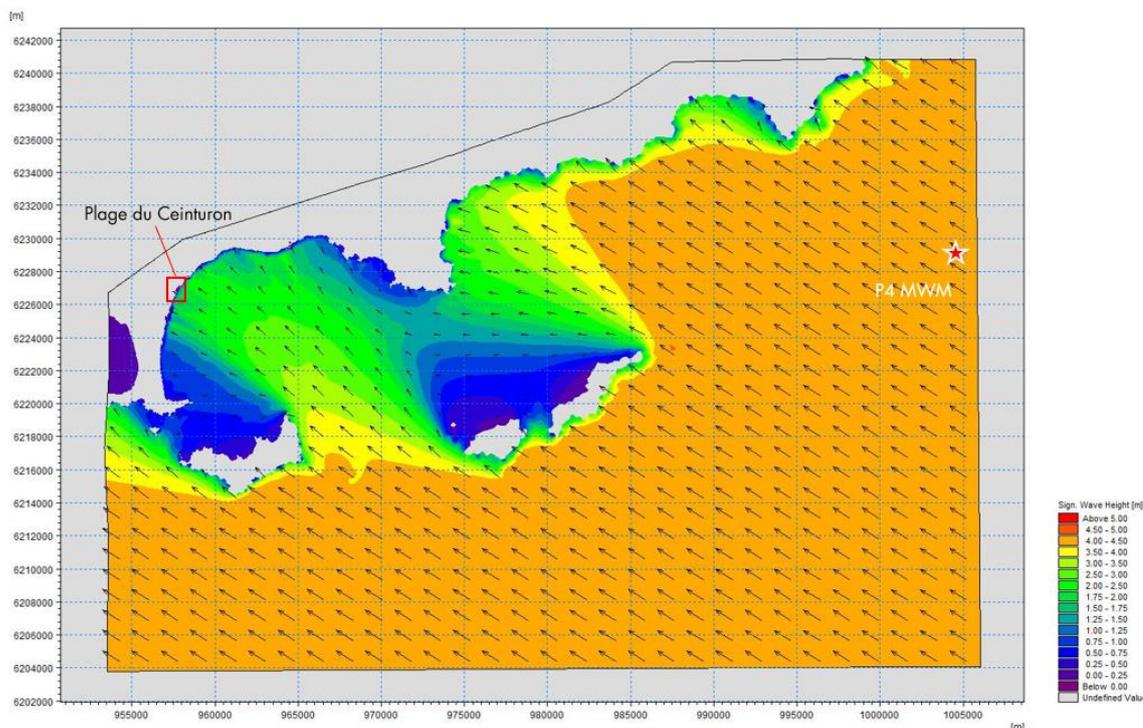


Figure 38 : Exemple de plan de vagues en conditions de PR 10 ans – Dir. houle N125°

L'étude de propagation conclut que la direction N125° de provenance de la houle au large conduit aux conditions les plus pénalisantes sur la zone de projet.

Le modèle hydrodynamique 3D mis en œuvre pour simuler localement la zone de projet est MIKE 3 Wave FM (M3WFM). Ce modèle avancé peut être mis en application pour des études aux thématiques aussi diverses que l'industrie offshore et maritime, les ports et terminaux de commerce, les zones côtières et les submersions marines.

Ce modèle a été mis en œuvre afin de répondre précisément à l'élargissement des objectifs du programme initial afin de quantifier les franchissements et définir les éléments nécessaires à la protection des aménagements du bord de mer.

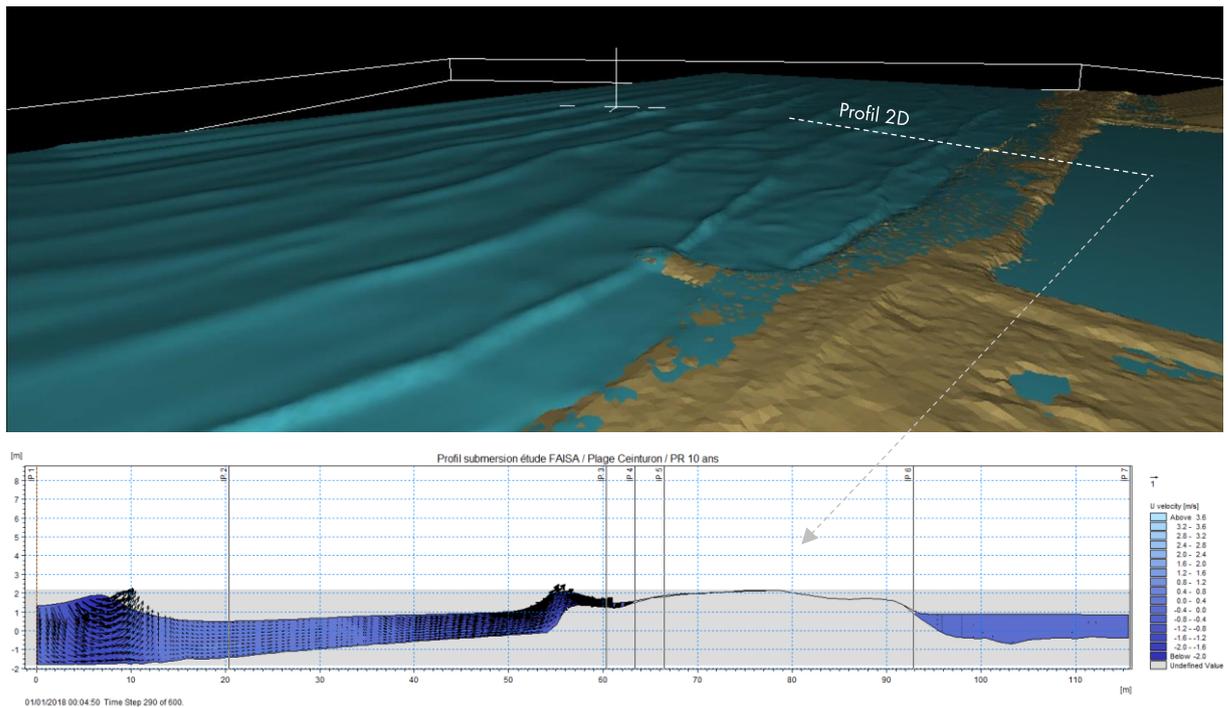


Figure 39 : Extrait d'animation 3D de l'épisode de PR 10 ans simulé sur M3WFM (en haut)
Extrait d'animation sur un profil du modèle 3D (en bas)

4.4.2.3.1 Conditions simulées à l'aide de M3WFM

- ▶ HOULE (caractéristiques au niveau de la zone de génération du modèle M3WFM) :
 - **PR 1 an :** **Hs = 1.5 m / Tp = 8.0 s**
 - **PR 10 ans :** **Hs = 2.1 m / Tp = 9.0 s**
 - **DIRECTION DE PROVENANCE :** **N120°**
- ▶ NIVEAU D'EAU ASSOCIE :
 - **PR 1 an :** **+0.74 m NGF**
 - **PR 10 ans :** **+0.86 m NGF**

4.4.2.3.2 Résultats M3WFM concernant les franchissements

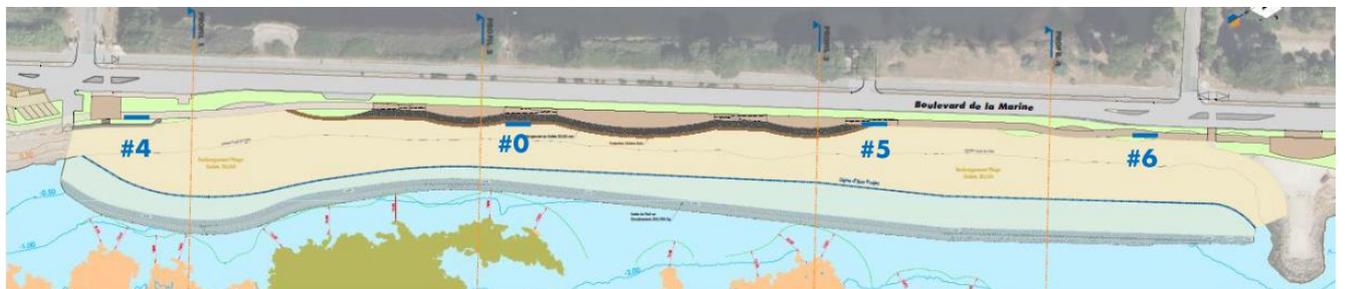


Figure 40 : Position des segments de contrôle où ont été calculés les franchissements atteignant la promenade

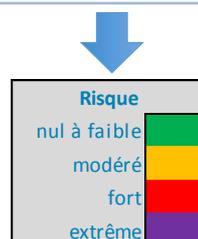
Débit moyen de franchissement (l/s/m)		Segment 0	Segment 4	Segment 5	Segment 6
		1 an	Actuel	6.41	9.52
Solution 1 (Océanide)	0.00		0.00	0.00	0.04
Solution 2	0.00		0.00	0.00	0.01
Solution 3	0.00		0.00	0.00	0.00
Solution 3 ajustée	0.00		0.00	0.00	0.00
10 ans	Actuel	52.29	38.57	44.98	67.90
	Solution 1 (Océanide)	3.36	0.32	3.33	3.90
	Solution 2	1.87	1.01	4.76	4.69
	Solution 3	1.12	1.42	1.46	3.28
	Solution 3 ajustée	7.65	1.48	2.20	3.28

4.4.2.3.3 Seuils de référence et niveaux de risque

En termes de niveau de risque, le Guide Enrochement fournit des valeurs critiques de référence concernant l'exposition aux franchissements pour les piétons, les véhicules, les bâtiments, etc.

	q Débit franchissant moyen (m ³ /s par m)	V_{max} Volume franchissant maximum (m ³ /m)
Piétons		
Dangereux pour des piétons ignorant les risques, plutôt facilement contrariés ou effrayés ; pas de visibilité claire sur la mer, passages étroits ou bord très proche	$q > 3 \cdot 10^{-5}$	$V_{max} > 2 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}$
Dangereux pour des piétons conscients des risques, pas facilement contrariés ou effrayés, capables de tolérer d'être mouillés ; bonne visibilité sur la mer, passage plus large	$q > 1 \cdot 10^{-4}$	$V_{max} > 0.02 - 0.05$
Dangereux pour le personnel formé, bien chaussé et protégé, qui s'attend à être mouillé ; franchissement à des niveaux bas seulement, pas de retombées, faible risque de chute depuis le passage	$q > 1 \cdot 10^{-3} - 0.01$	$V_{max} > 0.5$
Véhicules		
Dangereux en cas de conduite à vitesse modérée ou rapide, franchissement impulsif donnant lieu à des retombées ou à des jets très rapides	$q > 1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$	$V_{max} > 5 \cdot 10^{-3}$
Dangereux en cas de conduite au pas, franchissement par écoulements pulsatoires à des niveaux bas seulement, pas de retombées	$q > 0.01 - 0.05$	$V_{max} > 0.1$
Bâtiments et par extension, toute structure ou construction terrestre (promenade à structure bois par exemple)		
Aucun dégât	$q < 1 \cdot 10^{-6}$	
Dégâts mineurs sur les installations etc.	$1 \cdot 10^{-6} < q < 3 \cdot 10^{-5}$	
Dégâts structurels	$q > 3 \cdot 10^{-5}$	

(source : Guide Enrochement, CIRIA – CETMEF/CEREMA, 2009)



Traduction des résultats par niveau de risque

	Actuel				Solution 1 Océanide				Solution 2				Solution 3				Solution 3 ajustée				
	#0	#4	#5	#6	#0	#4	#5	#6	#0	#4	#5	#6	#0	#4	#5	#6	#0	#4	#5	#6	
PR 1 an	Niveau de risque																				
	Piétons	Fort	Fort	Fort	Fort	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
	Véhicules	Fort	Fort	Fort	Fort	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
	Promenade	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
PR 10 ans	Niveau de risque																				
	Piétons	Extrême	Extrême	Extrême	Extrême	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort
	Véhicules	Extrême	Extrême	Extrême	Extrême	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort
	Promenade	Extrême	Extrême	Extrême	Extrême	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort

Risque	
nul à faible	Modéré
modéré	Fort
fort	Extrême
extrême	

Les franchissements sont diminués sur les quatre cas projet mais restent cependant importants en conditions de PR 10 ans.

La solution 3 et la solution 3 ajustée comportent des aménagements de protection en haut de plage (gabions) destinés à protéger la promenade contre les sous-pressions et l'érosion de son terrain d'assise.

Cette protection, efficace au regard des bons résultats obtenus en conditions de période de retour 1 an, sera néanmoins probablement insuffisante en conditions de période de retour 10 ans et plus. Néanmoins, pour maintenir une protection équivalente à la solution souhaitée initialement par le programme, **il est retenu de fixer au minimum l'arase des gabions à +2.00 m NGF.**

4.4.2.3.4 Zones submergées et courants

Les images ci-dessous illustrent les résultats de simulation en conditions de période de retour 10 ans et comportent :

- ▶ Les vecteurs vitesse de courant moyenné sur la profondeur sur la durée de l'épisode simulé,
- ▶ La carte de hauteur significative de houle (échelle de couleurs),
- ▶ La surface submergée au cours de l'épisode simulé.

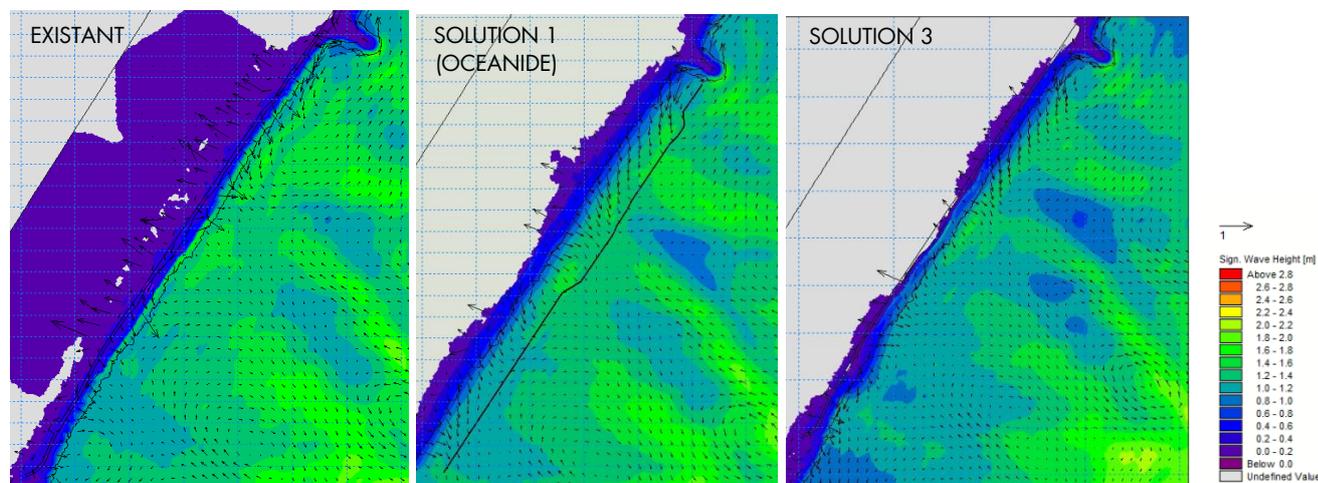


Figure 41 : Vecteur de vitesse moyenne et hauteur significative de houle pour la situation actuelle et les situations projet

Sur la solution 3, les vitesses moyennes sont similaires à celles qui sont observées avec la solution 1. Sur l'extrémité Nord, on observe des vitesses légèrement plus importantes que sur le reste du linéaire (effet induit par l'épi) mais qui restent de l'ordre de 1 m/s (moyenne sur la colonne d'eau).

Les courants, dirigés Nord-Sud légèrement vers le large le long du littoral, s'atténuent dans les petits fonds pour disparaître au-delà de la butée de pied.

En termes de surface submergée, la solution 3 présente la meilleure efficacité puisque les jets de rive sont fortement atténués en haut de plage et ne débordent pas ou peu au-delà de la promenade, la voie de circulation automobile semble ainsi plutôt bien préservée.

4.4.2.4 Érosion et submersion - Synthèse

En conditions de PR 1 an, **les franchissements importants observés sur la situation actuelle sont quasiment supprimés par la situation projet**. Les niveaux de risque très élevés observés avec la situation actuelle sont ainsi ramenés à des niveaux faibles à nul en situation projet.

En conditions de PR 10 ans, les franchissements sont diminués d'un facteur 10 à 20 par rapport à la situation actuelle mais ils sont encore importants. Ainsi, bien que légèrement atténué, le niveau de risque reste élevé.

Les aménagements de protection de haut de plage (gabions) retenue avec la solution 3 au droit de la promenade en platelage bois complètent idéalement le rechargement de plage plus faible au droit des herbiers. Ils seront efficaces pour significativement diminuer les franchissements en conditions de période de retour 1 an et permettront ainsi :

- **D'assurer une protection mécanique du talus d'assise de la promenade contre les effets d'érosion et d'affouillement dus aux jets de rive ;**
- **D'assurer la stabilité des aménagements du bord de mer en crête de talus du haut de plage pour un houle annuelle (conditions de PR 1 an) ;**
- **Au-delà, et notamment pour des conditions de PR 10 ans et plus, cette protection n'est pas garantie au regard des franchissements importants encore observés sur les simulations. Des dommages sur les aménagements de la promenade sont donc possibles.**

4.5 DESCRIPTION DES PARTIES D'OUVRAGE ET MATERIAUX

4.5.1 La butée de pied (550 ml)

Sur la base des études hydrauliques la butée de pied a été dimensionnée suivant les hypothèses suivantes :

- ▶ Absence de dommage : $S_d = 1$
- ▶ Sollicitation par le nombre maximal de vagues admis par le domaine de validité de l'équation : $N = 3\ 000$
- ▶ Masse volumique de l'eau de mer : $1\ 025\ \text{kg/m}^3$
- ▶ Masse volumique de la roche : $2\ 650\ \text{kg/m}^3$
- ▶ Densité relative déjaugée : $\Delta = 1.59$

Le calcul conduit à un diamètre nominal des blocs naturels : $D_{n50} = 0.5 \text{ m}$, soit :

ρ_{stone}	2 650 kg/m ³	masse volumique roche
D_{n50}	0.50 m	diamètre nominal médian des blocs de carapac
M_{50}	331.3 kg	masse médiane des blocs de carapace
NLL	130.8 kg	Nominal Lower Limit (passant à 15%)
NUL	524.7 kg	Nominal Upper Limit (passant à 70%)

Selon ces deux approches, une gamme de blocs de 300-500 kg présentant une masse médiane $M_{50} = 400 \text{ kg}$ est donc recommandée pour constituer une butée de pied réputée stable jusqu'à des conditions dimensionnantes de PR 10 ans minimum.

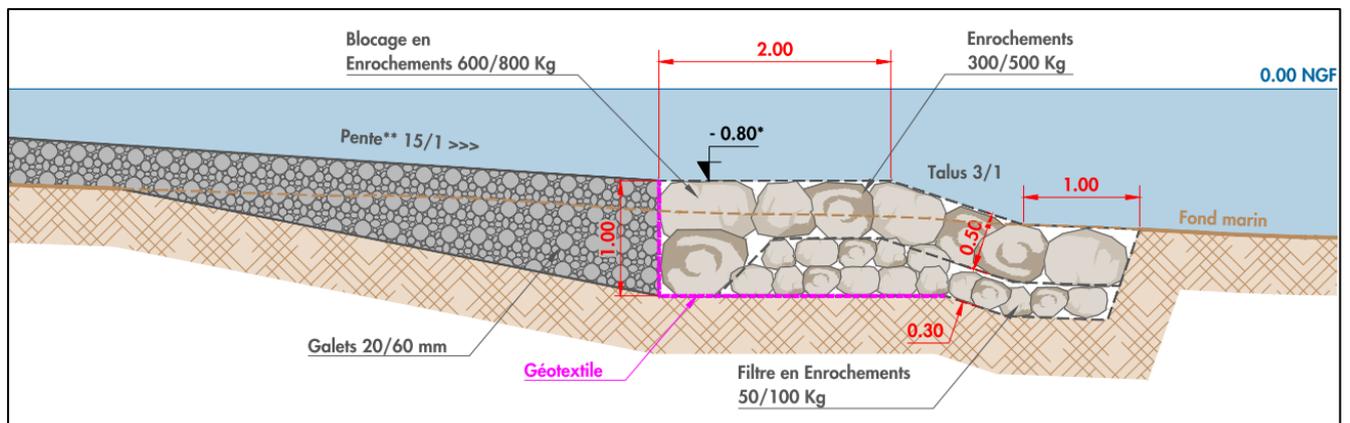


Figure 42 : Coupe détaillée de la butée de pied

Sur le linéaire Nord du projet, conforme au programme, la butée de pied n'a pas été déplacée. Sa côte d'arase se situe à -0.80 m NGF .

Elle sera ensouillée et présentera un profil relativement plat qui favorisera sa stabilité et autorisera une certaine souplesse de mouvement de la partie exposée à la houle (pédale anti-affouillement).

À l'arrière, les plus gros blocs seront employés pour constituer une butée relativement verticale contre laquelle s'appuiera le rechargement. Un géotextile limitera la fuite des galets les plus fins entre les blocs de la butée.

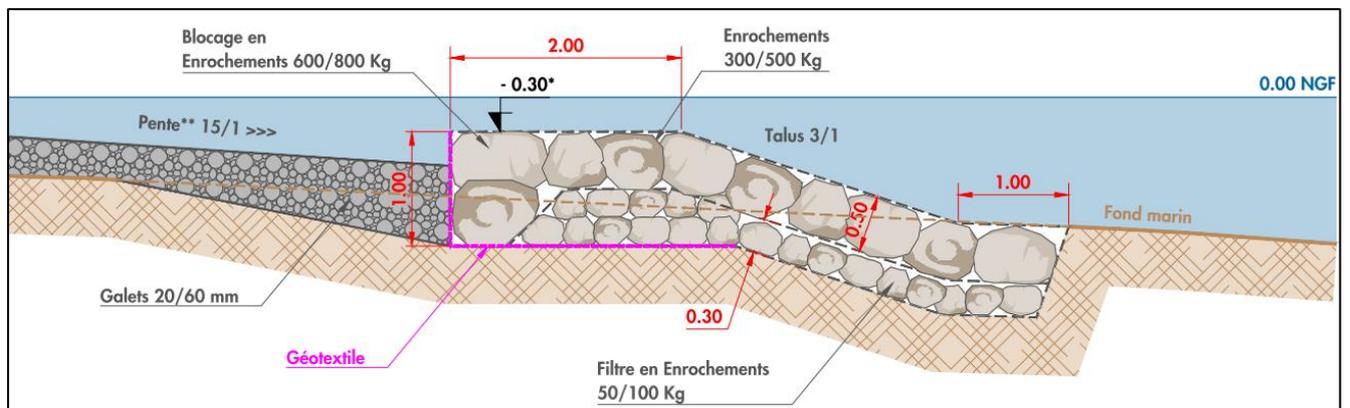


Figure 43 : Coupe détaillée de la butée de pied

Dans la zone où la butée de pied sera la plus proche du littoral pour contourner les herbiers protégés, sa côte d'arase se situera à -0.30 m NGF sous la surface. Elle restera ainsi à -0.30 m NGF jusqu'à l'extrémité Sud du projet en raison des faibles profondeurs rencontrées sur le tracé d'implantation.

La zone de transition avec la partie Nord présentera une cote d'arase variable entre -0.30 m NGF et -0.80 m NGF.

Sa réalisation n'exige pas l'apport de matériaux fins ce qui privilégie l'absence de turbidité lors de leur mise en œuvre ; Les autres matériaux sont de type calcaire.

Seule la réalisation de la souille générera une mise en suspension des matériaux. Elle se réalisera à l'abri d'un écran de protection (Le volume est estimé à 2 100 m³).

4.5.2 Le rechargement de plage

La stabilité des galets sur la plage a été estimée selon les recommandations issues du « *Dynamics of marine sands* » de R. Soulsby (1997).

Sur la zone d'étude, les vitesses sur le fond ont été analysées sur le modèle numérique.

En conditions de PR 1 an, sur l'ensemble de la zone de projet, les vitesses sur le fond sont inférieures à 1 m/s et peuvent atteindre très localement 2 m/s.

En considérant qu'une vitesse de 1 m/s soit associée à un seuil de stabilité globale du rechargement tolérant localement une mise en mouvement des galets pour des vitesses supérieures, la formule du diamètre critique conduit à une valeur $d_{cr} = 30.3 \text{ mm}$.

Les galets de calibre 20/60 mm appropriés pour constituer un rechargement stable en conditions de houle fréquentes (PR < 1 an), et tolérant du mouvement et du reprofilage en conditions de houle de PR 1 an et plus.

Deux lieux d'emprunts sont envisagés, les carrières de la Durance (long trajet) et de Vinon (court trajet) pour des matériaux présentant les caractéristiques suivantes :

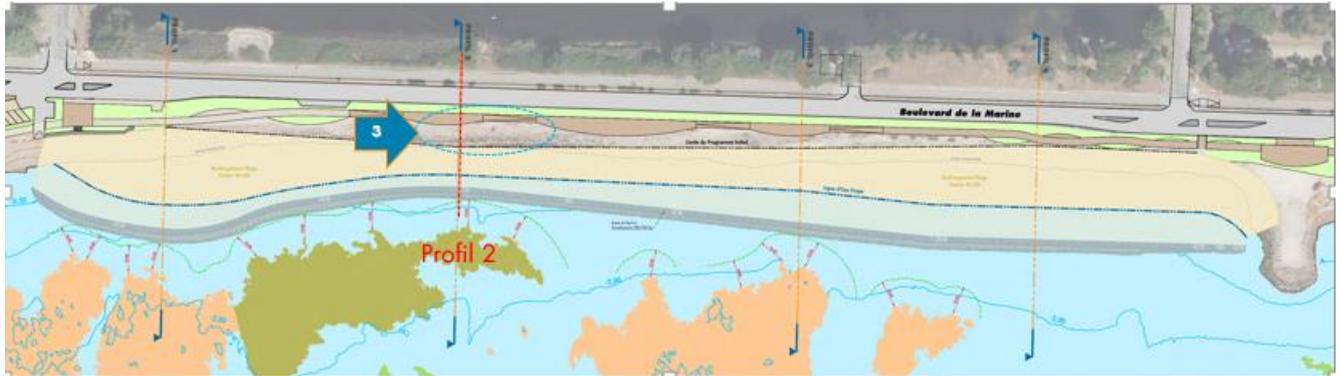
		du 22/06/20 au 06/10/20															
	FaitLe	Granulat	0.063	6.3	10	11.2	14	16	20	22.4	25	31.5	40	50	63	80	W
ERBA-20BBA2214	22/06/2020	SA2240	0.30	1	2	2	4	5	9	15	28		83	95	100	100	0.20
ERBA-20BBA3106	17/08/2020	SA2240	0.10	1	1	1	1	1	6	14	31		93	100	100	100	0.37
ERBA-20BBA3342	01/09/2020	SA2240	0.10	1	1	2	2	4	10	25	45	88	100	100	100	100	1.05
ERBA-20BBA3422	08/09/2020	SA2240	0.20	1	1	1	2	3	8	14	26	88	100	100	100	100	0.30
ERBA-20BBA3505	14/09/2020	SA2240	0.20	0	1	1	2	3	12	23	41	90	100	100	100	100	0.77
ERBA-20BBA3533	06/10/2020	SA2240	0.50	1	1	2	2	3	7	14	30	88	100	100	100	100	1.30
Moyenne Xf			0.23	1	1	2	2	3	9	18	34	89	96	99	100	100	0.67

4.5.3 La protection contre les jets de rives (submersion)

Le projet prévoit la mise en œuvre d'une protection du haut de plage (fondations des aménagements terrestres du bord de mer) contre les effets de jets de rives (submersion) conformément à :

- ▶ L'Arrêté n° AE-F09318P0149 du 22/05/2018 portant décision d'examen au cas par cas, en application de l'article R122-3 du code de l'environnement, relatif à la réalisation d'un projet de requalification du boulevard de la Marine sur la commune de Hyères (83) ;
- ▶ L'Arrêté préfectoral de réception du dossier de déclaration N° 83-2018-00229 relatif à la réalisation d'un projet de requalification du boulevard de la Marine sur la commune d'Hyères (83).

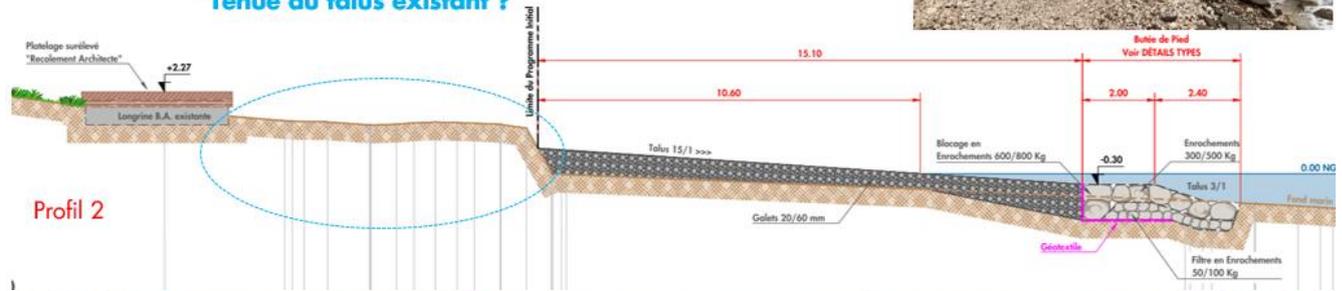
En effet, sans cet aménagement les matériaux en crête de plage (fondations des aménagements du bord de mer) sous les effets dynamiques des jets de rives et de la masse d'eau franchissant le talus seront voués à être emportés comment les figures ci-dessous.



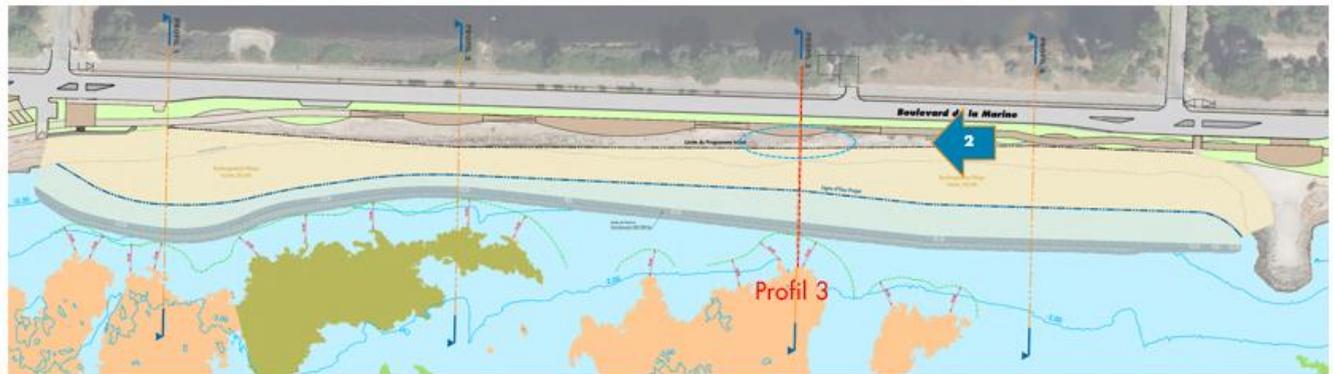
Solution 3 alternative : butée de pied et rechargement sans protection du haut de plage



Tenue du talus existant ?



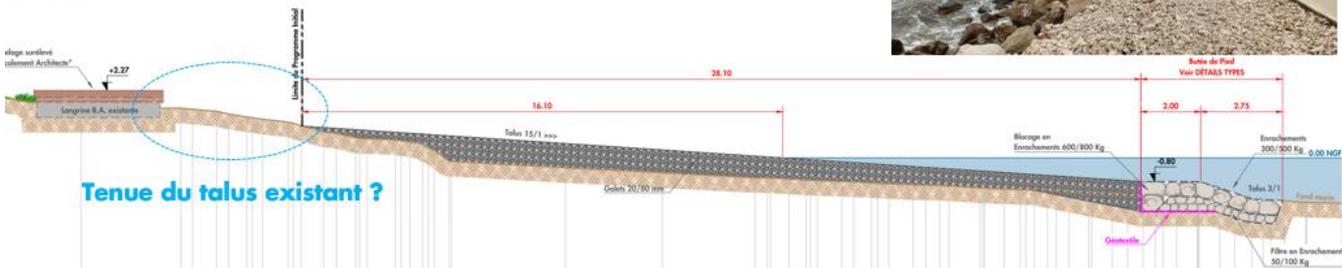
Profil 2



Solution 3 alternative : butée de pied et rechargement sans protection du haut de plage



Profil 3



Tenue du talus existant ?

Figure 44 : Identification sur profils 2 et 3 des risques de liquéfaction des matériaux en crête de plage

C'est pourquoi il a été retenu de mettre en place une protection de type Gabion avec pour objectifs de diminuer l'emprise du projet **pour ne plus empiéter sur l'herbier protégé, tout en conservant une efficacité similaire en termes d'amortissement du jet de rive et de protection du haut de plage** contre l'érosion liée à la submersion (franchissements maintenus du même ordre que les objectifs du programme).

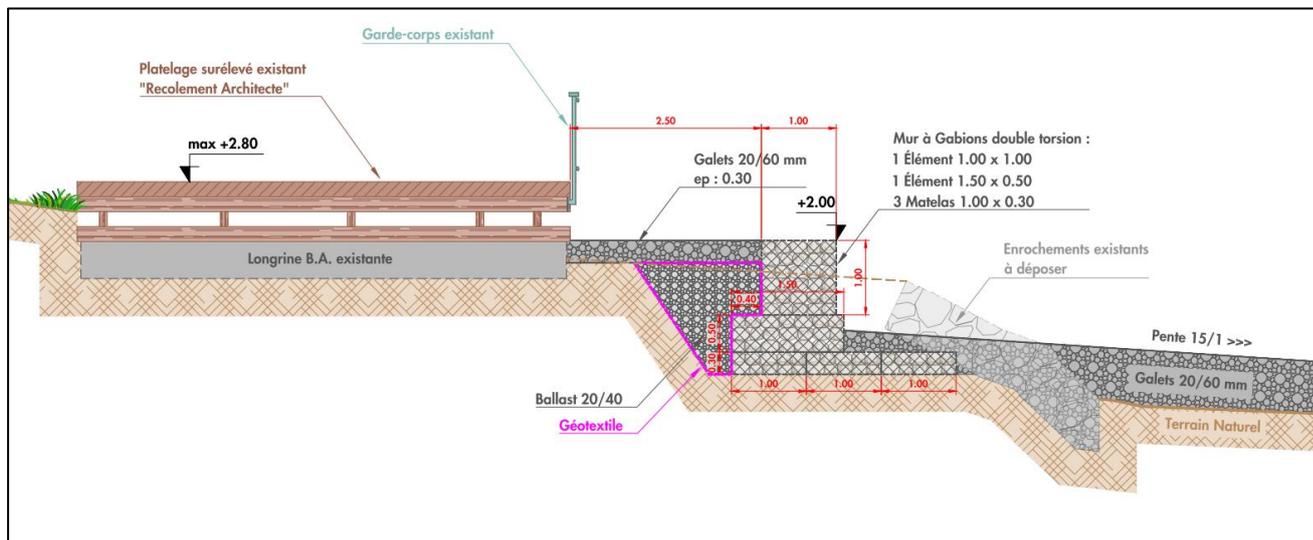


Figure 45 : Coupe détaillée du mur de gabions dans la zone de rechargement étroit

Le mur de gabions double torsion sera discret. Il contiendra des matériaux de remplissage plus gros mais de même nature (couleur) que le rechargement de plage. Il présentera une hauteur visible variable en face avant (côté plage) qui atteindra environ 1 m au niveau de la zone de plage la plus étroite et la moins haute.

4.5.3.1 Matelas (Assise)

Le grillage utilisé sera conforme à la norme NF EN 10223-3 (§6.7.1, 6.7.3 et 9.3) et présentera les caractéristiques suivantes :

- ▶ Maille : type 6x8
- ▶ Diamètre de fil nu minimum : 2.2mm
- ▶ Épaisseur minimale du revêtement organique sur fil d'acier: 0.8mm
- ▶ Résistance à la traction du fil : entre 350 et 550MPa
- ▶ Revêtement du fil : GALFAN classe A (NF EN 10244-2) + Revêtement organique (NF EN 10245-1) ayant une épaisseur minimale de 0.8mm sur le diamètre

Et justifiera :

- ▶ Des performances de durabilité du Galfan au brouillard salin (moins 5% de rouille brun foncée après 1000h d'exposition) et en environnement de dioxyde de soufre (moins 5% de rouille brun foncée après 28 cycles de tests discontinus) ;
- ▶ Des performances de durabilité du revêtement organique (moins de 25% de variations des propriétés mécaniques après exposition UV) ;
- ▶ D'une résistance à la traction supérieure à 37kN/m.

Les cages de matelas gabions ont une hauteur de 17, 23 ou 30 cm, une largeur de 2,00 ou 3,00 m et une longueur de 3,00, 4,00, 5,00, 6,00 ou 7,00 m. Elles sont munies de doubles diaphragmes obtenus par pliage de la nappe de grillage constituant la base de la structure.

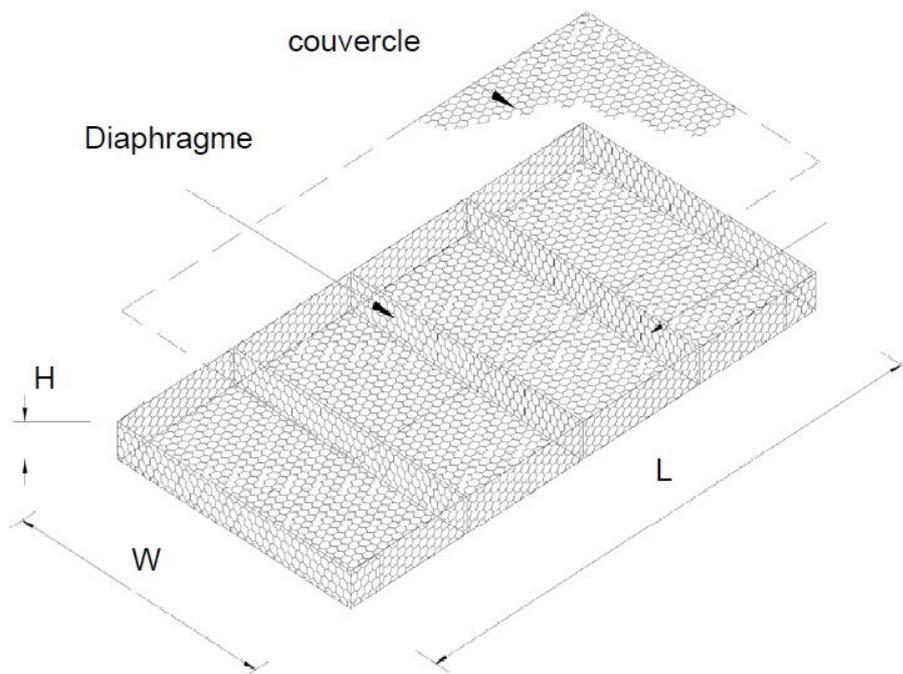


Figure 46 : Cage matelassée « Assise »

4.5.3.2 Gabion (élévation)

Le grillage utilisé sera conforme aux normes NF EN 10223-3 :2014, NFP 94-325-1 & 2 et présentera les caractéristiques suivantes :

- ▶ Maille : type 8x10
- ▶ Diamètre de fil nu minimum : 2.7mm
- ▶ Épaisseur minimale du revêtement organique sur fil d'acier: 0.8mm
- ▶ Résistance à la traction du fil : entre 350 et 550MPa
- ▶ Revêtement : GALFAN classe A (NF EN 10244-2) + Revêtement organique (NF EN 10245-1) ayant une épaisseur minimale de 0.8mm sur le diamètre.

Et justifiera :

- ▶ Des performances de durabilité du Galfan au brouillard salin (moins 5% de rouille brun foncée après 1000h d'exposition) et en environnement de dioxyde de soufre (moins 5% de rouille brun foncée après 28 cycles de tests discontinus) ;
- ▶ Des performances de durabilité du revêtement organique (moins de 25% de variations des propriétés mécaniques après exposition UV) ;
- ▶ D'une résistance à la traction supérieure à 37kN/m.

Les cages de gabions ont une hauteur de 50 cm ou 1 m et une longueur de 1,50, 2,00, 3,00 ou 4,00 m. En dehors des structures de 1,50 m, les gabions seront munis de diaphragmes tous les mètres.

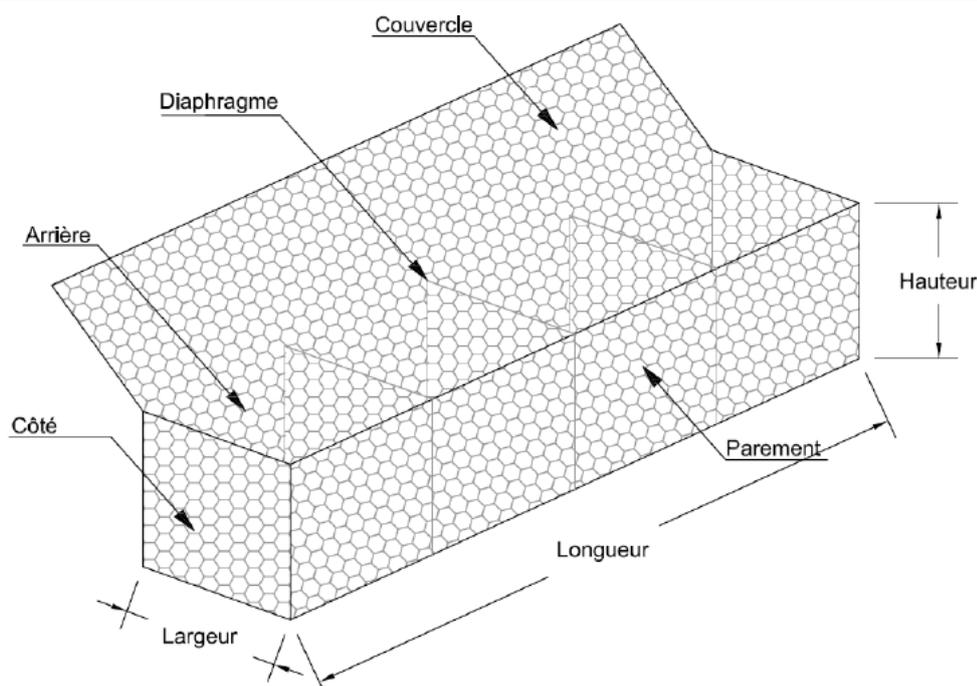


Figure 47 : Cage Gabion

4.5.3.3 Remplissage

Les matériaux de remplissage seront conformes aux normes NF P94-325-1&2 et NF EN 13383-1&2.

- ▶ Pour le matelas Reno ils seront de granulométrie 80/125mm, de forme homogène, durs (LA et MDE <45) et non gélifs ;
- ▶ Pour le gabion ils seront de granulométrie 90/180mm, de forme homogène, durs (LA et MDE <45) et non gélifs.

Le géotextile de filtration/séparation présentera les caractéristiques principales suivantes :

- ▶ Masse surfacique $\geq 110\text{g/m}^2$ (NF EN ISO 9864)
- ▶ Résistance à la traction sens production $\geq 8\text{ kN/m}$ (NF EN ISO 10319)
- ▶ Allongement à l'effort maximum $\geq 50\%$ (NF EN ISO 10319)
- ▶ Ouverture de filtration $< 135\ \mu\text{m}$ (NF EN ISO 12956)

4.5.4 Les aménagements paysagers



Ces prescriptions ont été déterminées par l'agence **GUILLERMIN Paysagiste**.

Dans la continuité des aménagements du bord de mer réalisés, une ponctuation végétale Spécifique Front de mer anime l'espace entre la promenade littorale et le tout petit ouvrage de protection en gabions présent en haut de plage.

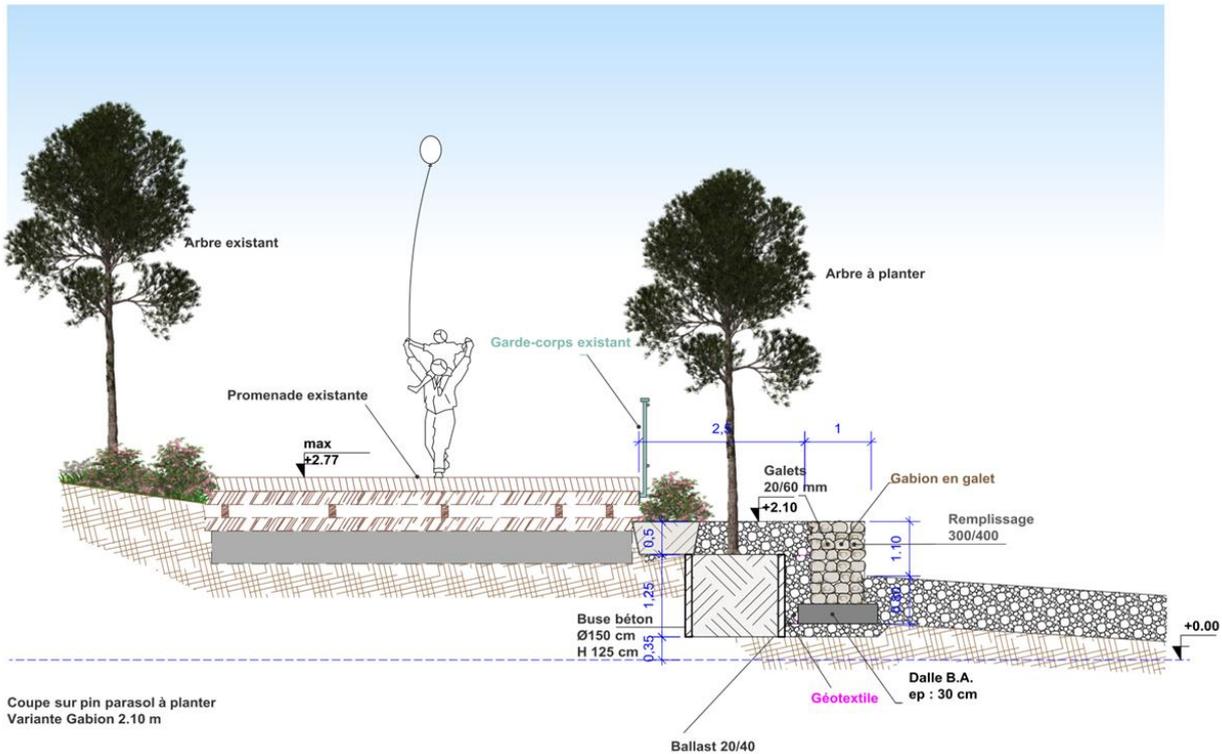
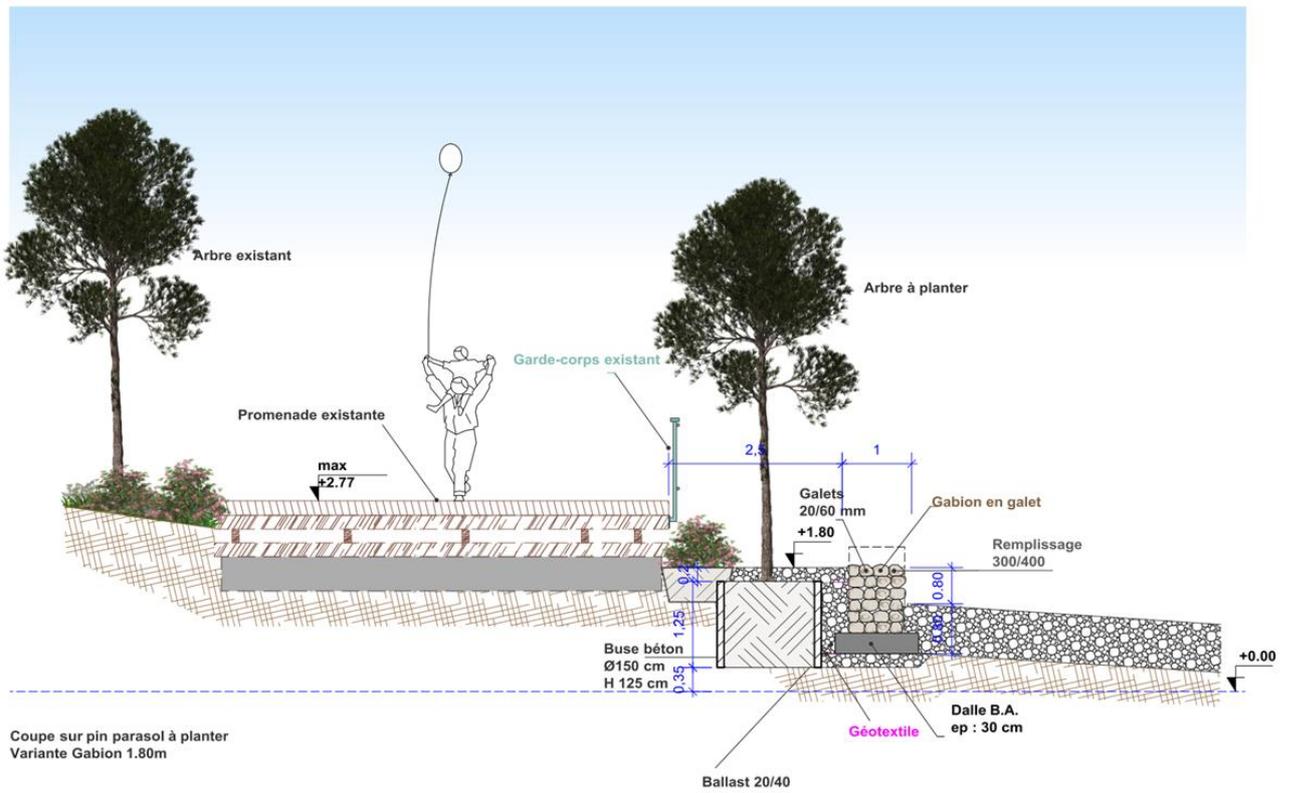


Figure 48 : Coupes paysagères

Les rampants seront choisis suivant les exemples ci-dessous



Myrtus communis



Pistacia lentiscus (Lentisque)



Phillyrea angustifolia (le filaire)



Arbutus unedo



Lavandula stoechas



Cistus

Terrains salés :



Arthrocnemum sp La salicorne



Atriplex halimus



Halimione portulacoides
obione



Asterolide maritime (Asteriscus
maritimus)



Juncus acutus le jonc aigu



Cinéraire

Figure 49 : Végétations rampantes

Les tiges hautes envisagées sont :



Pinus pinea

Pin parasol

Caractéristiques :

Hauteur maximum	15-25 m pour un étalement de 10-15 m
Ecorce et branches	Grandes plaques rhomboïdales
Couronne	Globulaire, compacte, arrondi qui s'aplatit en parasol avec l'âge.
Fleur	Les fleurs femelles sont vertes, avec des nuances de rose
Fruit	A maturité tous les 3 ans
Application	Isolé, alignement, bosquets d'arbres.
Sol optimal	Tous, plutôt sec, supporte mal le calcaire.
Résistance	Tolère - 11°C à -12 °C



Ceratonia siliqua

Caroubier

Caractéristiques :

Hauteur maximum	8 / 12 mètres
Feuillage	Persistant
Port	Arbuste étalé arrondi
Fleur	Rougeâtre. Juillet à octobre novembre
Fruit	Caroube : gousses oblongues
Emplacement	Soleil / Mi- Ombre
Sol optimal	Neutre à pauvre, bien drainé
Résistance	Résistant à la sécheresse



Tamaris tetrandra

Tamaris de printemps

Caractéristiques :

Hauteur	4 à 5 m
Feuillage	Caduc.
Port	Étalé.
Fleuraison	Fleurit rose au printemps.
Fruit	Insignifiant.
Application	Isolé, alignement, bosquets d'arbres.
Sol optimal	Drainé, moyen ainsi que les sols pauvres et sablonneux.
Résistance	Supporte très bien les embruns.

Figure 50 : Végétaux tiges hautes

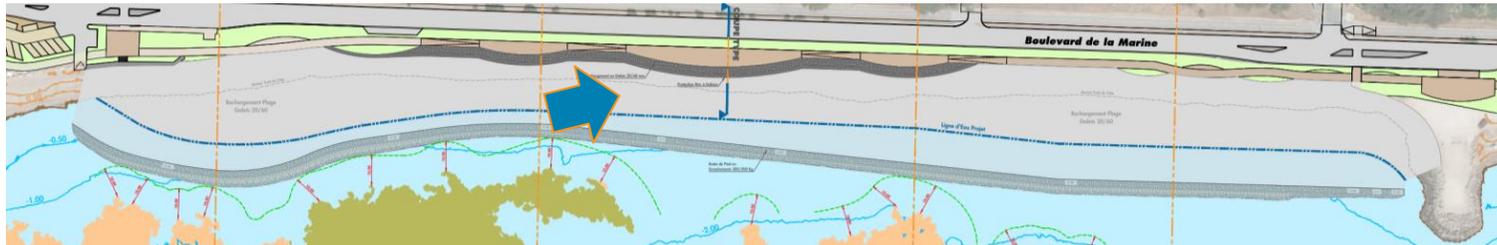
4.5.5 Images d'insertion avant/après

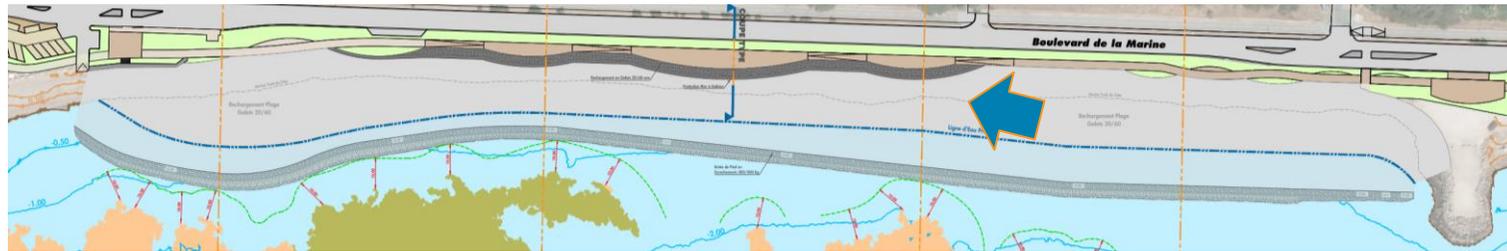












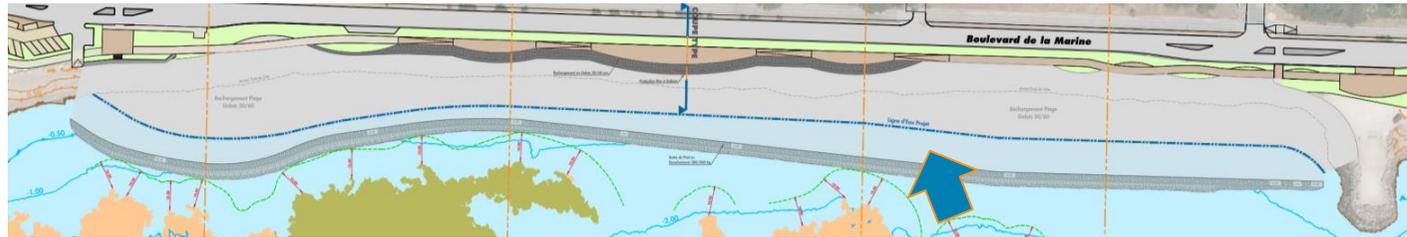


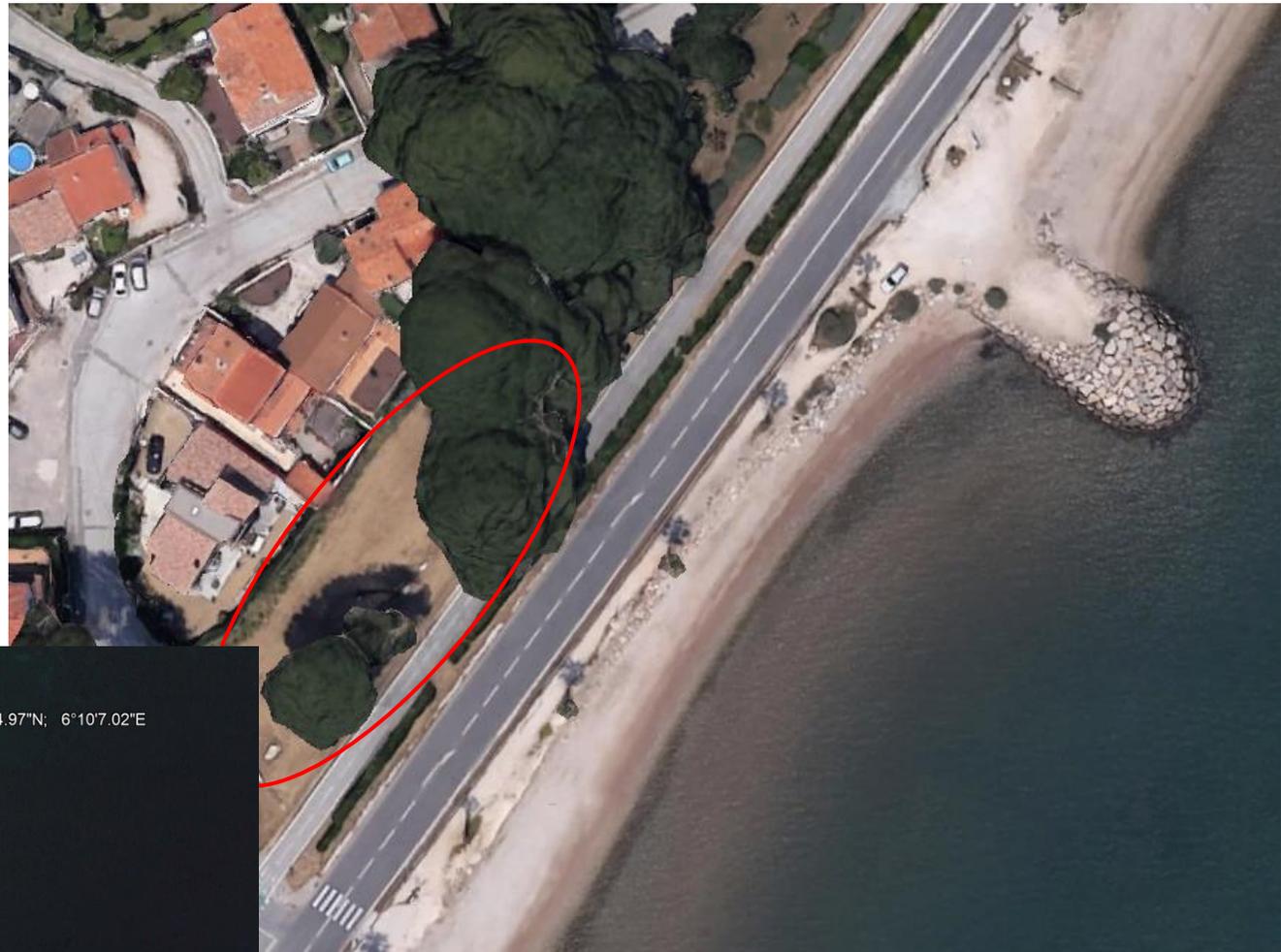
Figure 51 : Images d'insertion en comparaison avec l'existant

4.6 PHASAGE ET PLANNING

4.6.1 Installation de chantier

Une aire d'installation de chantier sera mise à disposition par la Commune se situant à moins de 500 mètres de la zone de chantier.

La zone sera clôturée et équipée des dispositifs de traitement des eaux usées et grises.



4.6.2 Plan d'accès au chantier et signalisation

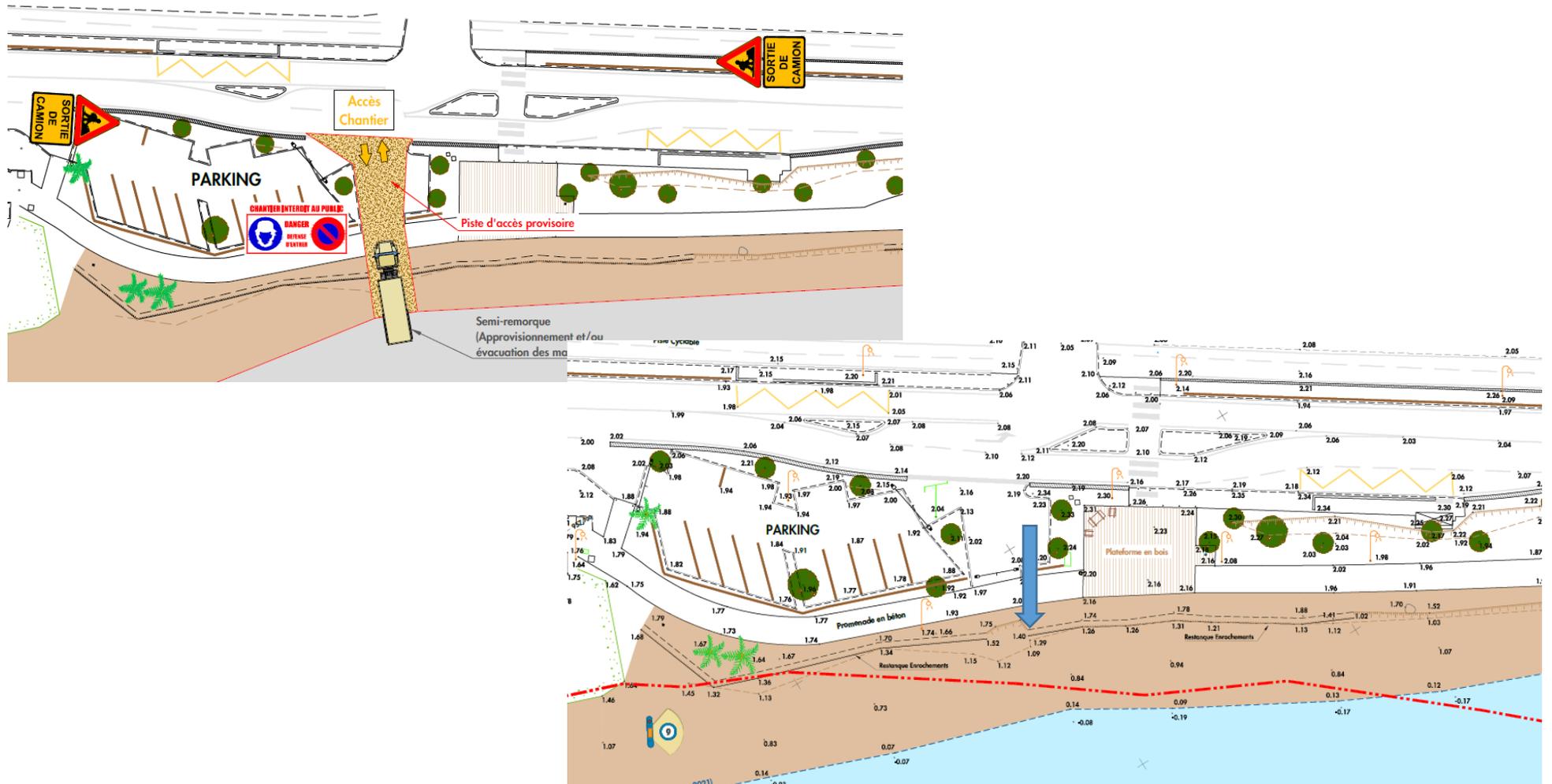
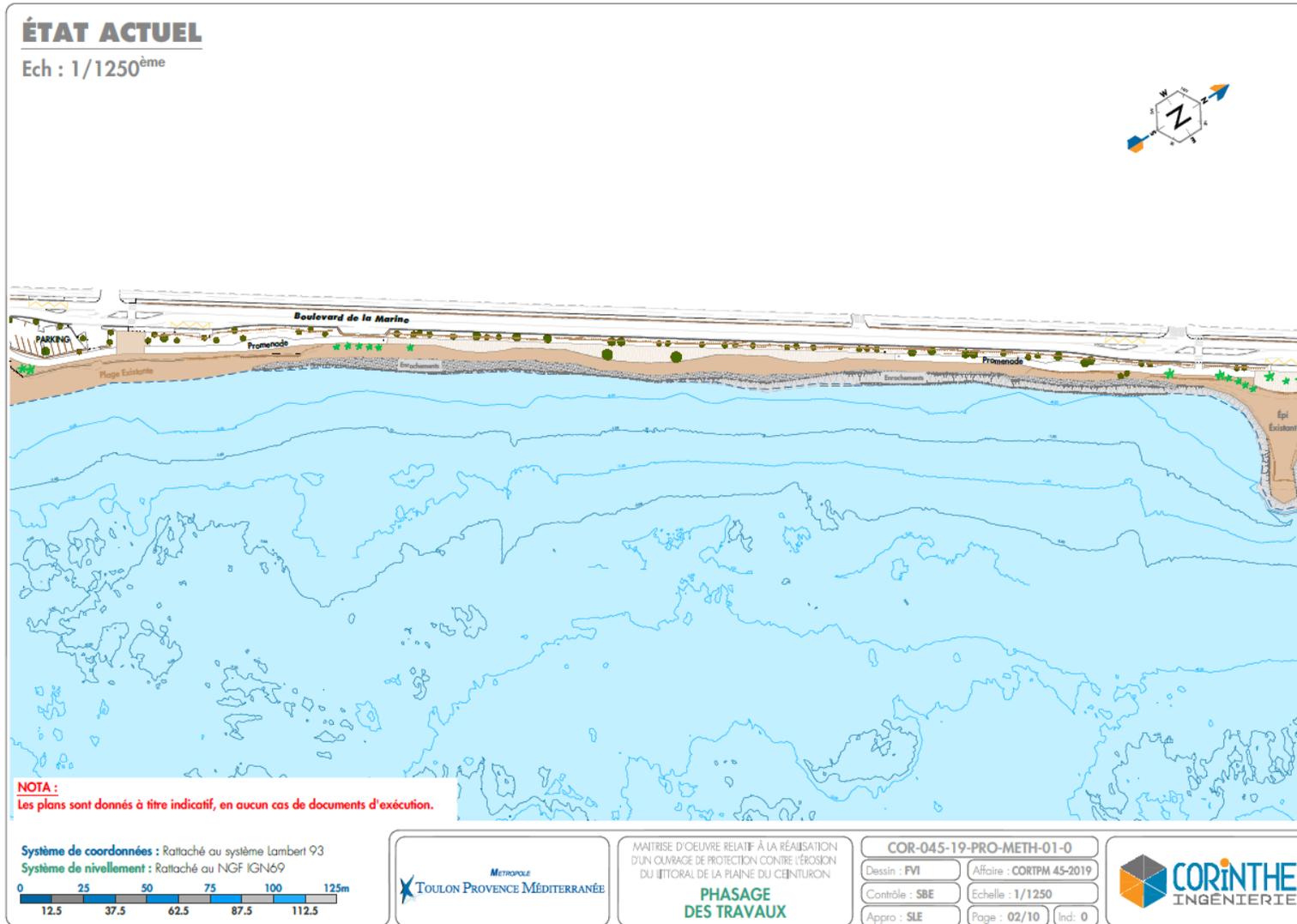


Figure 52 : Plan signalisation et accès chantier

4.7 PHASAGE

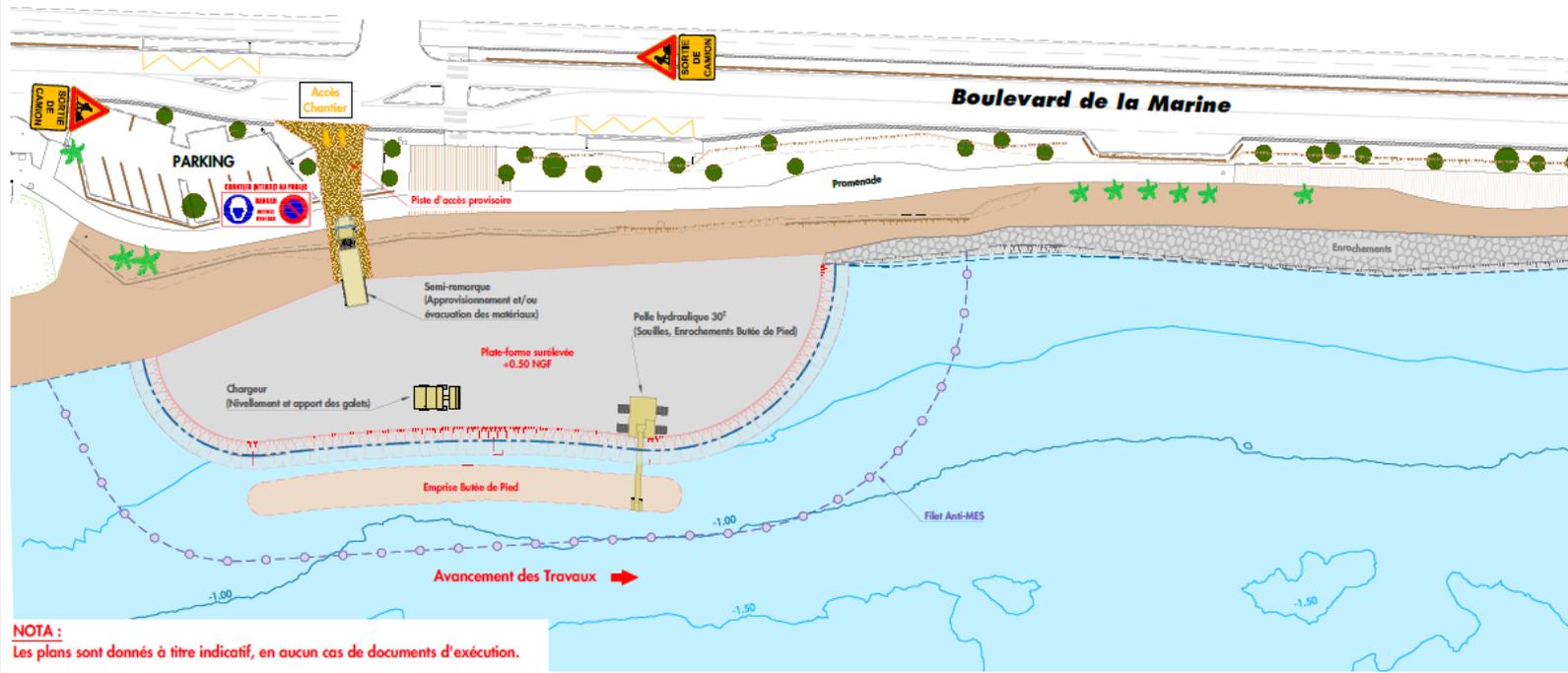


PHASE 1

- Dépose d'équipements et mobiliers urbains existants
- Installation de chantier
- Création d'une piste d'accès provisoire sur la plage
- Amené des engins et du matériel
- Mise en place du filet anti-MES

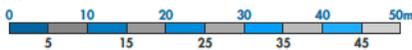
- À l'Avancement :

- Approvisionnement en galets 20/60 mm
- Création d'une plate-forme surélevée (+0.50 NGF)
- Réalisation des souilles
- Réalisation des enrochements "Butée de Pied"



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

Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93
Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



MAÎTRISE D'ŒUVRE RELATIF À LA RÉALISATION
D'UN OUVRAGE DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION
DU LITTORAL DE LA PLAINE DU CEINTURON

**PHASAGE
DES TRAVAUX**

COR-045-19-PRO-METH-01-0

Dessin : FVI Affaire : CORTPM 45-2019
Contrôle : SBE Echelle : 1/500
Appro : SLE Page : 03/10 Ind : 0

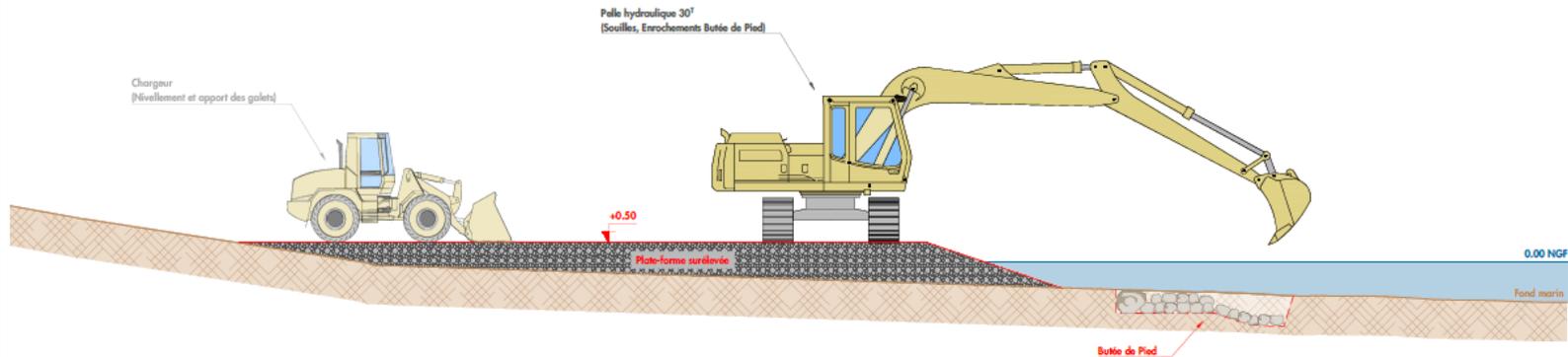


*L'ensemble des données, graphiques et/ou techniques du présent document est couvert par les droits de propriété intellectuelle qui bénéficient à CORINTHE Ingénierie. Toute reproduction, utilisation, réimpression qu'elle soit partielle ou totale est interdite et fera l'objet de poursuites pénales. Seul le bénéficiaire (SIREN) est autorisé de respecter des clauses de CCAG et/ou CCAP sans en avoir la propriété intellectuelle.

PHASE 1

- À l'Avancement :

- Approvisionnement en galets 20/60 mm
- Création d'une plate-forme surélevée (+0.50 NGF)
- Réalisation des souilles
- Réalisation des enrochements "Butée de Pied"



NOTA :

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

Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93
Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



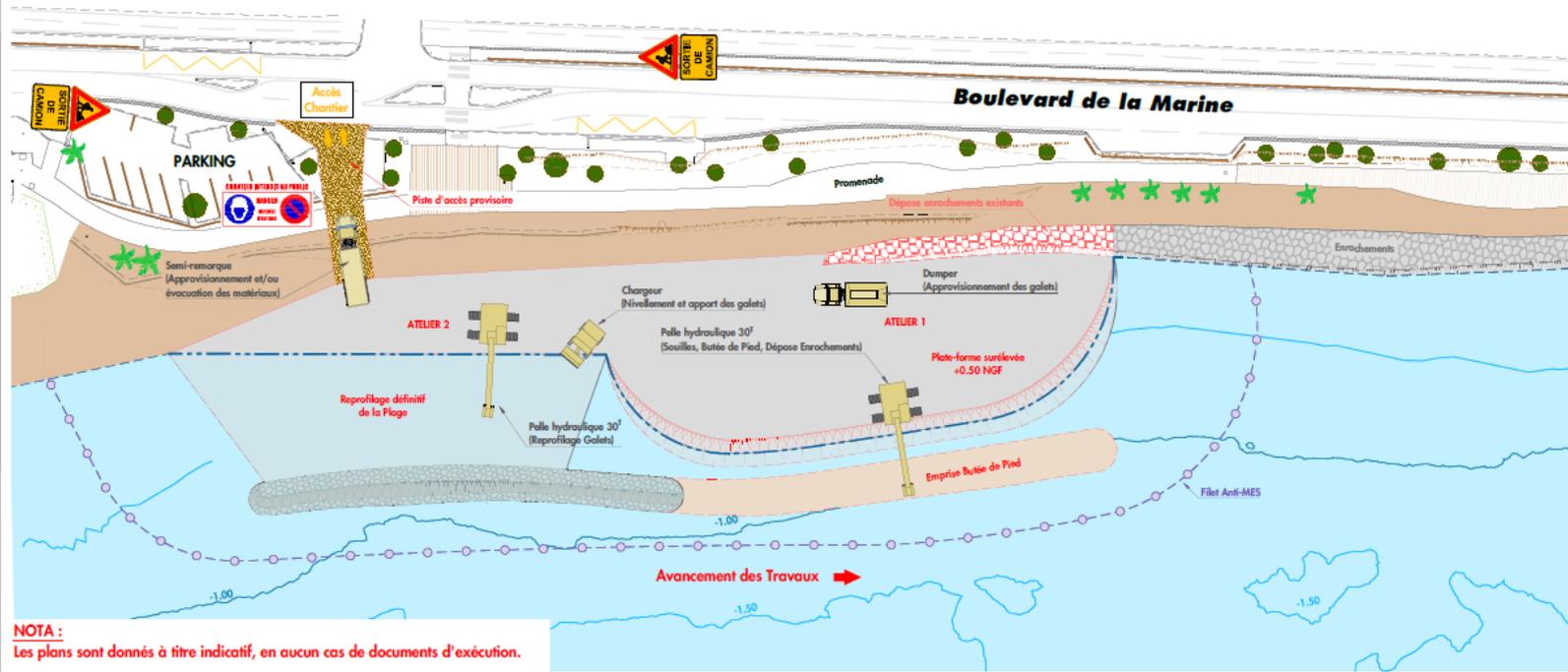
PHASE 2

- À l'Avancement ATELIER 1 :

- Dépose et triage des enrochements existants
- Approvisionnement en galets 20/60 mm
- Création d'une plate-forme surélevée (+0.50 NGF)
- Réalisation des souilles
- Réalisation des enrochements "Butée de Pied"

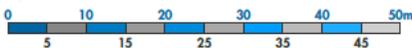
- À l'Avancement ATELIER 2 :

- Approvisionnement en galets 20/60 mm
- Nivellement et reprofilage définitif de la plage



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

Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93
Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



MAÎTRISE D'ŒUVRE RELATIF À LA RÉALISATION
D'UN OUVRAGE DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION
DU LITTORAL DE LA PLAINE DU CEINTURON

PHASAGE
DES TRAVAUX

COR-045-19-PRO-METH-01-0

Dessin : FVI Affaire : CORTPM 45-2019
Contrôle : SBE Echelle : 1/500
Approuvé : SLE Page : 05/10 Ind : 0



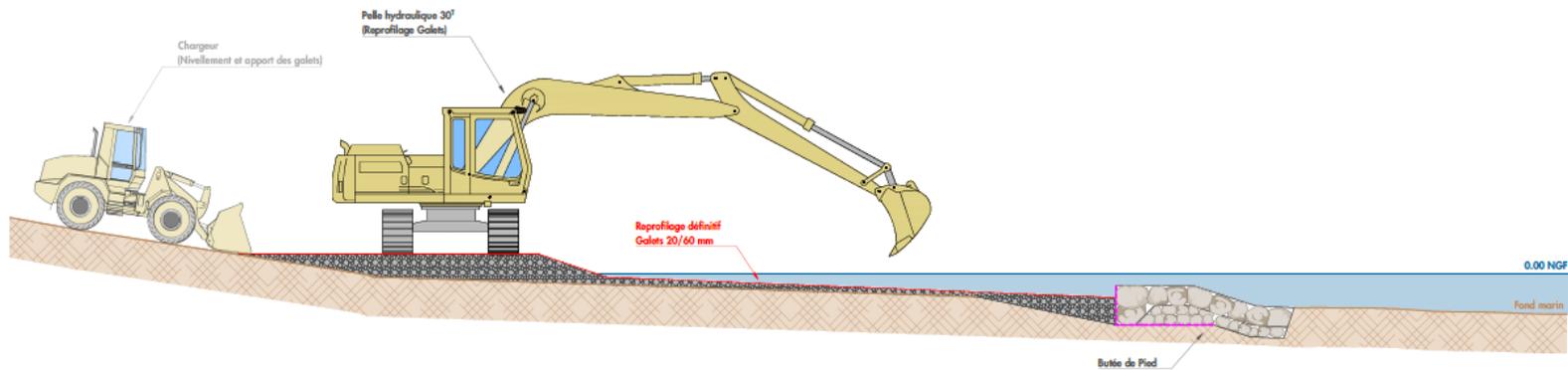
*L'ensemble des données, graphiques et/ou techniques du présent document est couvert par les droits de propriété intellectuelle qui bénéficient à CORINTHE Ingénierie. Toute reproduction, utilisation, référence (qu'elle soit partielle) et/ou totale) est interdite et fera l'objet de poursuites pénales. Seul le bénéficiaire (client) aura obtenu le respect des clauses du CCAG et/ou CCAP peut en avoir la propriété intellectuelle.

PHASE 2

- À l'Avancement ATELIER 2 :

Approvisionnement en galets 20/60 mm

Nivellement et reprofilage définitif de la plage



NOTA :

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

Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93

Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



PHASE 3

- À l'Avancement ATELIER 1 :

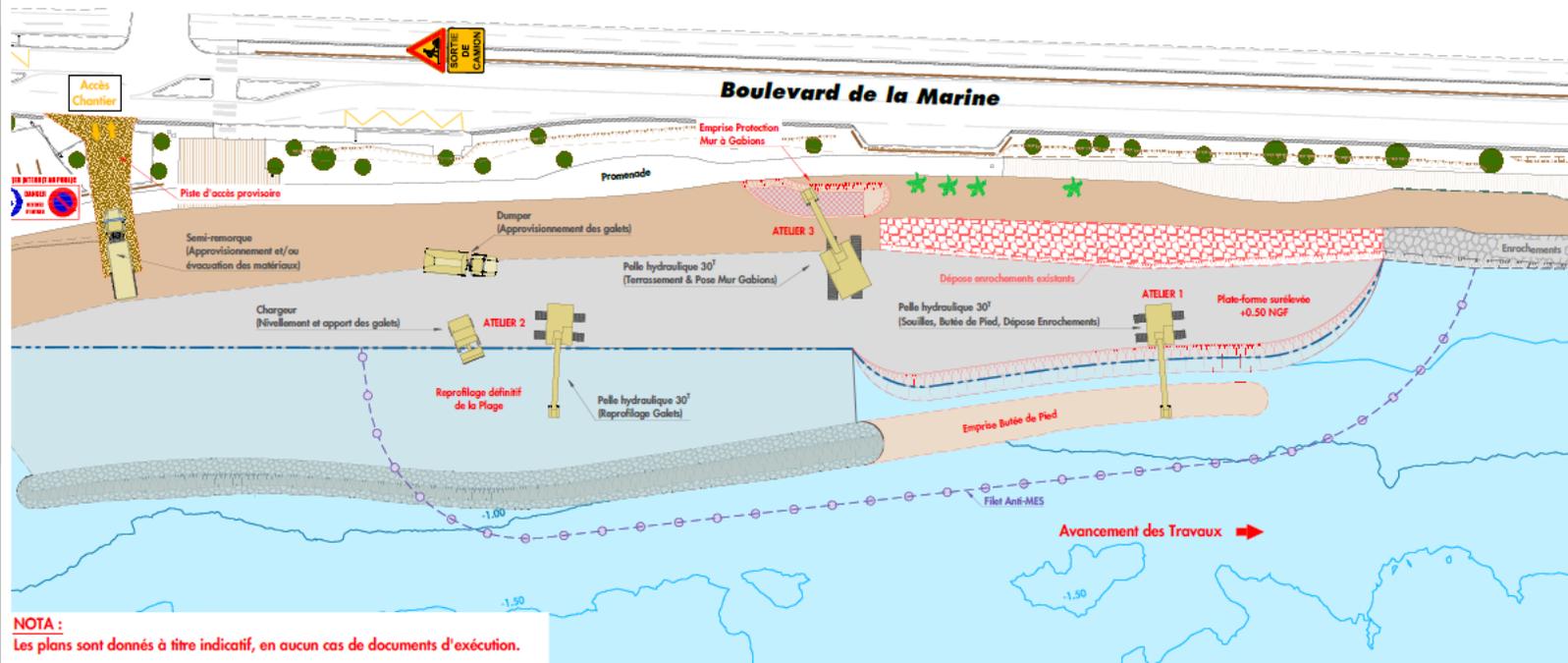
Dépose et triage des enrochements existants
Approvisionnement en galets 20/60 mm
Création d'une plate-forme surélevée (+0.50 NGF)
Réalisation des souilles
Réalisation des enrochements "Butée de Pied"

- À l'Avancement ATELIER 2 :

Approvisionnement en galets 20/60 mm
Nivellement et reprofilage définitif de la plage

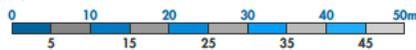
- À l'Avancement ATELIER 3 :

Terrassement arrière de plage
Pose des gabions
Réalisation du remblais drainant et galets



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

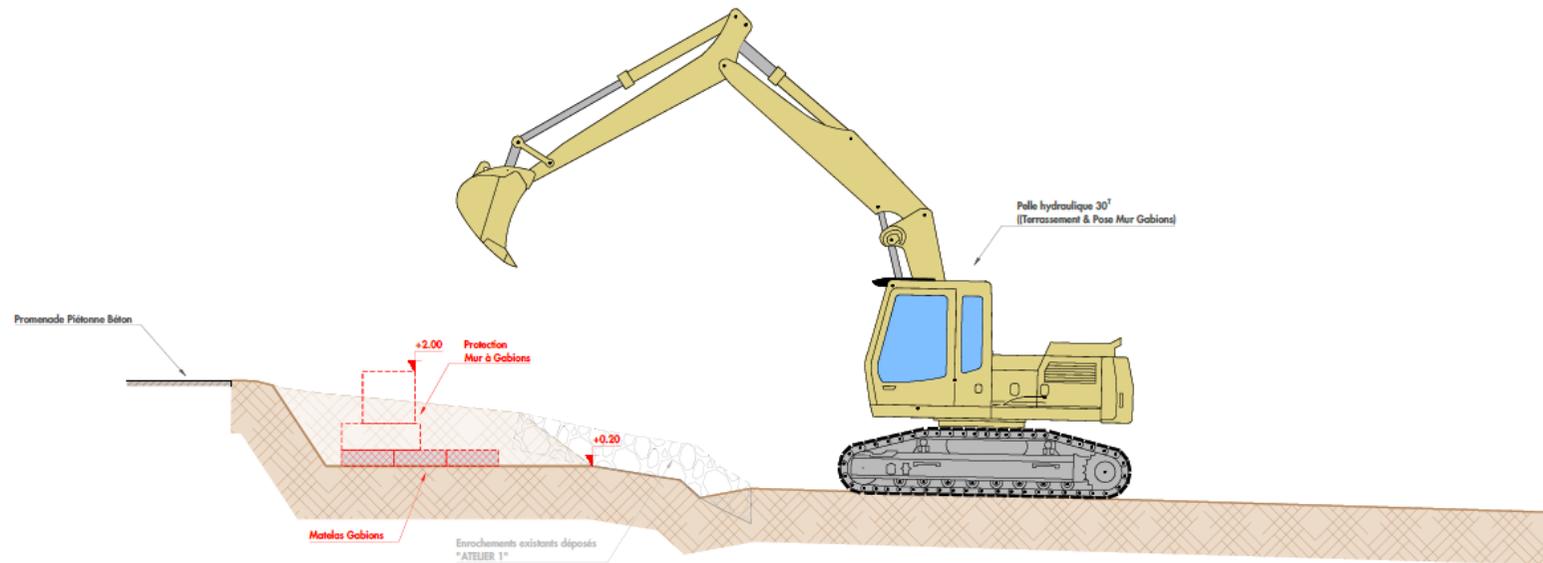
Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93
Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



PHASE 3

- À l'Avancement ATELIER 3 :

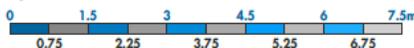
- Terrassement arrière de plage
- Pose des gabions
- Réalisation du remblais drainant et galets



NOTA :

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

Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93
Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



MAÎTRISE D'ŒUVRE RELATIF À LA RÉALISATION
D'UN OUVRAGE DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION
DU LITTORAL DE LA PLAINE DU CEINTURON

**PHASAGE
DES TRAVAUX**

COR-045-19-PRO-METH-01-0

Dessin : FVI	Affaire : CORTPM 45-2019
Contrôle : SBE	Echelle : 1/75
Appro : SLE	Page : 08/10
	Ind : 0



*L'ensemble des données, graphiques et/ou techniques du présent document est couvert par les droits de propriété intellectuelle qui bénéficient à CORINTHE Ingénierie. Toute reproduction, utilisation, réimpression (qu'elle soit partielle) et/ou totale) est interdite et fera l'objet de poursuites pénales. Seul le bénéficiaire (client), sous réserve de respect des clauses du CCAG et/ou CCAP peut en avoir la propriété intellectuelle.

AVANCEMENT TRAVAUX

- À l'Avancement ATELIER 1 :

Dépose et triage des enrochements existants
Approvisionnement en galets 20/60 mm
Création d'une plate-forme surélevée (+0.50 NGF)
Réalisation des souilles
Réalisation des enrochements "Butée de Pied"

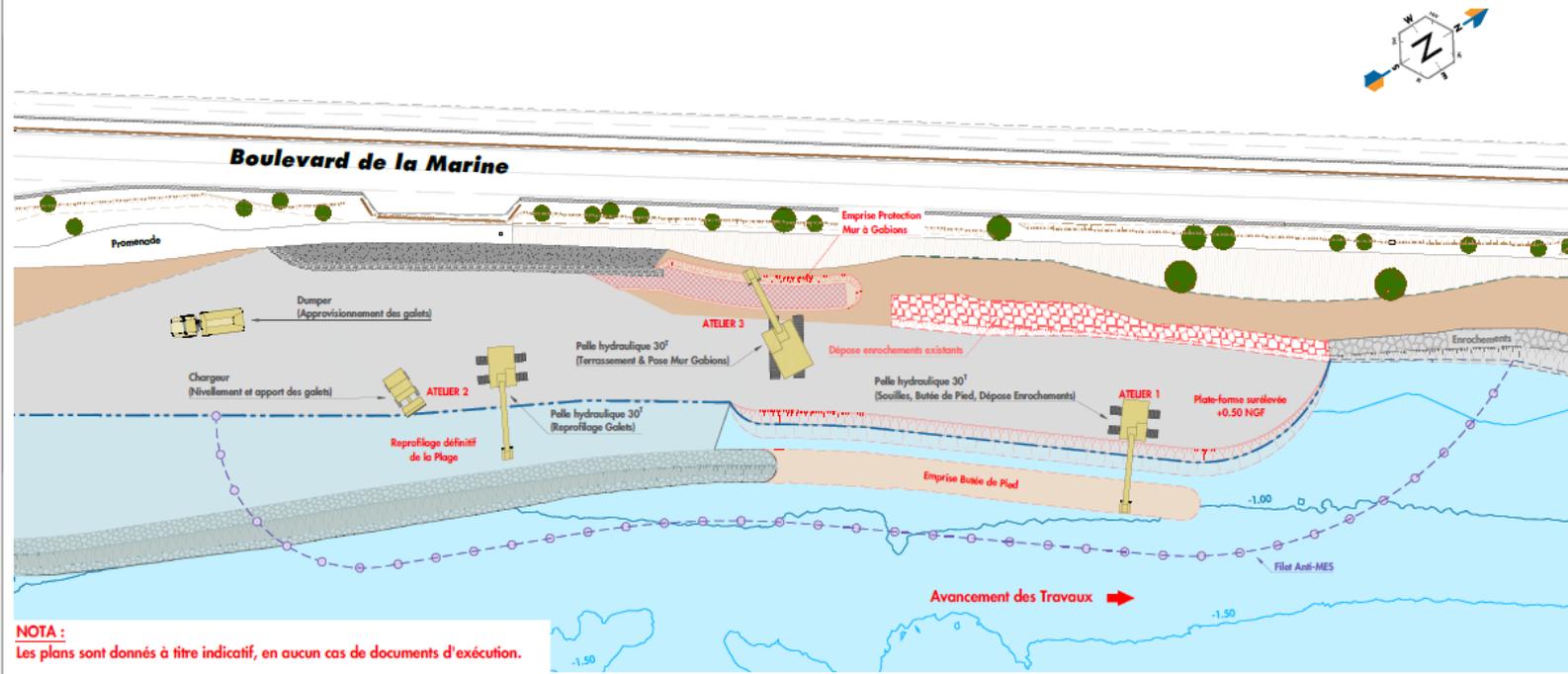
- À l'Avancement ATELIER 2 :

Approvisionnement en galets 20/60 mm
Nivellement et reprofilage définitif de la plage

- À l'Avancement ATELIER 3 :

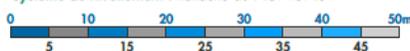
Terrassement arrière de plage
Pose des gabions
Réalisation du remblais drainant et galets

Cette méthodologie d'avancement en ateliers sera répétée jusqu'à la fin des travaux (raccordement à l'épi existant)



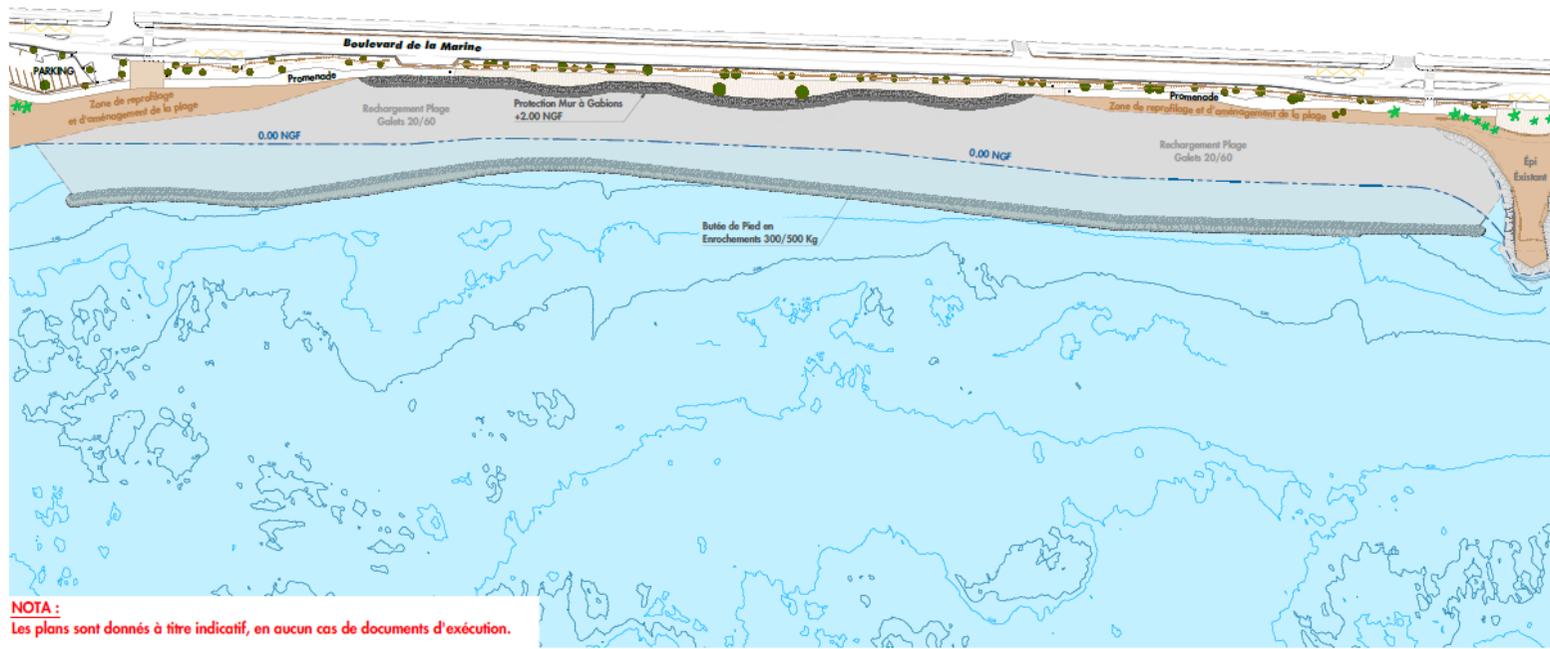
Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93

Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



PHASE 4

- Dépose du filet anti-MES
- Remise en état de la zone d'accès au chantier (Piste provisoire)
- Repli des engins et du matériel
- Remise en place des équipements et mobiliers urbains existants
- Evacuation des installations de chantier



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

Système de coordonnées : Rattaché au système Lambert 93
Système de nivellement : Rattaché au NGF IGN69



MAÎTRISE D'ŒUVRE RELATIVE À LA RÉALISATION
D'UN OUVRAGE DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION
DU LITTORAL DE LA PLAINE DU CEINTURON

**PHASAGE
DES TRAVAUX**

COR-045-19-PRO-METH-01-0

Dessin : FVI	Affaire : CORTPM 45-2019
Contrôle : SBE	Echelle : 1/1250
Approuv. : SLE	Page : 10/10 Ind. : 0



*L'ensemble des données, graphiques et/ou techniques du présent document est couvert par les droits de propriété intellectuelle qui balaisent à CORINTHE Ingénierie. Toute reproduction, utilisation, référence qu'elle qu'elle soit (partielle) et/ou totale) est interdite et fera l'objet de poursuites pénales. Seul le bénéficiaire (SLE), avec réserve de respect des clauses de CCAD et/ou CCAP peut en avoir la propriété intellectuelle.

Figure 53 : Planches de phasage

4.8 PLANIFICATION



Mission d'étude et de maitrise d'œuvre pour l'aménagement
du littoral de la plaine du Ceinturon - Planning - PRO et REG - Indice 5

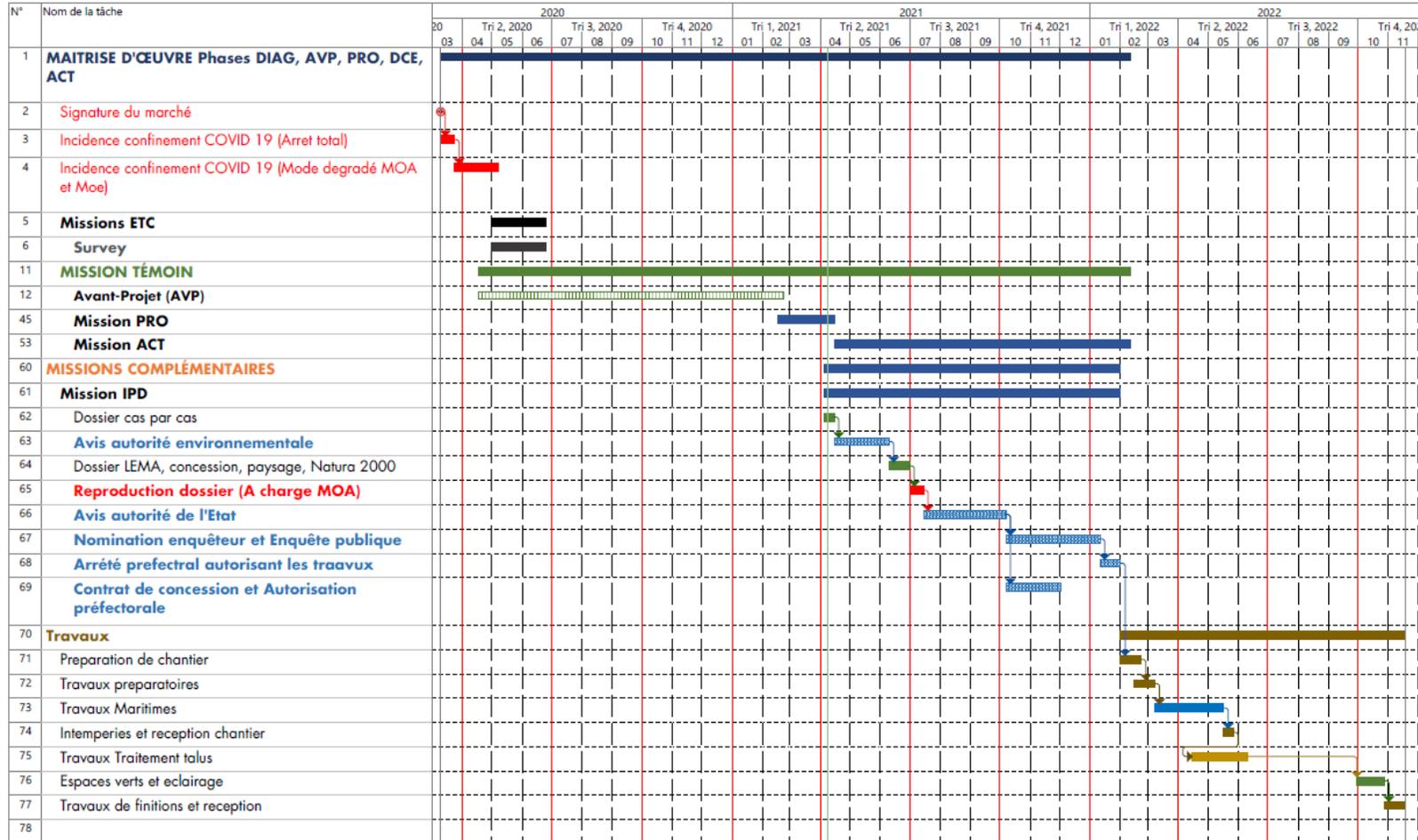


Figure 54 : Planification

4.9 COUT DU PROJET

MÉTROPOLE TOULON PROVENCE MÉDITERRANÉE		CORINTHE INGÉNIERIE			
Maitrise d'Œuvre relatif à la Réalisation d'un Ouvrage de Protection contre l'Érosion du Littoral de la Plaine du Ceinturon					
Détail Estimatif Quantitatif - PhasePRO					
V00 - 02/04/2021					
Référence DWG : COR-045-19-PRO-PLAN-01-0					
N°	Désignation	U	Qte	PU	Total HT
1 - Prix généraux					
<i>1 - Prix généraux</i>					<i>366 250,00</i>
2 - Ouvrage maritimes					
<i>2 - Ouvrage maritimes</i>					<i>1 062 533,50</i>
3 - Ouvrage de protection du talus (Hors programme initial-submersion)					
<i>3 - Ouvrage de protection du talus (Hors programme initial-submersion)</i>					<i>216 617,00</i>
4 - Espaces verts (Hors programme initial-submersion)					
<i>4 - Espaces verts (Hors programme initial-submersion)</i>					<i>90 300,00</i>
	Aléas	%	5,00	1 735 700,50	86 785,03
Total HT					1 822 485,53
	TVA	%	20,00	1 822 485,53	364 497,11
Total TTC					2 186 982,63

Figure 55 : Coût du projet

5 DOCUMENT D'INCIDENCES

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 d'exploitation balnéaire de plage perdue depuis l'arrêt des rechargements de la plage tout en assurant un minimum de protection des aménagements de bords de mers contre les jets de rives.

L'aménagement de la plage n'aura pas d'incidences négatives sur les milieux, bien au contraire elle engendrera/engendreront des incidences positives puisqu'elle :

- ▶ Limite l'emportement des matériaux de plage en crête de plage (talus anthropique) qui réduit le recouvrement des espèces marines ;
- ▶ Assure la stabilité des aménagements du bord de mer pour des conditions de houles d'occurrence annuelle ;
- ▶ Assure la stabilité de la plage pour une houle d'occurrence décennale par la mise en place de galets ;
- ▶ Réduit les effets turbides par la présence des galets et la protection du talus en crête de plage.

5.1 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1.1 Incidences sur Natura 2000

L'emprise du projet se situe hors limite de site Natura 2000, mais une Zone Spéciale de Conservation (ZSC) et une Zone de Protection Spéciales (ZPS) se superposant la longent :

- ▶ La ZSC « Rade d'Hyères » (n° de site FR9301613),
- ▶ La ZPS « Îles d'Hyères » (n° de site FR9310020).

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.

5.1.2 Incidences sur le réseau hydrographique

L'aménagement de la plage « Ceinturon plein Sud » ne se situe pas à proximité directe d'aucun cours d'eau. À ce titre, le projet n'aura pas d'incidences sur le réseau hydrographique.

5.1.3 Incidences sur le réseau de gestion lac artificiel

L'eau du Lac est régénérée par deux émissaires d'aspiration et de rejet qui se trouvent dans l'emprise du projet. Une partie de ces émissaires sera recouverte par le projet sans incidences sur leur fonctionnement actuel.

5.1.4 Incidences induites par le chantier

5.1.4.1 Baraquement de chantier

Seront installés sur le terre-plein 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 la Commune se situant à moins de 500 mètres de la zone de chantier.

Seront installés sur le terre-plein uniquement des bungalows à vocation de réfectoire, de vestiaires, salle de réunion et de stockage.

Les sanitaires étant reliés à un poste de relevage d'assainissement ou un de traitement des eaux usées et grises, aucun impact nouveau n'est à craindre.

La zone sera clôturée et équipée de bennes de tri des déchets.

5.1.4.2 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.

Une attention particulière sera portée sur les huiles de décoffrage utilisées sur le site des travaux. Les huiles qui seront utilisées seront biodégradables et hypoallergéniques. En effet, ces dernières ne contiennent pas de Composés Organiques Volatils (COV). Par ailleurs, l'huile végétale permet de supprimer les odeurs désagréables, de diminuer le risque d'allergie et ainsi d'améliorer les conditions de travail.

Le personnel du chantier sera formé afin de limiter les quantités d'huiles utilisées.

Un bac de récupération sera installé sous les fûts d'huile en cours d'utilisation, afin de récupérer cette huile en cas d'incident.

Une attention sera également portée sur la bonne pulvérisation des huiles de décoffrage, notamment en veillant au bon entretien des pulvérisateurs et en prenant en compte le sens du vent lors de la pulvérisation, ou bien en utilisant un rouleau à huiler les coffrages qui permet d'éliminer toute émission atmosphérique.

5.1.4.3 Gestion des engins de chantier

Les engins de chantier qui représentent une source potentielle de pollution, notamment en hydrocarbures et en CO₂. 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 véhicules de chantier 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.

5.1.4.4 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 située 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.

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

5.1.4.5 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 56 : Exemple de bennes destinées à accueillir les déchets de chantier

5.1.4.6 Protection du milieu marin

Les travaux nécessaires :

- ▶ A la réalisation des souilles pour la réalisation de la butée de pied,
- ▶ A la création de la butée de pied afin d'assurer à la fois le déferlement de houle et le maintien du rechargement de la plage en galets,
- ▶ Au rechargement de plage avec des galets,
- ▶ A la création d'une protection de type gabion en crête de plage.

peuvent provoquer la mise en suspension de la couche superficielle des sédiments du fond.

La durée des travaux étant assez courte et le fond marin présentant une infime couche de sédiments, le risque de créer un panache de turbidité dans et en dehors de la zone de projet est faible.

Toutefois, en réalisant les souilles et en plaçant les enrochements, les sédiments au fond 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 en parallèle de la butée de pied et en fonction de l'avancement des travaux (voir planches de phasage).

Cela permettra notamment de réduire le risque de dissipation du panache turbide dans l'enceinte du port et en dehors. 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 est déployé autour de la zone d'étude et les engins de chantier seront équipés de kits anti-pollution.

5.1.4.7 Nuisances sonores

Le chantier engendrera des nuisances sonores liées au bruit des engins de travaux publics, à la fois pour ce qui concerne leur fonctionnement en propre et la mise en place des matériaux et des équipements.

Des habitations sont situées à proximité des zones de chantier. La population proche du site sera donc confrontée au bruit engendré par les travaux.

La réglementation 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.

<i>Echelle indicative d'ambiances sonores</i>	
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 57 : Échelle d'indication d'ambiances sonores

5.1.5 Incidences sur le milieu marin

5.1.5.1 Incidences sur l'environnement naturel marin

La société SEMANTIC 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 de réaménagement du littoral.

Comme présenté ci avant, le projet a été refondé pour s'assurer que les ouvrages envisagés soient à 10 m autour des espèces protégées. La carte présentée ci-après permet de visualiser les espèces impactées par la réalisation des nouveaux aménagements.

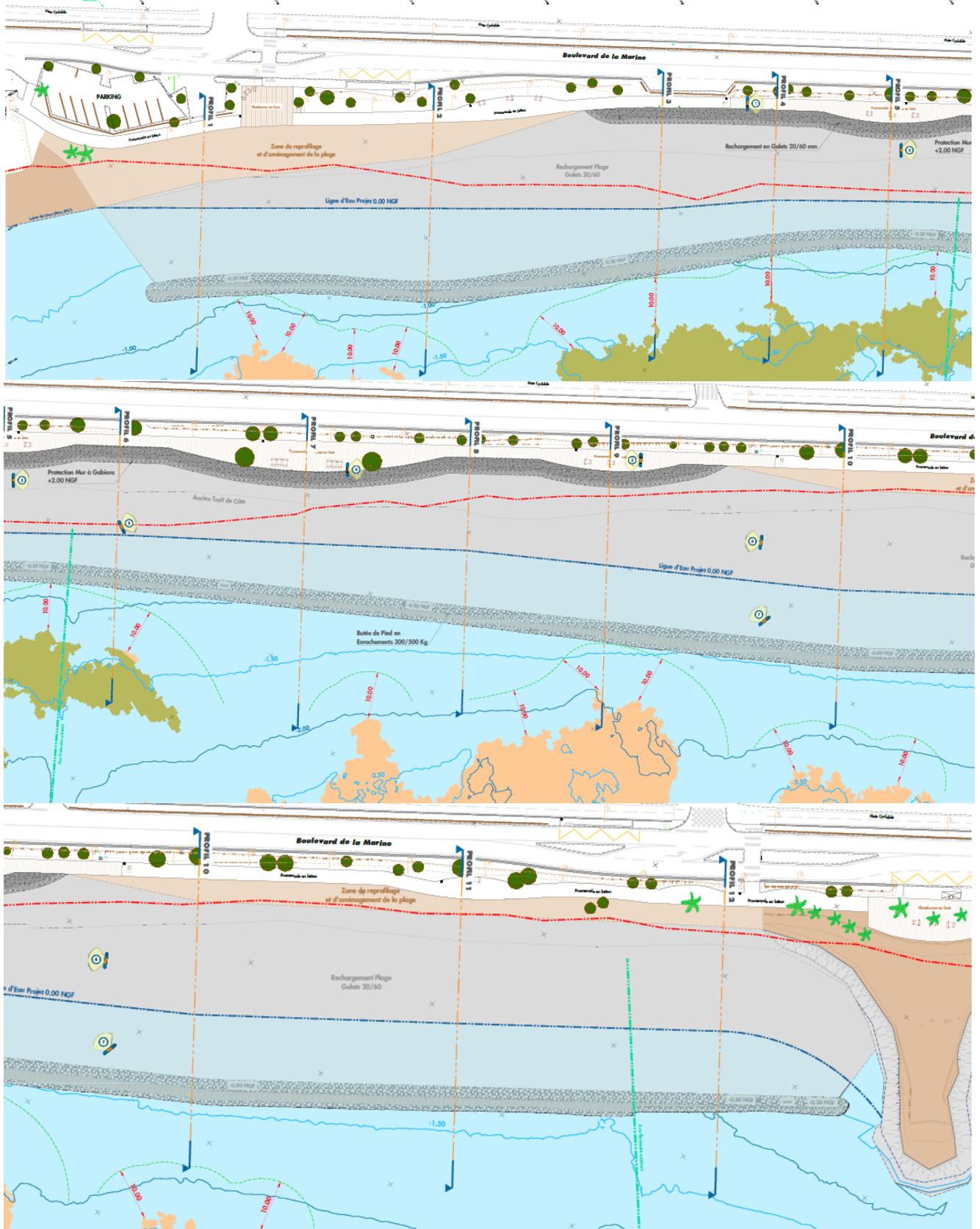


Figure 58 : Localisation de la zone d'impact des travaux de réaménagement au regard des limites des espèces protégées

Le projet n'impactera donc pas Les herbiers en respect des recommandations de littérature.

5.1.5.2 Impacts sonores sur les mammifères marins

5.1.5.2.1 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 59 : 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 60 : 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 battage de pieux,
- ▶ Le trafic maritime,
- ▶ Excavation marine.

5.1.5.2.2 Dragage

Il convient en effet de préciser qu'il n'est pas prévu de réaliser de dragages dans le cadre du projet, qui peuvent également constituer une source de perturbation sonore des cétacés.

Seules un volume les souilles pour ancrer la butée de pied sont rendues nécessaires (2100 m³).

On notera que les matériaux à extraire sont de nature grossière selon les essais granulométriques réalisés en 2020 par le laboratoire EUROFINS ; il ne présente pas non plus de caractères polluants.

Annexe au rapport d'analyse

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

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

Référence de l'échantillon (Matrice) :
20e102845-001 (SED) - Average

Opérateur :
FPEP

Date de l'analyse :
mardi 7 juillet 2020 16:33:56

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

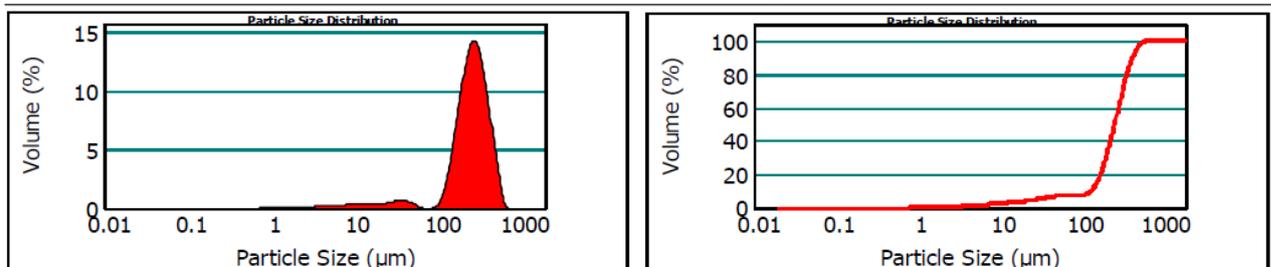
Surface spécifique : 0.0853 m ² /g	Moyenne : 273.105 µm	Médiane : 265.714 µm	Variance : 15735.965 µm ²	Ecart type : 125.443 µm	Rapport moyenne/médiane : 1.027 µm	Mode : 280.353 µm
---	--------------------------------	--------------------------------	--	-----------------------------------	--	-----------------------------

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.55%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 3.91%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 7.49%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 26.41%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.55%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 3.36%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 3.18%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 19.32%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 3.58%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 18.92%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 73.59%



20e102845-001 (SED) - Average

mardi 7 juillet 2020 16:33:56

Figure 61 : Extrait du rapport EUROFINS - 2020

5.1.5.2.3 Le battage de pieux :

Ce qui caractérise le battage de pieux, c'est l'immobilité de la source sonore, et la nature impulsive. Le battage de pieux est pratiqué en eaux peu profondes : La nuisance sonore s'applique donc au premier chef aux espèces côtières. Cette nuisance se produit en longues séries, avec une impulsion toutes les quelques secondes.

Les niveaux de sources extrêmement élevés, alliés à la répétition dans le temps de milliers d'impulsions, impliquent que le battage de pieux est l'un des phénomènes les plus nuisibles pour l'environnement acoustique des cétacés, avec la propriété d'être intenses dans les « hautes » basses fréquences voisines de 1 000 Hz.

En raison du caractère fixe de la source, la conséquence la plus fréquemment observée lors du battage de pieux est la désertion de l'habitat par les cétacés, phénomène d'une ampleur variable, et potentiellement lié à l'espèce concernée, en l'occurrence à son audiométrie. Si le battage de pieux est potentiellement léthal à courte distance, les bruits précurseurs à l'opération à pleine puissance du marteau-pilon suffisent probablement à éloigner les cétacés de la zone critique.

Il n'est pas prévu la réalisation de battage de pieux dans le cadre du projet.

5.1.5.2.4 Le trafic maritime :

Contrairement au trafic marchand habituel, l'énergie sonore produite par les embarcations motorisées de loisir empiète largement sur les moyennes fréquences, un domaine acoustique important pour beaucoup d'odontocètes (communication et écholocalisation). La propulsion de ces engins diffère de celle de la plupart des navires marchands, en ce qui concerne le régime des moteurs, leur type (hélices carénées, hélices rapides, « turbines »). Elle est souvent génératrice de cavitation généralisée, synonyme de bruit à bande large et moyenne fréquence.

Les bruits du trafic maritime affectent significativement les capacités de communication des cétacés (mysticètes, delphinidés ziphiidés) et peuvent diminuer les facultés d'écholocalisation des odontocètes. Lorsque ces bruits sont forts et pérennes, ils peuvent dégrader la qualité environnementale d'un milieu marin, et aboutir à la désertion d'un habitat qui était auparavant favorable à une espèce.

Les travaux seront très localisés, réalisés en bordure du littoral et n'interviendront pas en dehors.

Par ailleurs, il s'agit d'une enceinte à très faible tirant d'eau sur une largeur de 300/500 mètres qui est déjà fréquentée par des navires ne constituant pas, ainsi, un secteur favorable à la fréquentation par les cétacés.

5.1.5.2.5 Réalisation des travaux en dehors de la période de reproduction

Les travaux seront réalisés en période hivernale, qui représente la période la moins sensible pour la majorité des mammifères, en termes de reproduction, de mise-bas et de déplacement des jeunes avec la mère. En effet, la période la plus sensible se situe entre les mois de juin et de septembre.

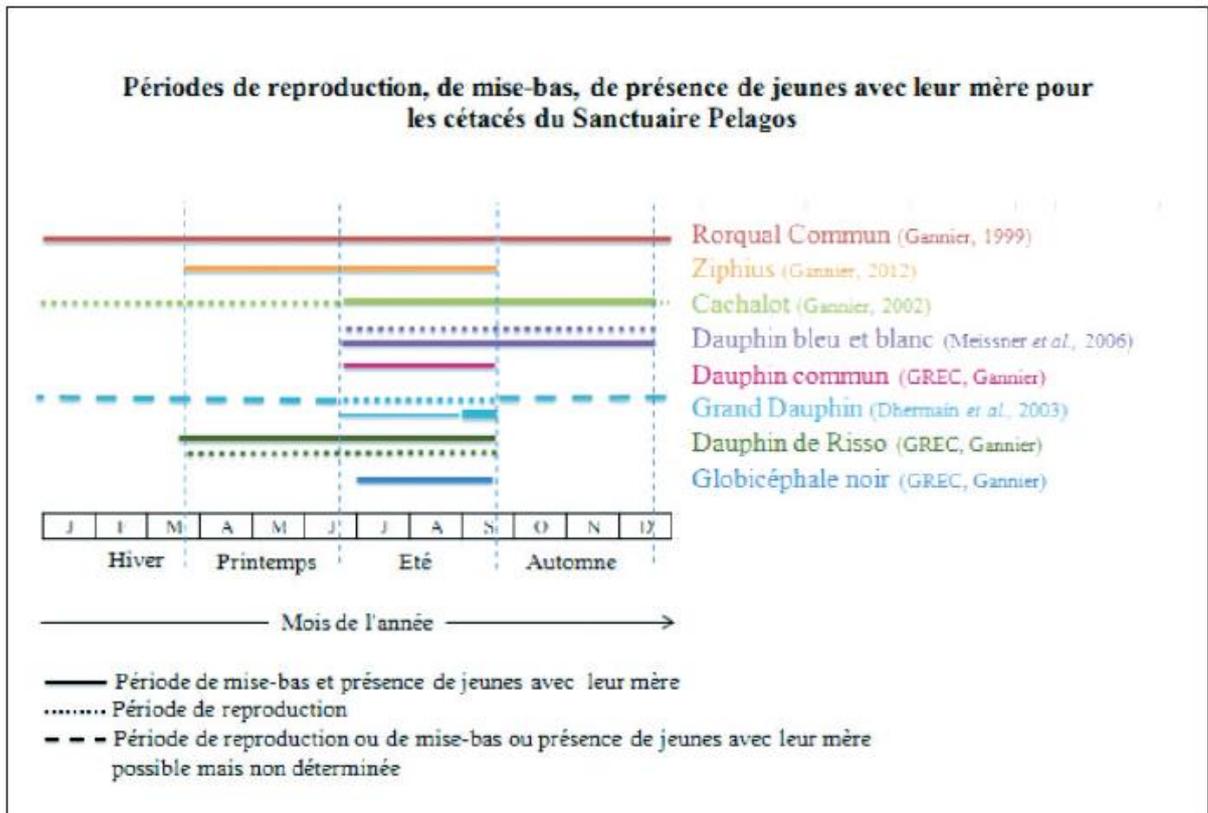


Figure 62 : Périodes de reproduction, de mise-bas, de présence des jeunes avec leur mère pour les cétacés du Sanctuaire Pélagos – Source : Guide d'évaluation pour l'autorisation d'une course d'engins nautiques dans le Sanctuaire Pélagos (Méditerranée)

5.1.6 Incidences sur le paysage

Dans la continuité des aménagements du bord de mer réalisés, une ponctuation végétale Spécifique Front de mer anime l'espace entre la promenade littorale et le tout petit ouvrage de protection en gabions présent en haut de plage.



Figure 63 : Photographie de l'érosion du trait de côte - 2008

Le projet prévoit la mise en œuvre d'une protection du haut de plage (fondations des aménagements terrestres du bord de mer) contre les effets de jets de rives (submersion).

En effet, sans cet aménagement, les matériaux en crête de plage (fondations des aménagements du bord de mer) sous les effets dynamiques des jets de rives et de la masse d'eau franchissant le talus seront voués à être emportés.

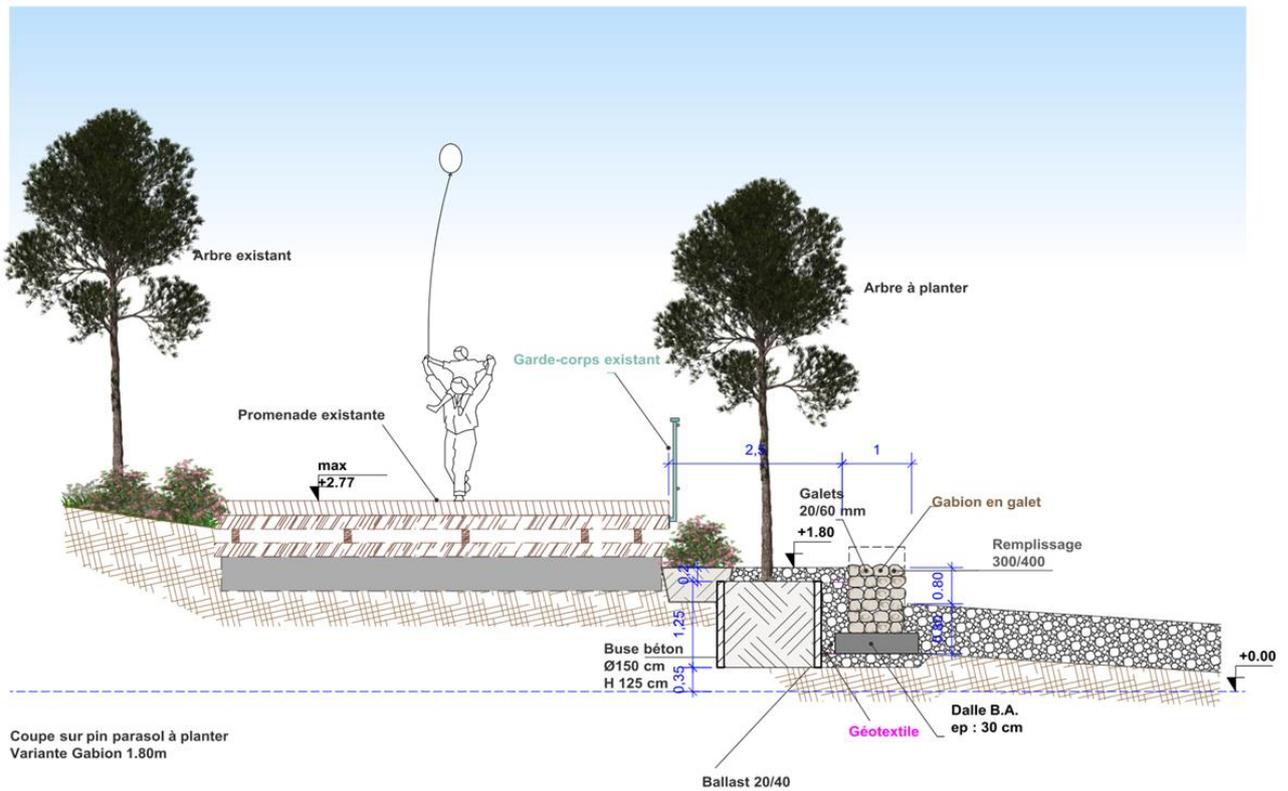


Figure 64 : Coupe détaillée du mur de gabions dans la zone de recharge étroite



Figure 65 : Aménagements paysagers avant et après

Ces aménagements seront au profit de l'aspect paysager en intégrant la continuité paysagère de l'aménagement du bord de mer et en remplaçant le talus artificiel en enrochements par un gabion.



Figure 66 : Vue aérienne du boulevard de la Marine avec sa protection de talus en enrochements - 2008

5.1.6.1 Parc National de Port-Cros

La commune d'Hyères-les-Palmiers se situe à la fois dans l'Aire Maritime Adjacente (AMA) et dans l'Aire Optimale d'Adhésion (AOA) du parc national de Port-Cros.

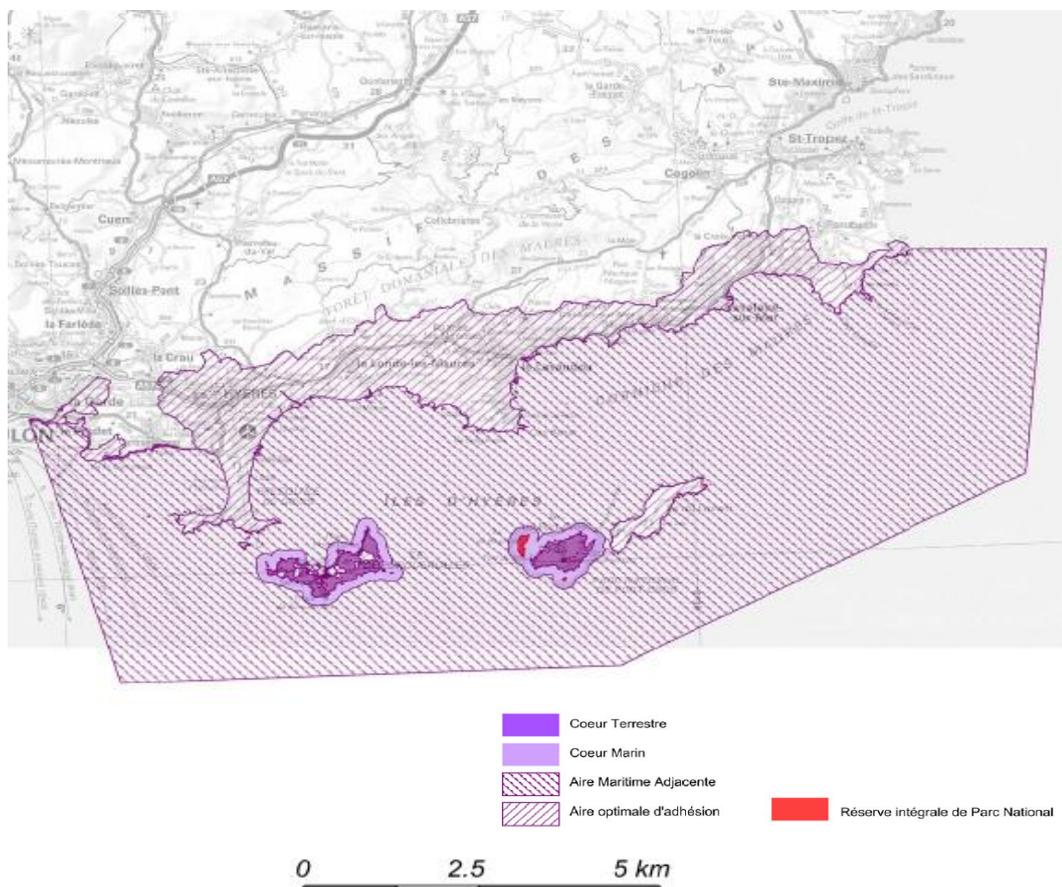


Figure 67 : La commune d'Hyères-les-Palmiers et le Parc national de Port-Cros

Créé le 14 décembre 1969 (décret de création modifié le 4 mai 2012), le Parc National de Port-Cros est situé sur les îles d'Hyères et le littoral varois.

Le cœur de parc regroupe 1 700 hectares terrestres et 2 900 ha marins. L'aire potentielle d'adhésion (APA) totalise 23 000 ha et 11 communes. Pour finir, l'aire maritime adjacente occupe 123 000 ha.



Figure 68 : Territoire concerné par le Parc National de Port-Cros

Le premier juillet 2016, un arrêté du Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur faisait le constat nouveau périmètre du Parc National de Port-Cros, y intégrant les communes signataires de la charte du Parc National de Port-Cros : Hyères-les-Palmiers, La Croix-Valmer, La Garde, Le Pradet et Ramatuelle. **Ainsi, la commune d'Hyères-les-Palmiers se situe dans l'Aire d'adhésion du Parc National de Port-Cros.**

La charte définit des objectifs pour la protection du patrimoine des cœurs et des orientations pour le développement durable du territoire. Elle est un outil de gestion et d'animation du territoire, elle permet un développement local et une valorisation du patrimoine naturel, culturel et paysager. Les 6 grandes ambitions de la charte sont les suivantes :

AMBITION 1 : Mettre en valeur et préserver le patrimoine naturel, culturel et paysager littoral, maritime et insulaire du Parc national.

AMBITION 2 : Préserver la biodiversité et les fonctions de milieux naturels terrestre et marin.

AMBITION 3 : Soutenir un développement local durable, valorisant les potentialités du territoire et respectant ses capacités.

AMBITION 4 : Promouvoir un aménagement durable et une mobilité apaisée.

AMBITION 5 : Préparer l'avenir en investissant dans la recherche, l'innovation et l'éducation au développement durable et en anticipant les évolutions du territoire.

AMBITION 6 : Développer une approche intégrée terre/mer par une coopération renforcée, une articulation des outils et une solidarité d'action entre acteurs.

Sources : Parc National de Port-Cros et ville d'Hyères-les-Palmiers

Le projet d'aménagement de lutte contre l'érosion et de protection contre la submersion de la promenade du front de mer respecte les ambitions du Parc National de Port-Cros, et en particulier les ambitions 1, 2, 3, 4 et 6.

En effet, ce projet a été pensé de manière à répondre à un problème d'érosion générant l'obsolescence la plage et offrir à la commune et à son littoral une promenade et une plage s'intégrant dans le paysage littoral, préservant les milieux naturels.

6 MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION

6.1 MESURES D'ÉVITEMENT

L'évitement d'impact sur les espèces protégées n'est possible qu'en plaçant les ouvrages à distance de ces espèces. **Les ouvrages sont à distance minimale de 10 mètres et respectent donc les préconisations des mesures d'évitement** (Figure 58 : Localisation de la zone d'impact des travaux de réaménagement au regard des limites des espèces protégées)

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.

Aussi l'ensemble des matériaux mis en œuvre ne comporte pas d'éléments fins (0/20 mm) ce qui réduit considérablement les risques de turbidité.

15 jours avant la période des travaux, des mesures quotidiennes 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 69 : 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 70 : 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,
- ▶ Eaux de fond de cale polluées par de l'huile et/ou du carburant.

Les réservoirs de carburant seront dans des coffres étanches. Les moteurs seront révisés et contrôlés régulièrement.

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 71 : 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 (oiseaux nicheurs notamment), qui s'étend de septembre à mars. En effet, le chantier s'échelonne de octobre à juin.

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.

Les zones de stockage seront envisagées sur des secteurs déjà imperméabilisés (aire de stationnement par exemple). Ce seront également ces secteurs qui pourront faire office d'aire de retournement pour les engins de chantier.

Par ailleurs la conception des ouvrages ne prévoit aucun apport de matériaux inférieurs à 20 millimètres

6.3.1.1.3 Mise en défens des zones sensibles

Comme vu par ailleurs, le talus en crête de plage est soumis à forte érosion qui a pour effet d'emporter à la mer un volume important de matériaux (terrain naturel ou matériaux de rechargement) ce qui génère un recouvrement des espèces protégées. La réalisation de la protection du talus (Gabion) stoppera ce phénomène d'empatement des matériaux. Nonobstant que le rechargement de plage est réalisé en galets dont la stabilité est assurée pour une houle d'occurrence décennale.

6.3.2 Mesures en phase d'exploitation

6.3.2.1 Entretien

Des accès spécifiques d'entretien sont prévus pour entretenir les plages. Elles sont les mêmes que pour les installations de chantier (accès)

Un arrosage intégré est prévu pour aider la végétation à se développer les premières années dans des conditions littorales parfois difficiles.

6.4 CONCLUSION

Le projet est à considérer comme une opportunité visant à assurer une protection contre les jets de rives du bord de mer (crête de talus de la plage) , assurer la défense du littoral contre l'érosion, un retour de l'aménagement de la plage comme dans les années avant 2008 tout en préservant les espèces protégées.

De plus, le projet stoppera les emportements de matériaux à la mer qui avaient tendance à recouvrir les espèces protégées.

Après aménagement, une gestion spécifique des espaces naturels sera engagée de manière à valoriser la vocation balnéaire du littoral.

Notons les mesures envisagées suivantes :

- ▶ Emprise du projet adaptée, évitant les espèces protégées ;
- ▶ Planning des travaux adapté aux enjeux ;
- ▶ Conception sans matériaux d'apports fins.

Les effets du projet sur l'environnement seront globalement positifs.

7 ANNEXES

- ▶ Annexe 1 - Présentation du demandeur V00
- ▶ Annexe 2 - Note de présentation V00
- ▶ Annexe 3 - Plan de situation 1-25000eme
- ▶ Annexe 4 - Arrêté préfectoral cas par cas aménagements routiers bord de mer
- ▶ Annexe 5 - COR-045-19-PRO-COUP-01-0
- ▶ Annexe 6 - COR-045-19-PRO-METH-01-0
- ▶ Annexe 7 - COR-045-19-PRO-PLAN-01-0
- ▶ Annexe 8 - COR-045-19-PRO-PLAN-02-0
- ▶ Annexe 9 - COR-045-19-PRO-COUP-01-0
- ▶ Annexe 10 - CORTPM 45-2019 Estimation PRO_REG V00
- ▶ Annexe 11 - CORTPMERO 45-2019 PRO_REG Planning détaillé Version 05
- ▶ Annexe 12 - CORTPMERO 45-2019 PRO_REG Planning résumé Version 05
- ▶ Annexe 13 - L93_Biocénoses_A0_1000e.pdf
- ▶ Annexe 14 - L93_BiocénosesDétail_A0_1000e.pdf
- ▶ Annexe 15 - R_20_061_SM
- ▶ Annexe 16 - R_20_061_SM_AnalyseComparative
- ▶ Annexe 17 - L93_Geophysique_A0_1000°
- ▶ Annexe 18 - Rapport d'analyses Eurofins-20E102845

- ▶ Annexe 19 - NGF_L93_Bathymétrie_A0_1750°
- ▶ Annexe 20 - Localisation Natura 2000
- ▶ Annexe 21 - Evaluation simplifiée des incidences Natura 2000

8 REFERENCES

8.1 ÉTUDES

1988 Étude sédimentologique rade d'Hyères SOGREAH

2014 Étude de la submersion marine sur la plaine du Ceinturon réalisée par le BRGM en 2014

2010/2018 Études préliminaires pour la protection du trait de côte du Ceinturon réalisées par OCEANIDE

- ▶ C10-7-038_Hyeres_PhasePrelim_rev2
- ▶ C10-7-038_Hyeres_Phase2_rev2
- ▶ C10-7-038_Hyeres_Phase3_rev1
- ▶ C10-7-038_Hyeres_Phase3_Modlisations_Secteur N_HorsAnnexe_rev2
- ▶ C10-7-038_Hyeres_Phase3_Modlisations_Secteur N_ANNEXES_rev1
 - Annexe_1_Plans_rev2
 - Annexe_2_CR_25-06-10_rev2
 - Annexe_3_CR_06-07-10_rev2
 - Annexe_4_CR_09-07-10_rev2
 - Annexe_5_GlobOcean_rev2
- ▶ Rapport final
- ▶ C147095-HyeresCeinturon-RapFinal_ANNEXES_rev0

2020/2021 CORINTHE Ingénierie

- ▶ CORTPMCENT 45-2019_Etude_conditions_projet_AVP-NT-01-3b_1
- ▶ CORTPMCENT 45-2019_Projet_Plage_du_Ceinturon_PRO-NT-01-0
- ▶

8.2 BIBLIOGRAPHIE

Porter à Connaissance submersion marine, Directive Inondation, Territoire à Risque Important d'Inondation Toulon-Hyères, mars 2017, DREAL-PACA/EAIP-SM

Arrêté n° AE-F09318P0149 du 22/05/2018 portant décision d'examen au cas par cas, en application de l'article R122-3 du code de l'environnement, relatif à la réalisation d'un projet de requalification du boulevard de la Marine sur la commune de Hyères (83)

8.3 SITES INTERNET

<http://batrame-paca.fr/>

<http://www.conservatoire-du-littoral.fr/>

<http://www.hyeres.fr/>

<https://www.smbvg.fr/>

<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/pgri.php>