

CONSULTING

## PIECE E

### P.J. 5 – Annexes de l'Etude d'incidence

Travaux de réparation de la jetée Sud du Port  
de Bayonne (64)



**CONSULTING**

**ANNEXE 1 : EXTRAITS DE DOSSIER  
PRO – SUEZ CONSULTING,  
VERSION 12/2024**



**ANNEXE 2 : PLAN  
TOPOGRAPHIQUE ET RELEVES  
BATHYMETRIQUES**



**CONSULTING**

**ANNEXE 1 : EXTRAITS DE DOSSIER  
PRO – SUEZ CONSULTING,  
VERSION 12/2024**



CONSULTING

Mission de maîtrise d'œuvre pour les  
travaux de réparation de la jetée Sud du  
Port de Bayonne

**Rapport de projet  
PRO**



# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Contexte de l'étude .....</b>	<b>9</b>
1.1	Description du projet.....	9
1.2	Mission de SUEZ Consulting.....	9
1.3	Objectif du présent document .....	9
<b>2</b>	<b>Description de l'ouvrage de la jetée Sud .....</b>	<b>10</b>
2.1	Localisation.....	10
2.2	Référencement.....	10
2.3	Historique de l'ouvrage.....	11
2.4	Décomposition de la jetée .....	23
2.5	Dimensions et caractéristiques des ouvrages.....	25
2.6	Contexte géologique général .....	29
2.7	Contexte géotechnique .....	30
<b>3</b>	<b>Rappel des désordres .....</b>	<b>33</b>
3.1	Carapace incomplète .....	33
3.2	Circulation du sable sous l'ouvrage.....	34
3.3	Cavités en sous-œuvre de risberme .....	34
3.4	Végétalisation de l'ouvrage .....	36
3.5	Maçonnerie des parements partiellement dé-jointoyée .....	36
3.6	Corps de jetée fissuré .....	38
<b>4</b>	<b>Solutions retenues en AVP .....</b>	<b>40</b>
4.1	Injection des cavités en sous-œuvre de risberme.....	40
4.2	Reprise de la carapace .....	41
4.3	Traitement de la végétation.....	43
4.4	Travaux de rejointoiement et de maçonnerie des parements .....	44
4.5	Renforcement mécanique du musoir par tirants d'enserrement .....	45
4.6	Pose d'un géotextile drainant côté plage .....	46



4.7	Traitement superficiel des fissures de la dalle de couronnement .....	48
4.8	Objectifs du pro .....	49
<b>5</b>	<b>Référentiel technique retenu .....</b>	<b>50</b>
5.1	Documents de référence généraux .....	50
5.2	Identification des données de références exploitables .....	50
<b>6</b>	<b>Réflexion avancée sur la reprise de la carapace .....</b>	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>Méthodologie des confortements .....</b>	<b>62</b>
7.1	Objectifs généraux.....	62
7.2	Marnage et périodes de travail.....	62
7.3	Accessibilité et protections collectives .....	64
7.4	Opération de nettoyage de la végétation .....	65
7.5	Travaux de rejointoiement et de maçonnerie .....	70
7.6	Traitement du corps de jetée.....	75
7.7	Reprise de la carapace .....	81
7.8	Pose d'un géotextile drainant coté plage .....	97
7.9	Reprise du pied de risberme .....	104
7.10	Renforcement et confortement mécanique du musoir .....	113
7.11	Analyse de risques techniques (tableau A3 disponible en annexe).....	129
<b>8</b>	<b>Modalités générales des travaux.....</b>	<b>130</b>
8.1	Installations de chantier.....	130
8.2	Repères de nivellement.....	131
8.3	Implantation, piquetage .....	132
8.4	Atelier météo .....	132
8.5	Constat .....	132
8.6	Accès à l'ouvrage – sécurité et cloturage .....	133
8.7	Exigence de sécurité à l'interface portuaire et urbaine .....	134
<b>9</b>	<b>Exigences environnementales.....</b>	<b>136</b>
9.1	Contexte réglementaire et environnemental des travaux.....	136



9.2	Mesures de protection de l'environnement en phase travaux .....	136
10	<b>Planning et phasage .....</b>	<b>139</b>
10.1	Phasage .....	139
10.2	Planning (complet fourni en annexe).....	143
11	<b>[REDACTED]</b>	
12	<b>Procédures de contrôles des travaux .....</b>	<b>147</b>
12.1	Instrumentation pendant les travaux .....	147
12.2	Contrôle des travaux et réception .....	147
13	<b>Programme de suivi et maintenance sur 10 ans.....</b>	<b>150</b>
13.1	Instrumentation des ouvrages .....	150
13.2	Programme de maintenance – 10 ans .....	151
	<b>[REDACTED]</b>	
15	<b>Annexes .....</b>	<b>159</b>
15.1	Annexe 1 : Procédure spécifique vis-à-vis du feu de signalisation .....	159
15.2	Annexe 2 : Etude du positionnement des blocs .....	160
15.3	Annexe 3 : Tableau de synthèse du positionnement des blocs .....	160
15.4	Annexe 4 : Analyse des risques techniques .....	160
15.5	Annexe 5 : Planning .....	160
15.6	Annexe 6 : Dossier de plan .....	160



## LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Vue aérienne des jetées Nord et Sud - Source : Observatoire du littoral (Campagne 2020).....	9
Figure 2 Localisation de la jetée sud sur fond de plan IGN et photographie aérienne - source : Géoportail.....	10
Figure 3 Décomposition de la jetée, à la fin du XIXème siècle .....	12
Figure 4 Photo historique sur laquelle on devine derrière le navire, les travées maçonnées de la jetée sud avec des côtes altimétriques décroissantes et supportant les palées métalliques .....	12
Figure 5 Photo historique d'un navire échoué sur la jetée sud, on devine la jetée tubulaire à son extrémité, l'absence des palées métalliques et la réalisation d'une rampe sur les travées de mur de jetée pleine .....	13
Figure 6 Profil type au droit de la plage d'épanouissement présente à l'amont de l'ouvrage le long du mur de raccordement .....	13
Figure 7 Vue de la jetée Sud avec les travées de mur en maçonnerie et la présence des premiers enrochements artificiels autour - date approximative 1900 - source : site internet.....	14
Figure 8 Vues en plan des travaux de réparation engagés sur les tourelles de la rive Sud en 1917 - Source : Archives dép. Bayonne .....	15
Figure 10 Profil au droit des arcatures, à l'amont de l'ouvrage : Archives dép. Bayonne .....	15
Figure 9 Profil en travers et plan masse de la jetée suite aux premiers renforts – sources : plans d'archive .....	15
Figure 11 Plan masse de la reprise béton début XXème siècle avec une risberme en milieu de jetée construite en 1915 et des compléments de blocs béton.....	16
Figure 12 Représentation des renforts réalisés sur la jetée - source : plans d'archive.....	16
17	
Figure 13 Plan masse de la seconde reprise béton début XXème siècle avec des compléments de massifs de protection autour de l'ouvrage .....	17
Figure 14 plan masse de l'ouvrage avec les dommages causés par la tempête de 1958.....	17
Figure 15 Photo d'archive après la tempête de 1958 .....	17
Figure 16 Photographies des désordres sur la jetée Sud, à la suite de la tempête du 14/12/1958 .....	18
Figure 17 Photographies après 1961 .....	19
Figure 18 Etat actuel du feu de signalisation de la Jetée Sud .....	20
Figure 19 Etat de l'arrière de la jetée Sud au niveau de la zone d'intervention n° 1 correspondant au PM 150 – source : DOE .....	21
Figure 20 Décomposition historique de l'ouvrage.....	22
Figure 21 Vues en plan de la jetée de 1900 à aujourd'hui.....	22
Figure 22 Représentation du découpage de la jetée proposé .....	23
Figure 23 Plan de principe de coupe du musoir .....	24
Figure 24 Plan de principe de coupe PM150 (section courante aval).....	24
Figure 25 Plan de principe de coupe PM120 (section courante amont).....	24
Figure 26 Coupe au niveau du mur de raccordement Sud .....	26
Figure 27 Coupe sur l'ouvrage en 1899 (PM 150 et 250).....	26
Figure 28 Vue en plan de l'axe et des points métriques le long de la jetée Sud .....	27
Figure 29 Plan de construction du feu .....	28
Figure 30 Plan de relevé par détection .....	28
Figure 31 Plan de construction du feu - coupe verticale.....	29
Figure 32 Extrait de la carte géologique de Bayonne au 1/50 000 - Source : Infoterre .....	29
Figure 33 Localisation des forages géologiques 10014X0166/F1 et 10014X0146/RANNEY - Source : Infoterre.....	30
Figure 34: Modèle géotechnique .....	31
Figure 35 : Données des marées de la zone d'étude (source : CCTP ANTEA fourni lors de l'étude 2021).....	32
Figure 36 : Extrait de la carte "PL04_ISPO04_Jetee_Sud_Bayonne_Coupes_REV01.pdf" [source CERES .....	33
Figure 37 : Déplacement des blocs dans le chenal [source CERES .....	33
Figure 38 : Fontis observé le 22/07/2024 [source Ginger CEBTP] .....	34
34	
Figure 39 : Cavité observée lors des travaux de terrassement réalisés en 2016 [source BTPS .....	34
Figure 40 : Localisation des cavités situées en sous-œuvre de risberme, au niveau du musoir .....	35
Figure 41 : Photos de désordres de la risberme au droit de la cavité n°3 [source EuroDive .....	35
Figure 42 : Parement côté Adour, PM0.....	36
Figure 43 : Exemple de mousse ayant prit place sur la face supérieure de risberme et sur la partie basse de parement.....	36



Figure 44 : Extrait du rapport d'ANTEA Casagec 2021 avec repérage des désordres observables sur les parements de la jetée .....	37
Figure 45 : Exemple d'ouverture du parement repérée le long de la jetée.....	37
Figure 46 : Repérage des fissures de la dalle de couronnement par Casagec.....	38
Figure 47 : Exemple de fissures observables au niveau du musoir.....	39
Figure 48 : Localisation des cavités sous-œuvre de risberme.....	40
Figure 49 : Cavité observée en sous-œuvre de risberme par les plongeurs.....	40
Figure 50 : Plan DWG des cavités 12, 13 et 14 [source EuroDive.....	41
Figure 51 : Positionnement d'une piste terrestre .....	42
Figure 52 : Exemple de la solution Soiltain® Rock pour la protection des pieds d'éoliennes offshore ([source Huesker].....	42
Figure 53 : Linéaire de parement visé par les opérations de rejointoiement.....	44
Figure 54 : Schéma d'un tirant traversant dans le plan de coupe du musoir .....	45
Figure 55 : tirant d'enserrement avec tête d'ancrage en croix de Saint-André. La protection de l'extrémité de la barre n'est pas assurée (crédit photo JL. Michotey, Guide FABEM 6.3) .....	46
Figure 56 Plans de localisation des désordres et des travaux à prévoir (source fond de plan : ANTEA/CASAGEC 2020).....	48
Figure 57 : Fissures repérées sur la dalle au niveau du musoir (Rapport 2021 ANTEA CASAGEC) .....	49
Figure 58 : Extrait de la carte "PL04_ISPO04_Jetee_Sud_Bayonne_Coupes_REV01.pdf" [source CERES .....	51
Figure 59: Mise en évidence des blocs déplacés [Source: Rapport Ginger Ceres de 2024] .....	54
Figure 60 : Exemple d'utilisation de la solution Soiltain® Rock pour la protection des pieds d'éoliennes offshore ([source Huesker).....	56
Figure 61: Extrait note de dimensionnement des Rock Bags [source : Huesker].....	57
Figure 62: Exemple dumper 9T capacité .....	59
Figure 63: Exemple potelet avec réservations pour lisses et plinthe .....	64
Figure 64: Exemple escalier de chantier colimaçon "Escalib" .....	64
Figure 65 : Exemple de nettoyeur sous pression [source kiloutou].....	65
Figure 66: Exemples cuve, citerne et surpresseur .....	66
Figure 67: Exemple de bac souple.....	66
Figure 68: exemple de bac de décantation .....	67
Figure 69: Schéma nettoyage.....	67
Figure 70: Finition à la brosse au pont des Abarines (crédit photo CG du Gard) .....	72
Figure 71: Remplissage des joints au moyen d'une buse par la voie mouillée basse pression (crédit photo CG du Gard).....	72
Figure 72: Exemple drain crépiné avec géotextile.....	73
Figure 73: Schéma forage et récupération eaux souillées.....	74
Figure 74 : exemple de bâche souple pouvant accueillir le groupe électrogène .....	74
Figure 75: Fissures réparées sur la jetée (photo Safège septembre 2024) .....	75
Figure 77 : Rejointoiement à l'aide d'un pistolet à boudin manuel [source PCI.....	79
Figure 78 : Exemple de largeurs de mastic à mettre en œuvre selon la fiche produit PCI Elritan® 140 .....	79
Figure 79 : Exemple de consommation/rendement selon la fiche produit PCI Elritan® 140.....	79
Figure 80 : Aire de préfabrication possible [source RNA] .....	81
Figure 81: Benne de nettoyage des outils en contact avec le béton .....	82
Figure 82: Exemple banche TPC [source: SATECO] .....	83
Figure 83: Coffrage BCR 24T [source RNA] .....	83
Figure 84: Transport Accropode® [source Razel-Bec digue Nord Argeles] .....	85
Figure 85: Trajet envisagé entre l'aire de fabrication et la zone de chantier .....	86
Figure 86: Exemple grue envisageable [Source Kobelco] .....	88
Figure 87 : Plan de masse de la piste d'accès provisoire.....	89
Figure 88: Engins utilisables pour la création de la piste.....	90
Figure 89: Définition géométrique de la bande de sécurité .....	91
Figure 90: Traitement PT97.5 [Source SUEZ C] .....	92
Figure 91: Traitement PT340 [Source Suez C] .....	92
Figure 92: Vérification PT97.5 [source GINGER] .....	93
Figure 93: Vérification PT240 [source GINTGER].....	93
Figure 94: Vérification PT240 avec un seul bloc [source Ginger] .....	94
Figure 95 : Extrait de la carte "PL04_ISPO04_Jetee_Sud_Bayonne_Coupes_REV01.pdf" [source CERES .....	94
Figure 96 : Coupe de principe de la pose des blocs depuis une piste terrestre provisoire .....	95
Figure 97 : Exemple de pelle 49t Komatsu PC490/LC-11 .....	97
Figure 98 : Exemple de tombereau articulé .....	97



Figure 99 : Plan de coupe du terrassement côté plage .....	98
Figure 100: Plan de masse de la zone de stockage du sable.....	99
Figure 101 : Plan de masse de la piste pour l'accès à la zone de stockage .....	99
Figure 102: type de cavité à combler après terrassement .....	100
Figure 103: Photo travaux 2016.....	101
Figure 104 : Fiche descriptive du géotextile P50 Tencate Geosynthetics .....	102
Figure 105 : Plan de coupe des blocs stabilisateurs du géotextile.....	102
Figure 106: Positionnement cavités .....	104
Figure 107: Repérage des cavités .....	104
Figure 108 Dispositif de retenue temporaire (Source : Proserve ltd) .....	105
Figure 109 Schéma explicatif du principe d'injection sur-mesure des cavités (Source : Proserve ltd).....	106
Figure 110 Géotextile d'injection pour combler les cavités entre les enrochements et la risberme (Source : Proserve ltd).....	106
Figure 111: Camion malaxeur et camion pompe [Source CEMEX] .....	108
109	
Figure 112: Emplacement unité de pompage/fabrication .....	109
Tableau 4: Volume des cavités.....	110
Figure 113 : Pompe à coulis .....	110
Figure 114: Traitement cavité 9/10/11 .....	111
Figure 115 : Illustration des extrapolations du relevé bathymétrique .....	112
Figure 116 : Parement de la façade coté Adour et Atlantique du musoir ([source Suez Consulting).....	114
Figure 117 : Risberme de la façade côté plage du musoir ([source Suez Consulting).....	114
Figure 118 : tirant d'enserrement avec tête d'ancrage en croix de Saint-André. La protection de l'extrémité de la barre n'est pas assurée (crédit photo JL. Michotey, Guide FABEM 6.3) .....	116
Figure 119 : Schéma d'un tirant traversant dans le plan de coupe du musoir.....	117
Figure 120 : Coupe de principe de la mise en place d'un tirant traversant.....	117
Figure 121 : Profil acier UPN ([source ACVM) .....	118
Figure 122 : matériel de vidéo pour examen de forages (crédit photo D. Poineau, guide FABEM 6.3).....	119
120	
Tableau 5: Foreuse sur pelle [source: Geotechno].....	120
Figure 123 : Gaine en géotextile pour tirant [source France Injection Service].....	120
Figure 124: Centreurs PVC / Acier (extrait SOTOMET) .....	120
122	
Figure 125: Plan tête de tirant.....	122
123	
Tableau 7: Exemple de petite centrale à coulis [source France Injection Service].....	123
Figure 126: Système de récupération des eaux de lubrification du carottier.....	126
126	
Figure 127: Kit antipollution [source Difope].....	126
Figure 128 : Schéma d'implantation des tirants traversants sur une vue aérienne du musoir.....	127
Figure 129: Emplacements envisagés pour les installations .....	131
Figure 130: Exemple potelet avec réservations pour lisses et plinthe .....	133
Figure 131: Exemple escalier de chantier colimaçon "Escalib" .....	133
154	
Figure 132 : Tableau coûts estimatifs suivi/maintenance prévisionnelle sur 10ans .....	154



# 1 Contexte de l'étude

## 1.1 Description du projet

Les jetées nord et sud du port de Bayonne encadrent le chenal d'entrée du port de Bayonne. Elles jouent un rôle prépondérant dans l'atténuation de la houle/des tempêtes et maintiennent en état l'accès à l'embouchure. Toutes les deux présentent des dommages.

Les jetées sont situées à l'embouchure de l'Adour, en rive Nord sur la commune de Tarnos (40220) et en rive Sud sur la commune d'Anglet (64600). Elles sont la propriété de la région Nouvelle-Aquitaine.



Figure 1 Vue aérienne des jetées Nord et Sud - Source : Observatoire du littoral (Campagne 2020)

Le projet porte sur la réhabilitation de la jetée Sud, en rive Sud de l'Adour, sur un linéaire de l'ordre de 270 ml.

L'objectif du projet est de préserver l'intégrité de cet ouvrage.

## 1.2 Mission de SUEZ Consulting

La région Nouvelle Aquitaine a lancé un appel d'offre de mission de Maîtrise d'œuvre pour les travaux de réparation de la jetée sud. L'entreprise SUEZ Consulting a été notifiée de l'attribution de ce marché le 06/07/2023.

Le présent contrat est un marché « composite » comprenant une partie traitée sous la forme d'un marché ordinaire et une partie traitée sous la forme d'un accord-cadre à bons de commande.

Les éléments de missions « Témoin » demandés dans la partie traitée sous forme de marché ordinaire sont les suivantes : AVP, PRO, AMT, VISA, DET, AOR et OPC.

La partie du marché traitée sous la forme d'un accord-cadre à bons de commande concerne les prestations d'assistance technique et administrative pour l'obtention des documents nécessaires aux procédures administratives dans le cadre du code de l'environnement.

## 1.3 Objectif du présent document

**Le présent document constitue le rapport des études de Projet (PRO).**

Il vient dans la continuité des rapports AVP remis en août 2024.



## 2 Description de l'ouvrage de la jetée Sud

### 2.1 Localisation

La jetée sud du port de Bayonne est située à l'embouchure de l'Adour, en rive Sud, sur la commune d'Anglet (64600).

Le périmètre de la zone d'étude s'étend sur 270ml.

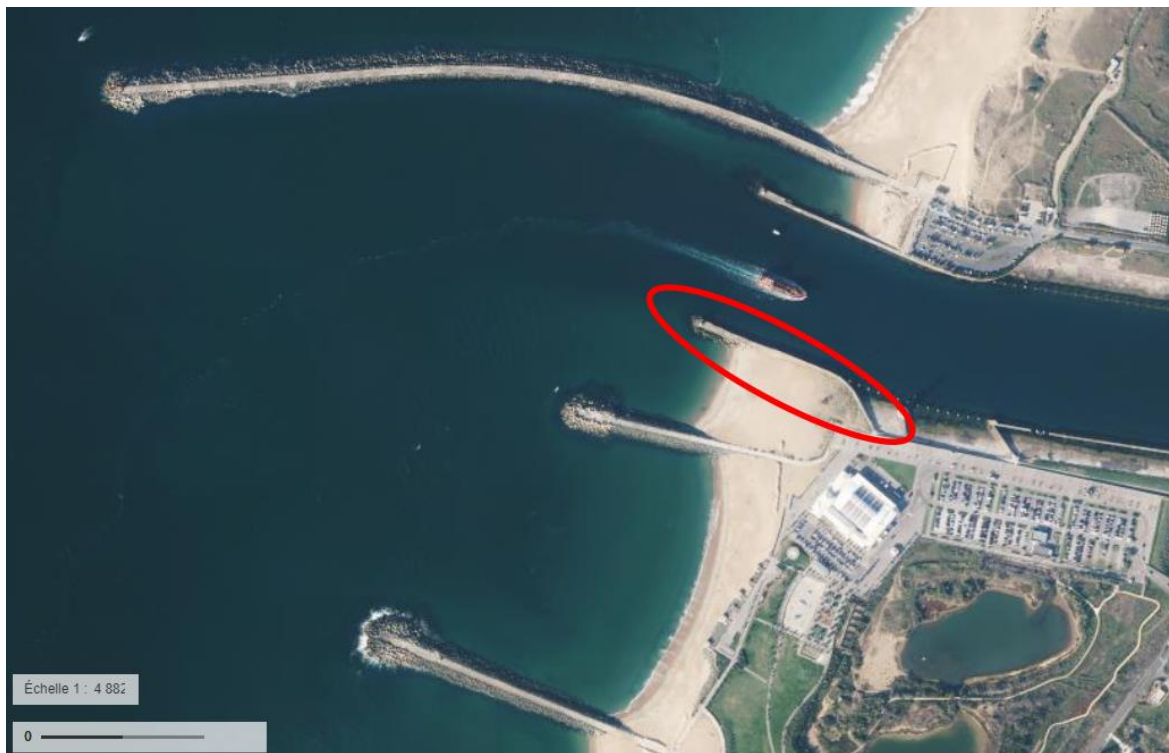


Figure 2 Localisation de la jetée sud sur fond de plan IGN et photographie aérienne - source : Géoportail

### 2.2 Référencement

Les référencements considérés pour les projets sont les suivants :

- Planimétrique : RGF93 – LAMBERT 93 (en accord avec les fichiers fournis)
- Altimétrique : en Cote Marine (0 m CM = - 2,143 m IGN 69)

Le présent rapport fait également référence à des documents anciens dont les référencements peuvent être différents. Pour information voici quelques référencements susceptibles d'être utilisés dans des plans anciens par rapport au zéro NGF :

- -0,03 m IGN69
- -1,27 m (ancien zéro du port)
- -1,52 m (zéro des cartes avant le 01/07/1970)
- -2,17 m (zéro hydro (CM) après le 01/01/1970)



## 2.3 Historique de l'ouvrage

### 2.3.1 Synthèse des archives

Les documents d'archives caractérisent l'embouchure de l'Adour par la présence d'un banc de sable et de gravier situé à l'entrée de l'embouchure, appelée « barre ». Cette barre, qui se forme par le transport de sable sous l'action des vagues et des vents venant du nord jusqu'à l'embouchure, se dessine sous la forme d'une barre demi-circulaire enveloppant l'embouchure du fleuve.

Les premiers aménagements de l'embouchure de l'Adour remontent au **XVI<sup>ème</sup> siècle** et sont attribués à Louis de Foix. Ils ont consisté en la réalisation d'une digue barrant le fleuve au-dessous du Boucau.

**1778 à 1819** : Des jetées basses en pilotis enrochés arasées au niveau des pleines mers de morte eau (correspondant à une cote actuelle de +2,73 CM) ont été construites de 1778 à 1838 sur chaque rive à partir de l'extrémité de la digue en maçonnerie, de manière à réduire la largeur du fleuve. Ces jetées basses étaient composées de massifs de pieux battus de vingt-quatre pieds de largeur (environ 7,5 m), enrochés extérieurement et intérieurement.

Un prolongement de la jetée basse sud (220 m de longueur) a eu lieu en 1780-1781.

Puis un second (180 m de longueur) a eu lieu en 1812-1819.

#### **1858 à 1892 :**

De 1858 à 1861, 200 m de jetée pleine et 300 m de jetée à claire-voie sont réalisées.

Les portions de jetées à claire-voie détruites en 1865 sont reconstruites en 1869-1872 avec un système de tubes en fonte remplis de béton. Les travaux comprennent la reconstruction de 105 m de jetée à claire-voie

Les tubes, cylindres creux en fonte de 2 m de diamètre, sont foncés de 7,30 m en contre-bas de la plus basse mer à l'aide d'air comprimé, et sont espacés de 5 m d'axe en axe. Dans la crainte d'un affouillement, une fiche plus élevée (jusqu'à 11,80 m) a été atteinte vers l'extrémité de la jetée. Les tubes sont remplis de béton et couronnés par des chapiteaux en fonte auxquels sont fixés les montants d'une passerelle en fer portant le tillac et servant de pont de service pendant la construction. Ils sont enveloppés d'un massif d'enrochements continu.

En 1876-1881 des travaux ont consistés à réaliser au sud de l'Adour, partir du musoir de l'ancienne digue haute en maçonnerie :

- d'un viaduc en maçonnerie de 533 m de longueur totale, comprenant 3 massifs formant culées, 4 piles-culées et 58 arches de 6,60 m d'ouverture, en remplacement de l'ancien tillac en charpente (situé à l'amont de la jetée)
- de 16 tourelles cylindriques en maçonnerie, espacées de 12,50 m d'axe en axe comme sur l'autre rive, et portant un tablier métallique de 200 m de longueur, jusqu'à l'extrémité de la jetée basse pleine (ces tourelles sont les actuelles arcatures)
- des palées en fonte et fer, espacées aussi de 12,50 m d'axe en axe, qui portent un tablier métallique de 180 m de longueur (au droit de la jetée étudiée)
- enfin la jetée tubulaire de 130 m de longueur qui doit être prolongée de 120 m. (à l'aval de la jetée sud)



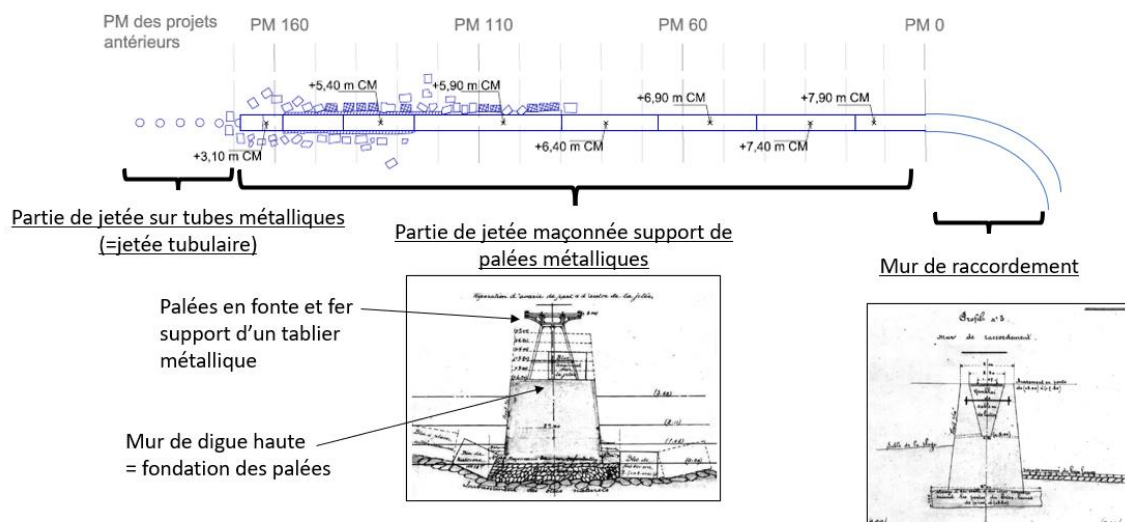


Figure 3 Décomposition de la jetée, à la fin du XIXème siècle

D'après la revue de presse « Le Génie-Civil – revue générale hebdomadaire des industries françaises et étrangères » du 8 juin 1901, les ouvrages réalisés de 1578 à 1892 n'auraient pas apporté les améliorations attendues sur l'abaissement du seuil de la barre de l'embouchure de l'Adour. C'est pourquoi, il aurait été décidé de réaliser des dragages intensifs destinés à enlever les apports alimentant le bourrelet. Le programme d'amélioration comprenait également la transformation des anciennes jetées à claire-voie en jetées pleines, en vue de mettre fin aux déversements d'apports dans le chenal et de concentrer l'action du courant du jusant sur le bourrelet de la barre.

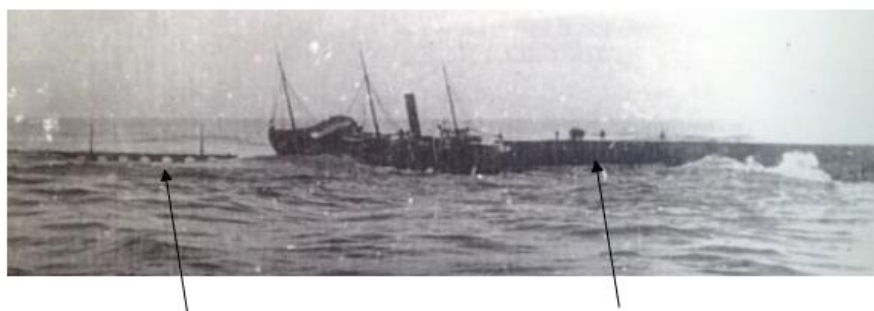


Figure 4 Photo historique sur laquelle on devine derrière le navire, les travées maçonnées de la jetée sud avec des côtes altimétriques décroissantes et supportant les palées métalliques



Puis, les structures métalliques en crête d'ouvrage ainsi que la configuration en palier ont été abandonnées pour une configuration rampe.

Cette configuration est notamment visible sur des plans dont la date est estimée à 1920 et sur la photo ci-dessous. Il est fort probable que l'ouvrage se soit retrouvé dans cette configuration au début des années 1900 (1905 – 1915 ?).



Piles métalliques en extrémité de jetée      Jetée en configuration rampe

Figure 5 Photo historique d'un navire échoué sur la jetée sud, on devine la jetée tubulaire à son extrémité, l'absence des palées métalliques et la réalisation d'une rampe sur les travées de mur de jetée pleine

#### Après 1900 :

Des travaux ont été réalisés entre 1895 et 1901 dans le cadre de l'amélioration de l'embouchure de l'Adour. Ces travaux ont consisté en la construction de deux brise-lames au droit des jetées à claire-voie (ou arcatures) des deux rives. Les documents d'archive mettent en évidence leur présence à l'amont de la jetée, au niveau de la jonction entre les arcatures et le mur de transition.

La composition du brise lame est décrite par un pavage maçonné de 40 cm d'épaisseur moyenne. Le seuil du pavage, supporté par une murette de fondation de 1,50 m de large, se situe à la cote +0,50 CM côté fleuve (soit une cote actuelle d'environ +1,13 CM). Le brise-lame remonte côté terre en suivant une pente comprise entre 5 et 9 %.

Selon le rapport de l'ingénieur Delure du 18 janvier 1905, le brise-lames a subi des avaries dès 1899, suite à une augmentation de la houle liée à des dragages ouvrant plus largement l'entrée du fleuve: «les maçonneries des brise-lames, par suite du coulage des sables qui les supportaient, présentaient sur presque toute leur surface des traces de cassure ou d'affaissement ». Des travaux consistant à équiper le radier en pied d'une murette visant à s'opposer à l'entraînement des sables auraient été réalisés en 1962 (cet équipement n'est aujourd'hui plus visible).

On note la présence de ce brise lame au niveau de la plage d'épanouissement à l'amont de l'ouvrage et à la base de la jetée.

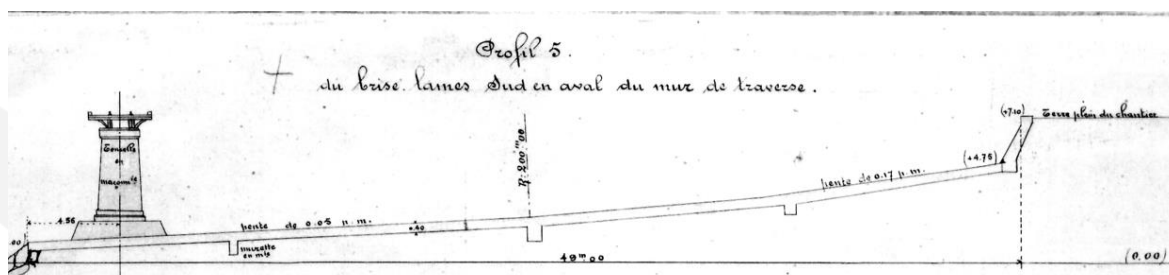


Figure 6 Profil type au droit de la plage d'épanouissement présente à l'amont de l'ouvrage le long du mur de raccordement



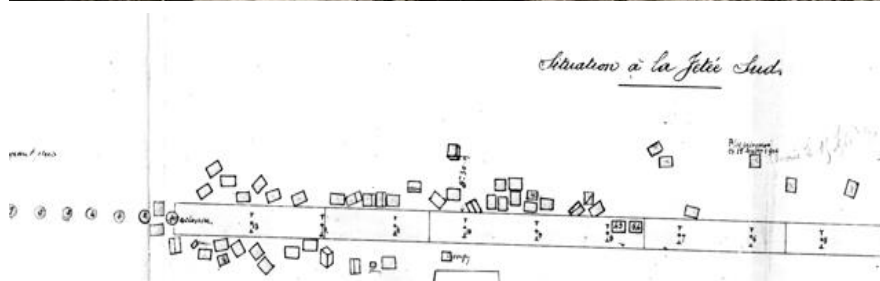


Figure 7 Vue de la jetée Sud avec les travées de mur en maçonnerie et la présence des premiers enrochements artificiels autour - date approximative 1900 - source : site internet

**1917** : Les Ponts et Chaussées ont émis un rapport ainsi que des plans au sujet de la réparation des fondations des piles localisées à la jonction entre le mur de raccordement Sud et les arcatures .

Des travaux de réparation des avaries causées par les tempêtes au brise-lames de l'embouchure de l'Adour dans la partie comprise entre la Tour des Signaux et l'origine de la jetée Sud sont engagés en 1917.

Selon la description des désordres fournie dans le cahier des charges des travaux, la houle de tempête aurait entraîné les enrochements qui protégeaient la risberme bordant le brise-lames entre la Tour des Signaux et l'origine de la jetée Sud : « Peu à peu affouillés à leur base, les revêtements maçonnés se sont effondrés lorsque les derniers enrochements ont été dispersés et des dislocations se sont produites au pied des piles de la passerelle sur tourelles. »

Les travaux de réparation ont consisté en :

- la reformation du cordon d'enrochements primitifs en procédant au coulage de nouveaux blocs artificiels d'un poids moyen de 200 kilogrammes
- le rétablissement de la risberme à la cote +1,63 CM
- la reconstruction des angles endommagés à la base des trois piles le plus exposées en descendant leurs fondations jusqu'au zéro des basses-mers par mise en œuvre de béton de ciment à prise rapide.

Les vues en plan et en coupe de ces travaux sont présentées en Figure 8 et 9.



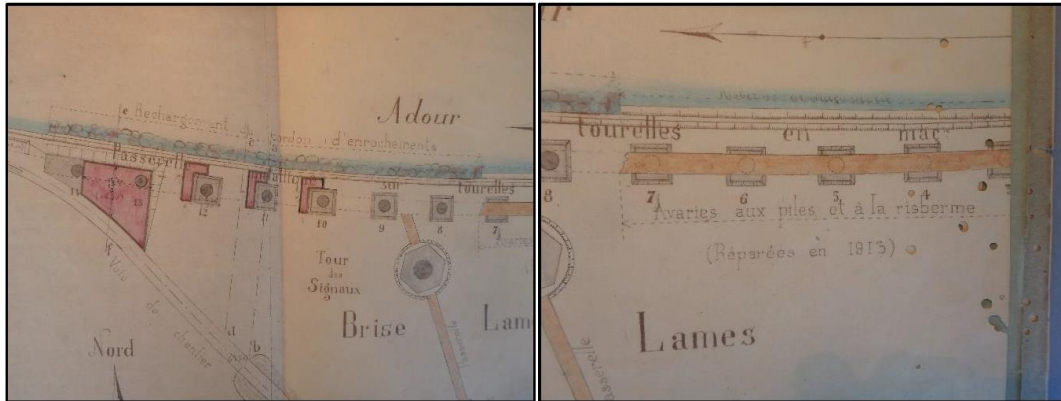


Figure 8 Vues en plan des travaux de réparation engagés sur les tourelles de la rive Sud en 1917 - Source : Archives dép. Bayonne

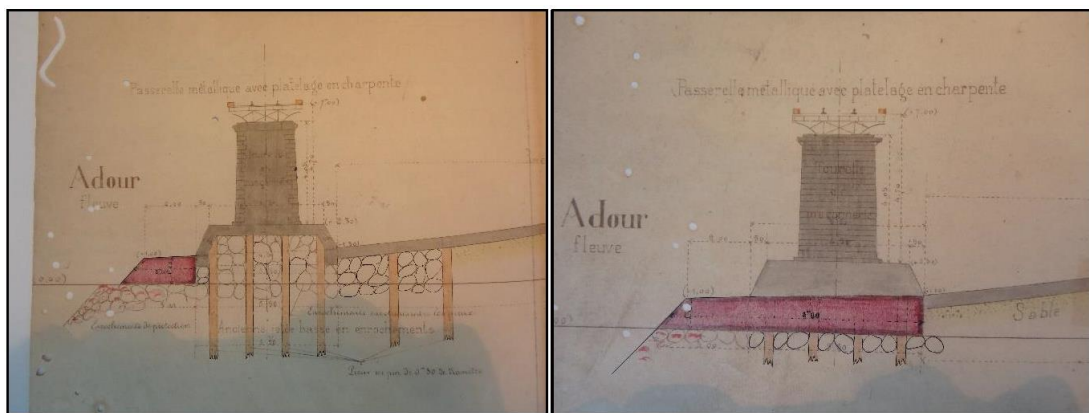


Figure 10 Profil au droit des arcatures, à l'amont de l'ouvrage : Archives dép. Bayonne

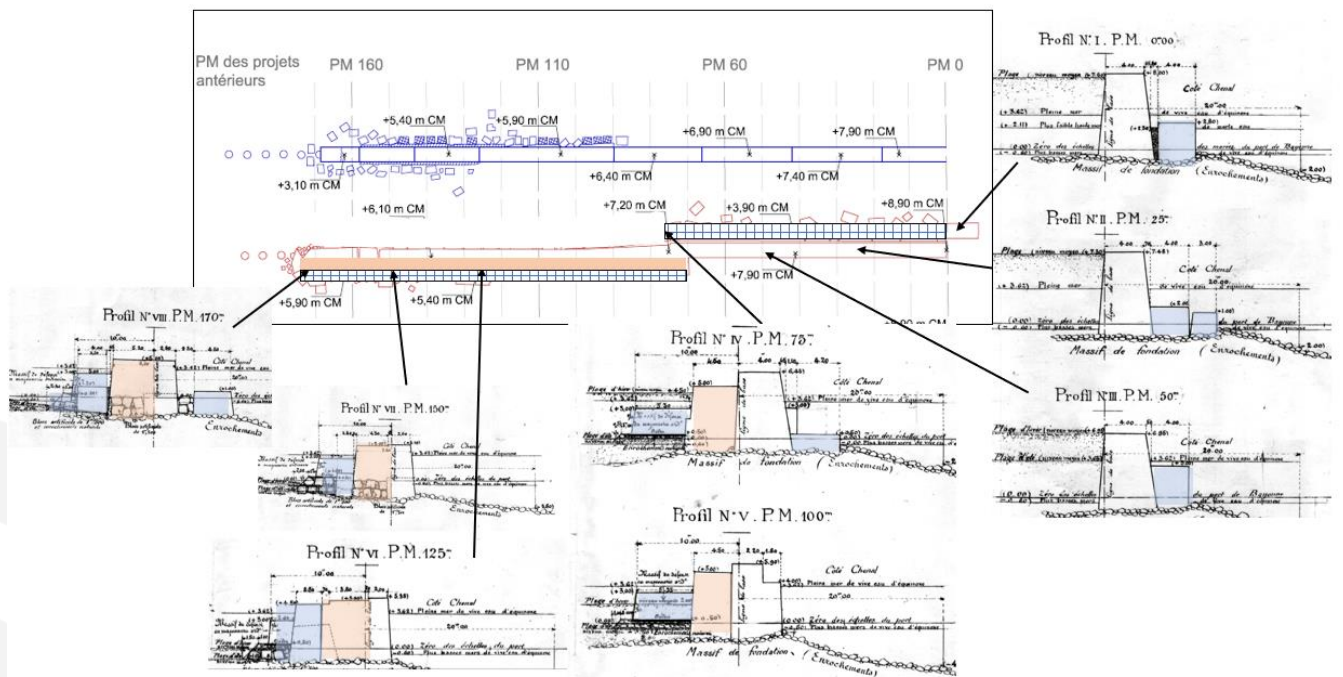


Figure 9 Profil en travers et plan masse de la jetée suite aux premiers renforts – sources : plans d'archive



Comme on peut le voir sur les plans historiques, les premiers renforts ont aussi consistés à mettre en œuvre :

- des massifs de jetée à l'aval de la jetée du PM 75 au PM 170 historique (=PM 165 à 260 actuel)
- de blocs/massifs béton à l'amont côté Adour
- et de blocs/massifs béton à l'aval côté plage

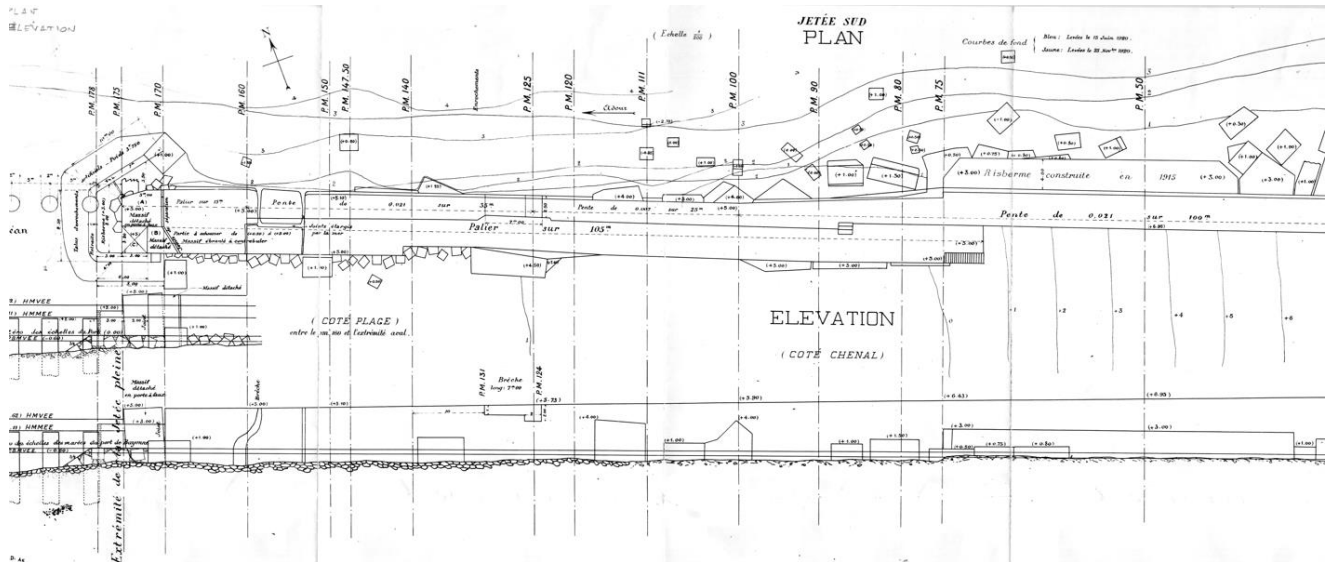


Figure 11 Plan masse de la reprise béton début XXème siècle avec une risberme en milieu de jetée construite en 1915 et des compléments de blocs béton

Puis des seconds renforts ont dû avoir lieu d'après la lecture des plans d'archives :

- ajout de blocs/massifs en parpaings de béton (=massif de défenses) au-dessus d'enrochements/blocs artificiels à l'aval côté Adour dans la continuité de la risberme de 1915

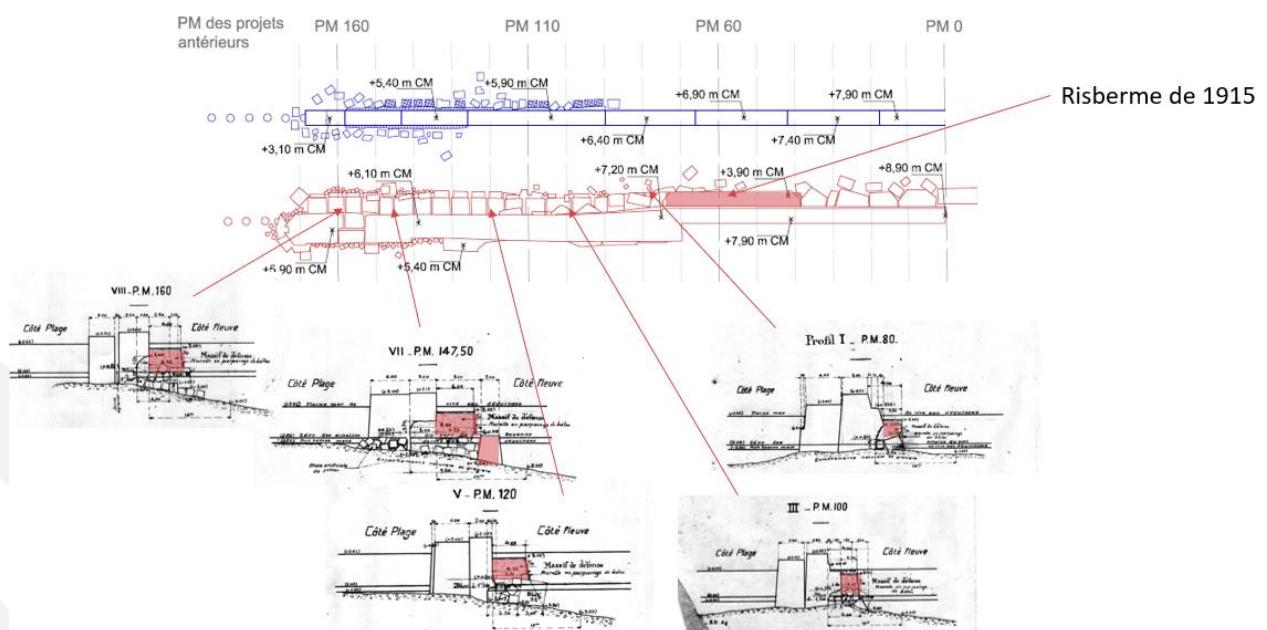


Figure 12 Représentation des renforts réalisés sur la jetée - source : plans d'archive



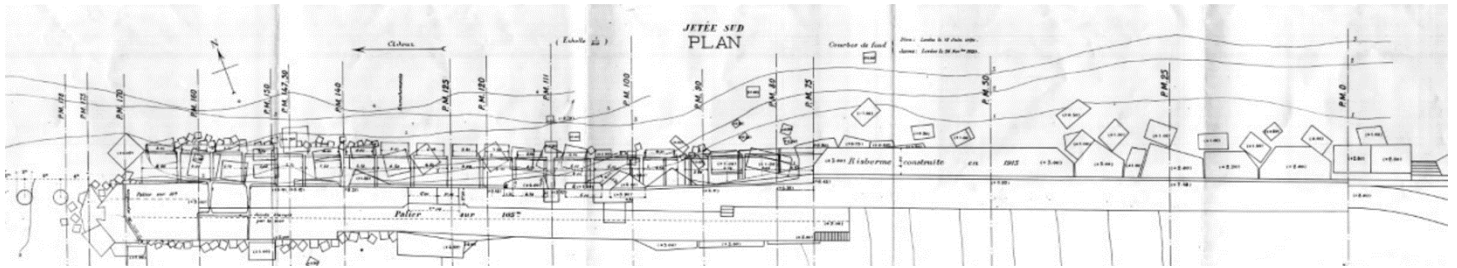


Figure 13 Plan masse de la seconde reprise béton début XXème siècle avec des compléments de massifs de protection autour de l'ouvrage

D'après les plans et les photos d'archives on peut noter que les reprises suivantes :

- La liaison des blocs/massifs de défense et transformation en une risberme de protection tout autour de l'ouvrage
- La réalisation d'une dalle sur toute la partie supérieure de l'ouvrage et qui recouvre les 2 massifs
- L'intégration d'une voie ferrée de chantier
- L'intégration d'escalier d'accès à la risberme / à la plage

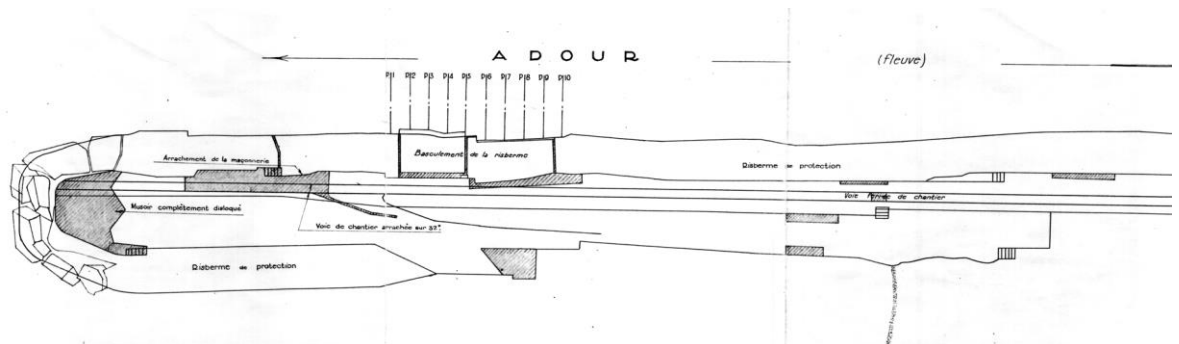


Figure 14 plan masse de l'ouvrage avec les dommages causés par la tempête de 1958



Figure 15 Photo d'archive après la tempête de 1958



Certaines photographies apparaissant dans le rapport des Ponts et Chaussées sont présentées ci-dessous :



Figure 16 Photographies des désordres sur la jetée Sud, à la suite de la tempête du 14/12/1958



**1960-1961** : Plusieurs marchés sont passés sous la supervision des Ponts et Chaussées pour les travaux de réparation de la jetée Sud. Ces travaux consistent en la construction et la mise en place de 200 blocs en béton de 25 t, le colmatage de brèches à l'aide de 1 200 m<sup>3</sup> de béton et de 750 m<sup>3</sup> de maçonnerie bitumineuse.

Les photographies présentées ci-dessous antérieures à novembre 1961 permettent d'illustrer l'état de l'ouvrage après les travaux.



Figure 17 Photographies après 1961

Un article daté du 15/11/2002 du journal Sud-Ouest fait état d'une investigation sur le Face Sud de la jetée Sud à la suite de l'apparition de 2 trous de 1,5 m de diamètre et de profondeur en octobre



2002. L'investigation à consister à réaliser une excavation permettant de visualiser l'état du parement Sud de la jetée sous le niveau de sable. Cette investigation a mis en évidence la présence de failles / cavités nécessitant une intervention future. Intervention qui sera l'objet des travaux de 2016.

#### **1963** : Construction du Feu de signalisation de la Jetée Sud

La construction du feu, sur le musoir de la jetée sud, date de 1963. La lampe repose sur une structure appelée tour, de section carrée, constituée de quatre murs renforcés par des rails métalliques toute hauteur et scellés dans la jetée et d'une dalle de couverture formant une toiture terrasse, le tout en béton armé. Les épaisseurs sont de 70 cm pour les élévations Nord et Sud, 51 cm côté Est, 110 cm pour la façade la plus exposée côté Ouest et 21 cm pour la dalle de couverture.

La toiture terrasse est protégée par un revêtement d'étanchéité et sécurisée par un garde-corps périphérique de 1 mètre de hauteur.



Figure 18 Etat actuel du feu de signalisation de la Jetée Sud

**2016** : Des travaux ont été menés la suite à l'apparition de trous dans le sable en arrière de la Jetée Sud. Les travaux ont consisté à :

- couler du béton
- remblayer avec des graves non traitées 0/150 et 40/120 mm ;
- mettre en œuvre des enrochements 50/ 150 et 200/500 kg ;
- mettre en place un filtre type géotextile ;
- refermer l'excavation avec les blocs béton et le sable mobilisés in-situ.

Les photographies suivantes extraites du DOE permettent d'illustrer l'état de l'ouvrage après excavation.





Figure 19 Etat de l'arrière de la jetée Sud au niveau de la zone d'intervention n° 1 correspondant au PM 150 – source : DOE



## 2.3.2 Présentation cartographique des dernières évolutions de l'ouvrage

Les dernières modifications de la structure d'ensemble de la jetée datent du début XX<sup>ème</sup>, avec la réalisation d'une jetée pleine jusqu'au feu de signalisation portuaire existant.

Il s'agit des travaux suivants :

- Création de la jetée pleine jusqu'au PM 260 vers 1900 (en vert sur le schéma ci-dessous) avec intégration de 2 arcatures ;
- Ajout de massif béton à l'aval de l'ouvrage entre 1900 et 1915 (en orange sur le schéma ci-dessous) ;
- Ajout de bloc de parpaings de béton le long de l'ouvrage côté Adour avec mise en œuvre d'une risberme créée par solidarisation de blocs béton et élargissement de l'extrémité de la jetée en 1915 (en bleu et rouge sur le schéma ci-dessous) ;
- En 1960, le jointement, la réparation des fractures de l'ouvrage et la mise en œuvre d'une dalle béton en crête.

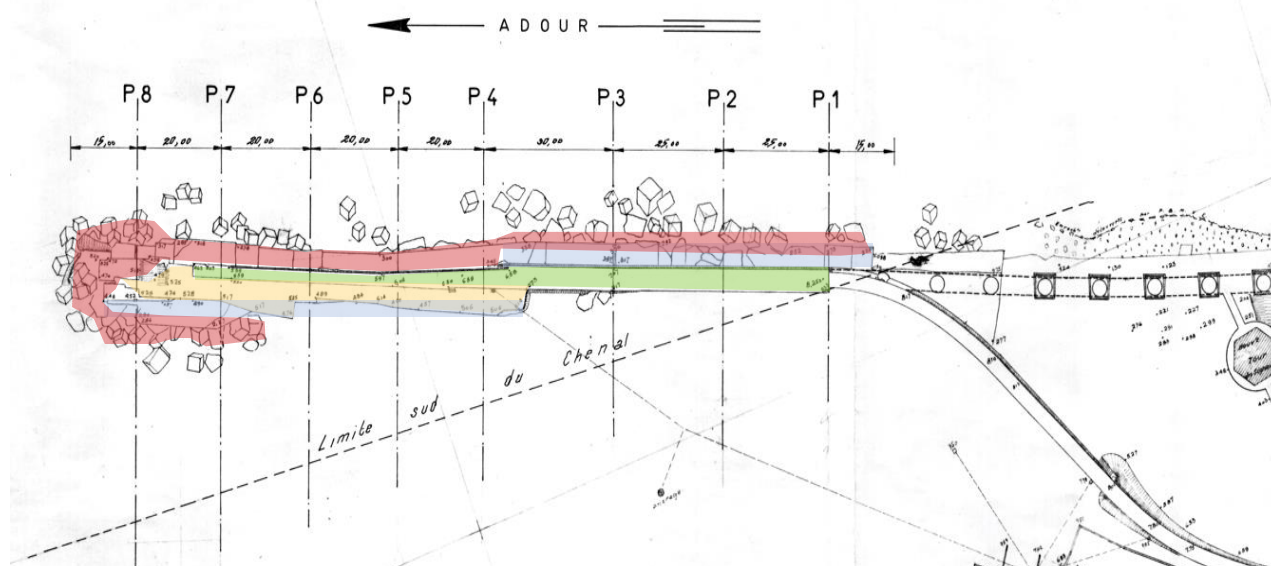


Figure 20 Décomposition historique de l'ouvrage

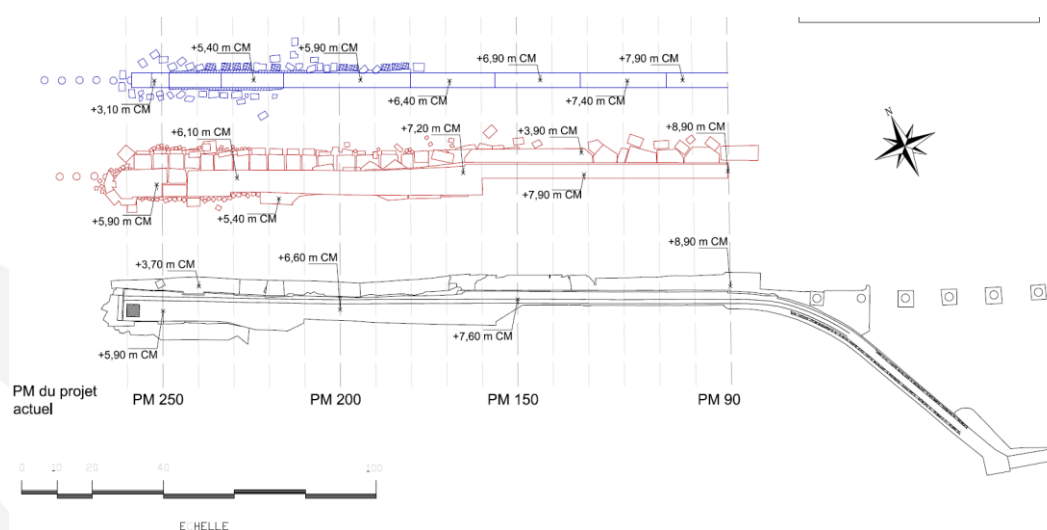


Figure 21 Vues en plan de la jetée de 1900 à aujourd'hui



## 2.4 Décomposition de la jetée

La jetée peut ainsi être décomposée en 6 différentes structures sur son long :

- Le musoir (extrémité atlantique)
- Sa section courante aval
- Sa section courante amont
- Le mur de raccordement
- La fracture qui assure la jonction entre les 2 sections courantes de la jetée
- La jonction entre le mur de raccordement, les arcatures et la section courante amont

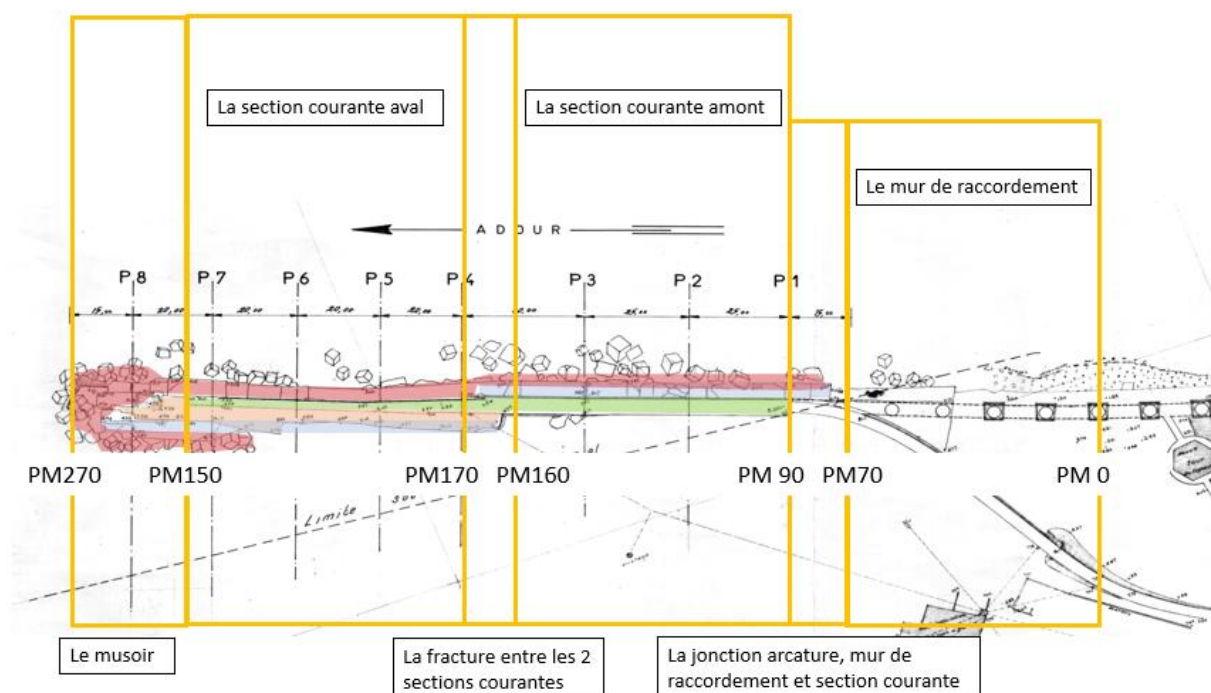


Figure 22 Représentation du découpage de la jetée proposé

La Jetée Sud est un « ouvrage poids », c'est-à-dire que son fonctionnement repose sur un principe de stabilité et de résistance aux forces hydrodynamiques. Sa masse et sa configuration lui permettent de résister à la force des vagues et des courants.

Ci-dessous, les plans de coupes distinguent les différentes parties de la jetée :

- Le corps de jetée est le cœur de cet ouvrage. En béton, sa configuration aide à canaliser les courants marins en les dirigeant vers des directions spécifiques pour maintenir la navigation dans le chenal et pour le protéger de l'érosion.
- La risberme, essentielle dans la combinaison avec la carapace, joue un rôle crucial à la base de la structure de défense. Elle stabilise le sol en réduisant l'érosion causée par les vagues. En agissant comme une barrière supplémentaire, elle disperse l'énergie des vagues et restreint les affouillements du pied de jetée.
- La carapace en blocs béton est conçue de manière à rompre et à diffuser la force des vagues. Cette disposition permet également de réfléchir les vagues et à les disperser dans plusieurs directions afin de diminuer la pression exercée sur les parois de l'ouvrage.
- Du côté Sud de la jetée, la plage s'appuie sur la structure.



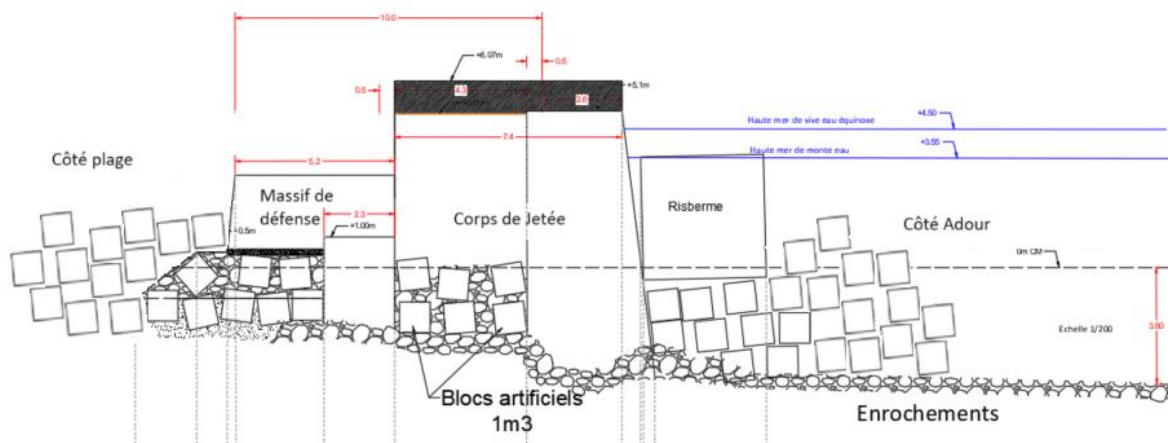


Figure 23 Plan de principe de coupe du musoir

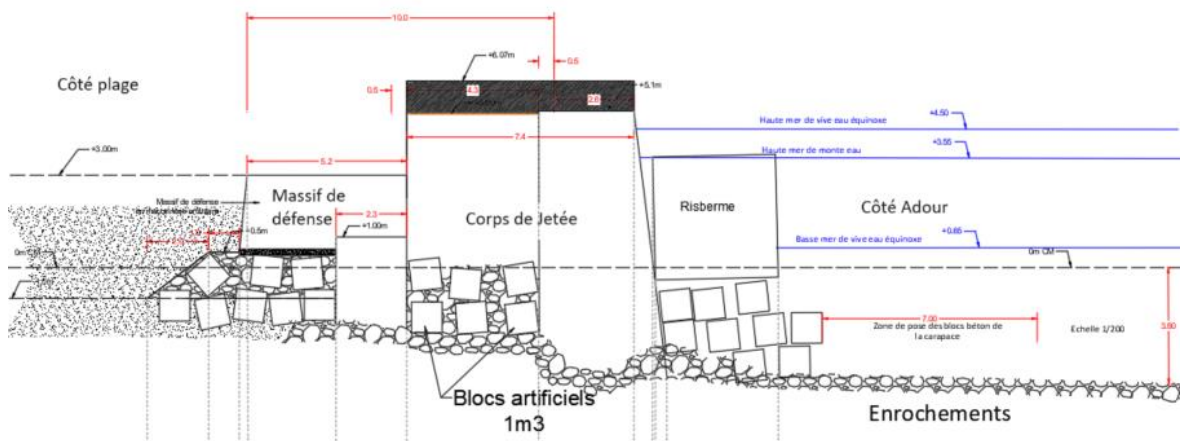


Figure 24 Plan de principe de coupe PM150 (section courante aval)

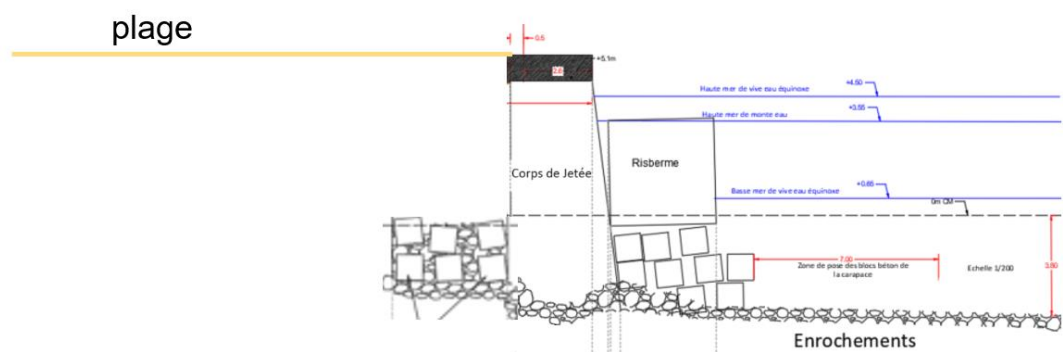


Figure 25 Plan de principe de coupe PM120 (section courante amont)



## 2.5 Dimensions et caractéristiques des ouvrages

Les dimensions principales de ces ouvrages historiques sont les suivantes :

### 2.5.1 Murs de raccordement

- Niveau de crête : +7,80 à +8,00 m (ancien zéro du port soit : 8,70 à 8,90 m CM valeurs mesurées lors du levé d'Août 2019) ;
- Niveau de la fondation +1,00 à +3,50 m (ancien zéro du port soit : 1,90 à 4,40 m CM) ;
- Largeur de la crête : 3,00 m avec une surlargeur de 0,7 à 1,0 m côté plage uniquement en partie supérieure comme le montrent les photos des travaux de 2016 dans la zone 4 ;
- Fruit avant et arrière : 1/10 ;
- Parement : En maçonnerie ;
- Largeur de la fondation support : 6,00 m
- Parties supérieures des parois maintenues avec des tirants ;
- Ecoulements à travers des barbacanes à un niveau de +5,0 m (ancien zéro du port soit : 5,90 m CM).

### 2.5.2 Jetée Sud configuration en rampe

- Longueur : 165,00 m
- Niveau de crête : +4,50 à +7,00 m (ancien zéro du port soit : 5,40 à 7,90 m CM) ;
- Niveau de la fondation +0,00 m (ancien zéro du port soit : 0,90 m CM) ;
- Largeur de la crête : 4,00 m ;
- Fruit avant et arrière : 1/10 ;
- Parement : en maçonnerie.

### 2.5.3 Le Feu de Signalisation

- Hauteur de la tour : 531cm
- Hauteur garde-corps : 100cm
- Largeur de la tour : 350cm
- Epaisseur élévations Nord et Sud : 70cm
- Epaisseur élévation Est : 51cm
- Epaisseur élévation Ouest : 110cm
- Epaisseur dalle de couverture : 21cm

La façade Est présente deux fissures verticales de 1,00 mètre et 1,30 mètre de long, avec des ouvertures mesurées à 0,4 mm et 2 mm sous la corniche. La présence de traces de peinture indique leur existence avant les travaux de peinture de 2013. La façade Ouest montre des coulures d'oxyde dues à la corrosion des armatures et des salissures vertes, avec des décollements de peinture. La façade Sud a une fissure verticale de 4,20 mètres et trois fissures horizontales limitées à 0,2 mm. Des décollements de 10 mm entre les marches et la façade sont observés, avec des coulures d'oxyde. La façade Nord a une fissure similaire de 3 mètres et des coulures d'oxyde. La dalle de couverture présente deux fissures sans ouvertures significatives, des infiltrations d'eau et des coulures d'oxyde causées par la corrosion des armatures. Le palier intermédiaire montre une fissure longitudinale avec des éclatements du béton dus à la corrosion de l'acier à environ 10 cm du « bord libre ».



## 2.5.4 Plans d'archives des ouvrages

Les coupes et profils en long présentés ci-dessous permettent d'illustrer les ouvrages dans leur configuration début 1900.

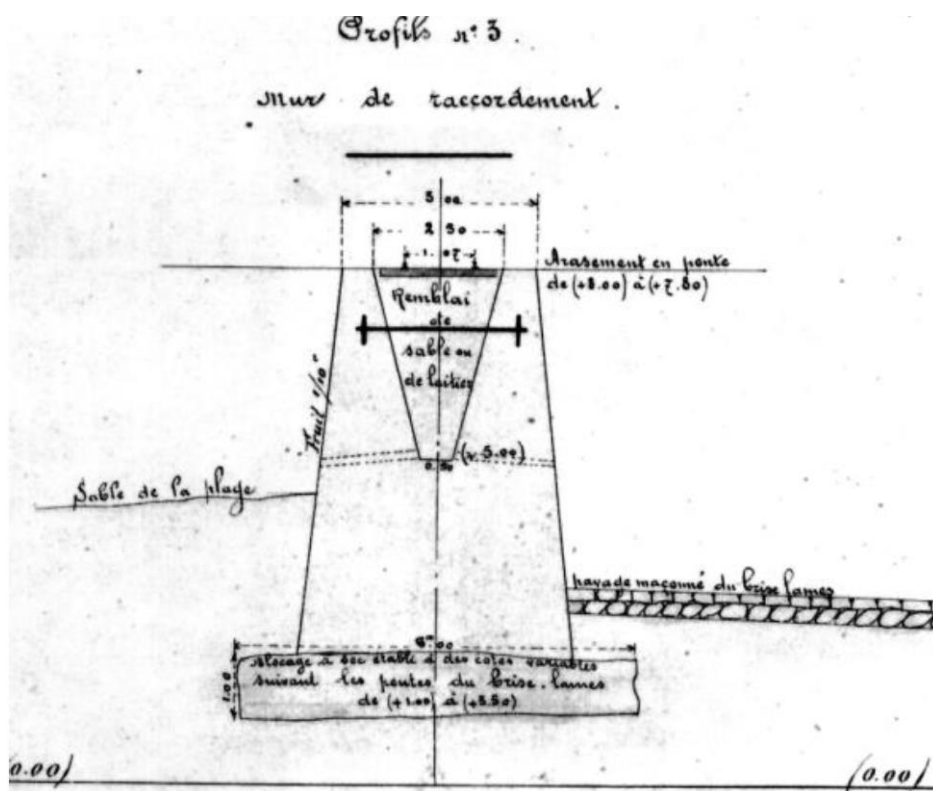


Figure 26 Coupe au niveau du mur de raccordement Sud

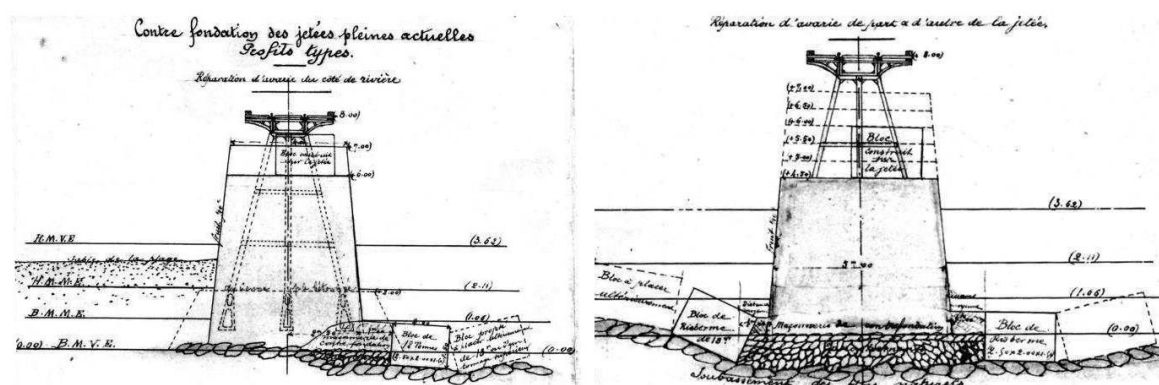


Figure 27 Coupe sur l'ouvrage en 1899 (PM 150 et 250)

La géométrie générale du mur de raccordement n'a pas évolué depuis sa mise en œuvre initiale. Cependant, la jetées Sud a fait l'objet de nombreux travaux de confortement ayant largement modifié leur géométrie et cela très rapidement après leur construction dès les années 1900.

En parallèle, les structures métalliques en crête d'ouvrage ainsi que la configuration en palier ont été abandonnées pour une configuration rampe. Cette configuration est notamment visible sur des plans



dont la date est estimée à 1920. Il est fort probable que l'ouvrage se soit retrouvé dans cette configuration au début des années 1900 (1905 – 1915 ?).

Les niveaux de crête mesurés aujourd'hui correspondent aux niveaux apparaissant sur les plans de 1920. Il semblerait que le corps de digue des linéaires compris entre les PM 90 et 150 correspond à cette configuration des années 1905 – 1915. Les parties finales quant à elles ont subi des modifications plus lourdes consistant principalement en un élargissement des ouvrages au niveau des faces Sud et/ou Nord.

Les dimensions principales caractérisant les jetées aujourd'hui sont les suivantes :

- Longueur : 176,00 m (du PM90 au PM260) ;
- 90,00 m (mur de raccordement du PM0 au PM90) ;
- Niveau de crête : +6,00 à +8,90 m CM ;
- Niveau de la berme : +3,70 à +3,90 m CM ;
- Niveau de la fondation 0,00 à 0,90 m CM ;
- Largeur de la crête : Variable 4,00 à 8,00 m ;
- Largeur de la berme : Variable 2,50 à 4,50 m ;
- Parement en maçonnerie et en béton.

Les figures suivantes permettent de présenter les ouvrages, leurs axes et la localisation des Points Métriques (PM) utilisés par la suite notamment afin de localiser les observations.

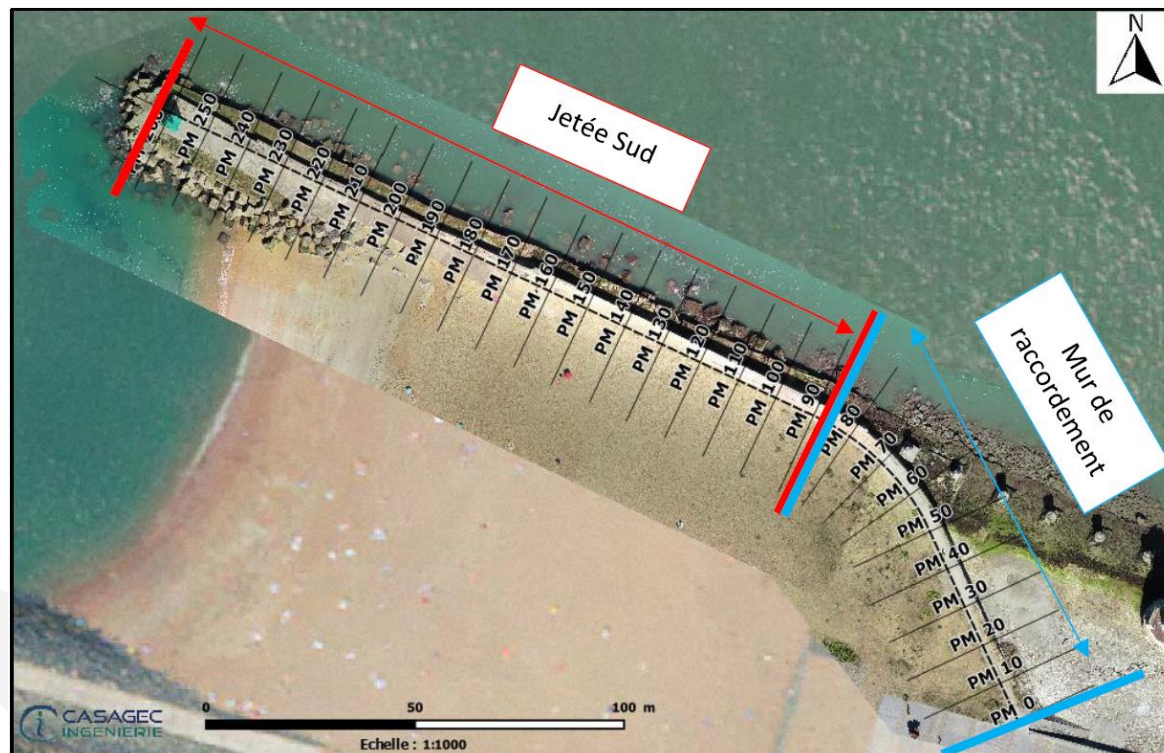


Figure 28 Vue en plan de l'axe et des points métriques le long de la jetée Sud



Concernant le feu de signalisation, construit en 1963, sa conception n'a pas évolué depuis sa création. La lampe repose sur une structure appelée tour, de section carrée, constituée de 4 murs renforcés par des rails métalliques toute hauteur et scellés dans la jetée. Une dalle de couverture forme la toiture terrasse du feu, le tout en béton armé.

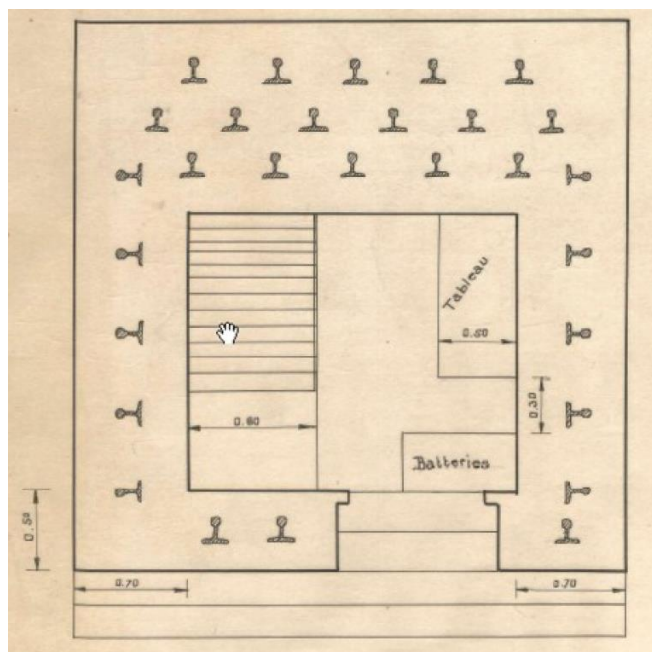


Figure 29 Plan de construction du feu

À noter que le plan de construction prévoit 3 nappes de rails métalliques côté Ouest (figure 29) alors que l'essai de détection d'armatures à l'aide du Géoradar représenté sur la figure 30 n'indique la présence de seulement 2 nappes.

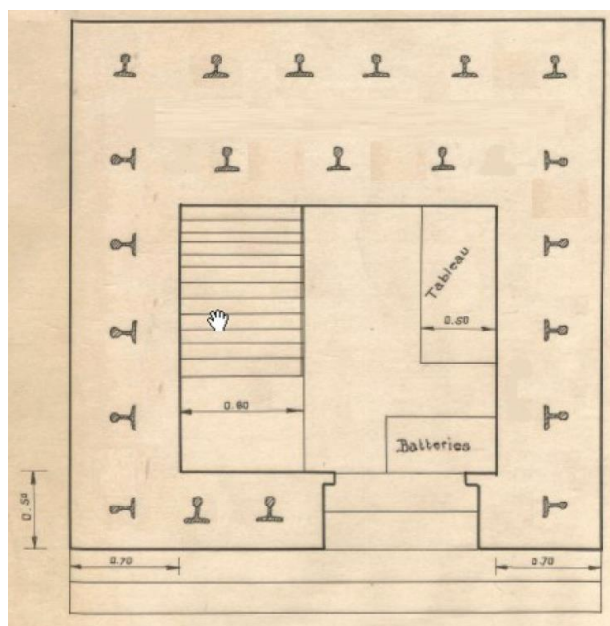


Figure 30 Plan de relevé par détection



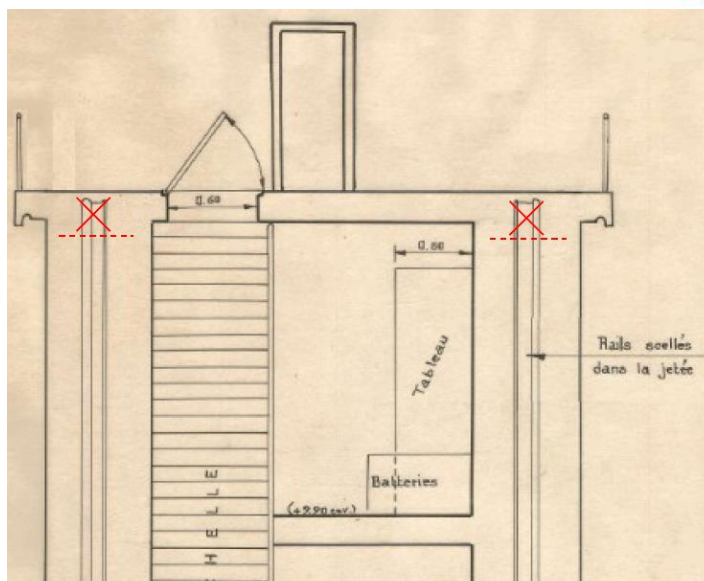


Figure 31 Plan de construction du feu - coupe verticale

De même, il a été détecté que les rails métalliques, contrairement aux plans, s'arrêtent juste avant la dalle de couverture (figure 31).

La profondeur des rails en scellement dans la jetée n'est pas connue : ce point est important à prendre en compte dans les modalités de réparation

## 2.6 Contexte géologique général

D'après la carte géologique du BRGM au 1/50 000, feuille n°1001 « BAYONNE », le contexte géologique au droit des ouvrages se caractérise par la présence de dépôts littoraux sableux (formation M) et de sables marins et de dunes (formation M-D), reposant sur des alluvions anciennes (formation Fx), se présentant sous la forme de galets, cailloutis graviers et sables (cf. Figure 2).

Cette succession d'alluvions surmonte des terrains datés de l'Eocène supérieur (ère Tertiaire), formé d'argiles schisteuses entrecoupées de bancs calcaires à nombreux débris de coquilles et de lits pétris de Nummulites.

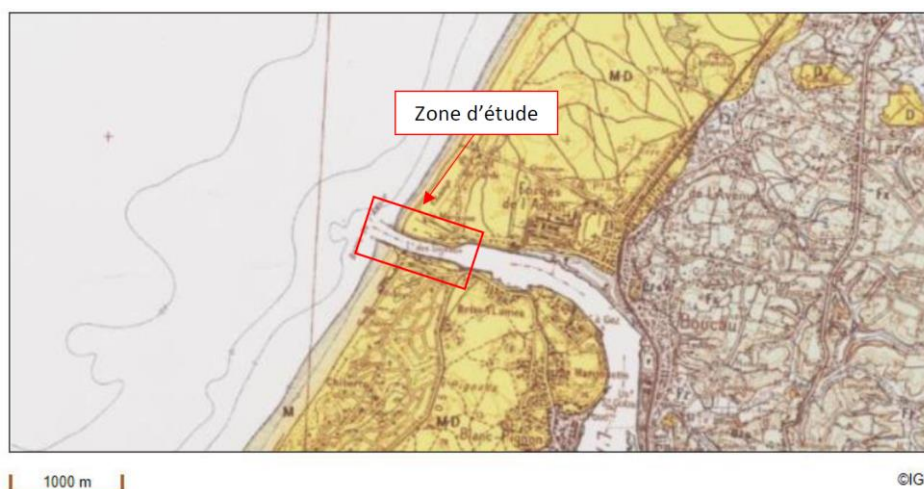


Figure 32 Extrait de la carte géologique de Bayonne au 1/50 000 - Source : Infoterre



La banque de données du sous-sol du BRGM recense deux forages géologiques à environ 1 km en amont de l'emprise des ouvrages (forage 10014X0166/F1 et forage 10014X0146/RANNEY, cf. Figure 23), dont les coupes lithologiques détaillées entre 0 et 37 m de profondeur sont présentées ci-après.

La lithologie naturelle du site est constituée de sable dunaire fin sur une épaisseur variant entre 10 et 13 m, puis d'un horizon alluvionnaire composé de sable fin et de gravier sur environ 24 m d'épaisseur. Un horizon calcaire, correspondant au Priabonien (étage final de l'Eocène supérieur), a été rencontré à 37 m de profondeur sur le forage 10014X0166/F1 (cf. Figure 33).

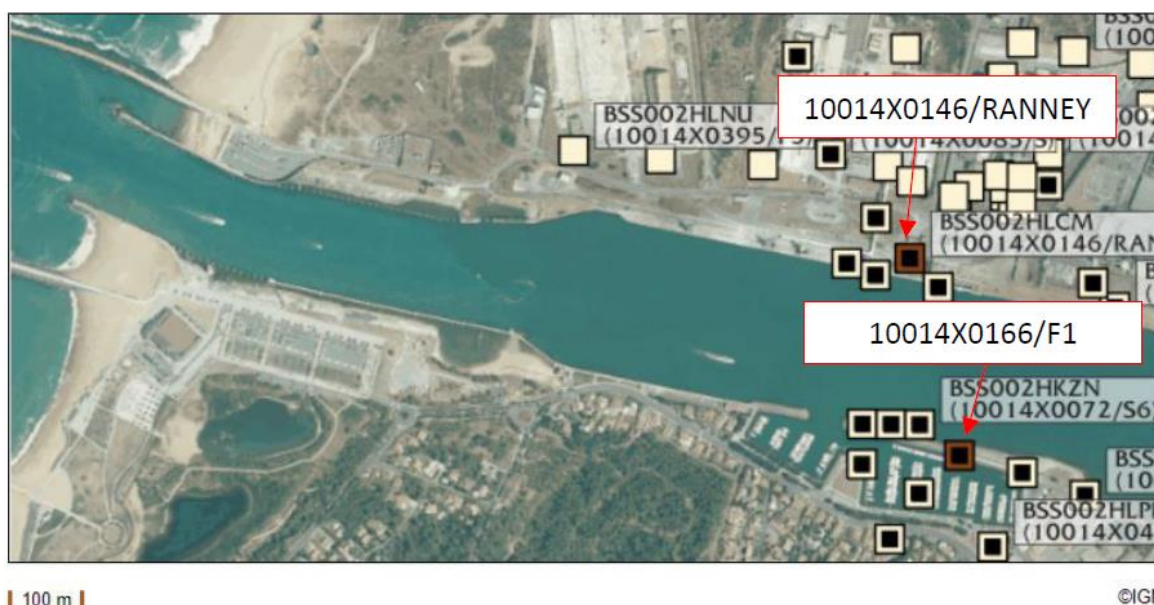


Figure 33 Localisation des forages géologiques 10014X0166/F1 et 10014X0146/RANNEY - Source : Infoterre

## 2.7 Contexte géotechnique

### 2.7.1 Présentation

Les études géotechniques utilisées comme référence dans le cadre de la réalisation de l'étude d'avant-projet sont :

- L'étude de Phase Avant-Projet (G2 AVP) réalisée par l'entreprise GINGER CEBTP en 2021 ;
- L'étude de Phase Avant-Projet (G2-AVP) réalisée par l'entreprise GINGER CEBTP en 2024, qui vient apporter des compléments ciblés par rapport à l'étude de 2021. Cette étude intègre également une mission de reconnaissances bathymétrique et subaquatique.

Les investigations géotechniques ont mis en évidence les éléments suivants :

- la présence, d'aménagements récents (maçonneries jetées/Massif) sur des épaisseurs variables mais importantes (formation n°0a) surmontant les aménagements anciens des digues basses (enrochements) d'épaisseur variable (formation n°0b) et un horizon sableux à graviers marron moyennement dense à dense (formation n°1).
- le caractère altéré et érodé des maçonneries avec des valeurs de résistances à la compression hétérogènes et des pathologies dans le mortier (lixivié et présence d'élément Cl) lié vraisemblablement au contact prolongé avec l'eau de mer. Les essais Lugeons ont permis également d'apprécier une perméabilité fortement variable mais généralement très importante



témoignant de passages d'eaux au gré de l'altération, et de dé-jointoiement au cœur de la maçonnerie.

La jetée Sud a été construite sur les enrochements stabilisés de l'ancienne digue basse. Les niveaux d'assise de l'ouvrage est situé entre + 2.3 et - 1.0 CM avec un approfondissement vers l'Ouest

La jetée Sud présente une assise de maçonnerie moins profonde que la jetée Nord. A noter que les relevés bathymétriques laissent penser que ces maçonneries ne sont ancrées que superficiellement et sont donc sous l'influence directe des éléments (courant/tempêtes/houle).

Ainsi, les désordres observés sur les jetées/massif C sont vraisemblablement dus aux phénomènes conjugués suivants :

- érosion des maçonneries créant des vides/passages d'eau et responsables de pathologie du mortier avec accentuation du phénomène ;
- effet des marées/tempêtes/houles/courants ayant pour effet de lessiver les sols directement au pied de la maçonnerie.

## 2.7.2 Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique rappelé ci-après est issu des campagnes géotechniques réalisées en 2024 par Ginger.

Au droit de l'ouvrage (à travers le corps de jetée)

Horizon	Nature	Profondeur (m / TN)		Caractéristiques à retenir				
		de	Jusqu'à	qc (MPa)	PI* (MPa)	E <sub>M</sub> (MPa)	α	Es <sup>(1)</sup> (MPa)
0a	Aménagement récents (maçonneries/reprise de bétonnage...)	0.0	6.0 à 7.3	(2)				
0b	Aménagement ancien (enrochement)	6.0 à 7.3	9.0 à 10.1					
1a	Alluvions sableuses à graviers lâches (anomalie)	0.3 à 2.6	1.8 à 9.6	3	0.3	3	1/3	9
1b	Alluvions sableuses à graviers lâches moyennement denses	0.0*	0.6* / 0.7*	4	0.4	4	1/3	12
1c	Alluvions sableuses à graviers denses à très denses	0.6* à 10.1	> 17.5	20	2.0	20	1/3	60

(1) Es est pris égal à E<sub>M</sub>/α

(2) Formations anthropiques

Figure 34: Modèle géotechnique

## 2.7.3 Contexte hydrogéologique

Dans le contexte géologique décrit ci-avant, nous sommes en présence d'une nappe d'accompagnement de l'Adour au droit du projet lorsque la marée se retire et au droit de l'Adour en marée haute.



## 2.7.4 Piézométrie

Les relevés des niveaux d'eau réalisés au cours de l'étude ne sont pas représentatifs de niveaux absolus compte tenus de l'influence des marées extrêmement importante au droit de l'étude. Un suivi piézométrique continu réalisé dans le cadre de l'étude de 2021 pour la durée d'un mois au droit des 13 piézomètres implantés sur site, a permis de vérifier la corrélation des niveaux d'eau avec la marée. Nous constatons au niveau des jetées un relatif synchronisme entre le marégraphe et les relevés piézométriques témoignant d'une perméabilité importante au niveau des jetées.

## 2.7.5 Perméabilité

Les essais de perméabilité Lugeon réalisés en 2024 dans les maçonneries de la jetée Sud, témoignent de l'hétérogénéité importante de ces maçonneries pouvant être localement relativement peu perméables mais majoritairement très perméables.

Les intervenants ont également noté les résurgences d'eau latérales au niveau des jetées qui montrent l'altérations des jetées avec des passages d'eau importants et le défaut d'étanchéité au niveau des parements des jetées.

Les caractéristiques géotechniques précitées peuvent être prises en compte dans les calculs géotechniques si besoin. Toutefois, le géotechnicien pourra prendre les valeurs mises à jour à l'issue de la campagne de 2024.

## 2.7.6 Inondations – Débordement du cours d'eau

Le site est soumis quotidiennement aux marées selon les données suivantes (en m Cote Marine, avec 0 CM = -2.143 m IGN 69) :

Site	PBMA (m CM)	BMVE (m CM)	BMME (m CM)	NM (m CM)	PMME (m CM)	PMVE (m CM)	PHMA (m CM)
Boucau-Bayonne	+0,17	+0,75	+1,70	+2,53	+3,35	+4,25	+4,84

Légende :

- PBMA : Plus Basse Mer Astronomique
- BMVE : Basses mers Moyennes de Vives-Eaux
- BMME : Basses mers Moyennes de Mortes-Eaux
- NM : Niveau Moyen
- PMME : Pleines mers Moyennes de Mortes-Eaux
- PMVE : Pleines mers Moyennes de Vives-Eaux
- PHMA : Plus Haute Mer Astronomique

Figure 35 : Données des marées de la zone d'étude (source : CCTP ANTEA fourni lors de l'étude 2021)

Le projet n'est pas concerné par la présence d'argiles sensibles au retrait/gonflement.



## 3 Rappel des désordres

### 3.1 Carapace incomplète

Comme l'illustre la carte topographique ci-dessous, la carapace de blocs BCR est légèrement clairsemée au musoir, mais très incomplète en section courante.

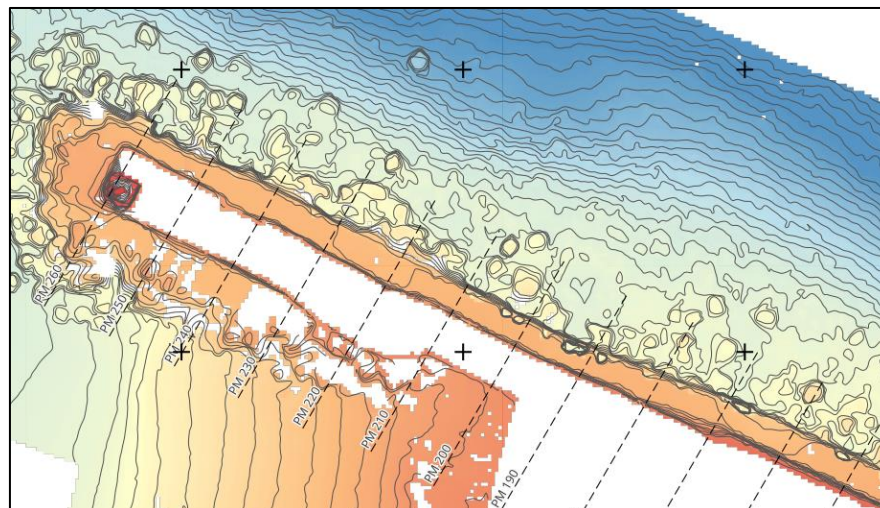


Figure 36 : Extrait de la carte "PL04\_ISPO04\_Jetee\_Sud\_Bayonne\_Coupes\_REV01.pdf" [source CERES]

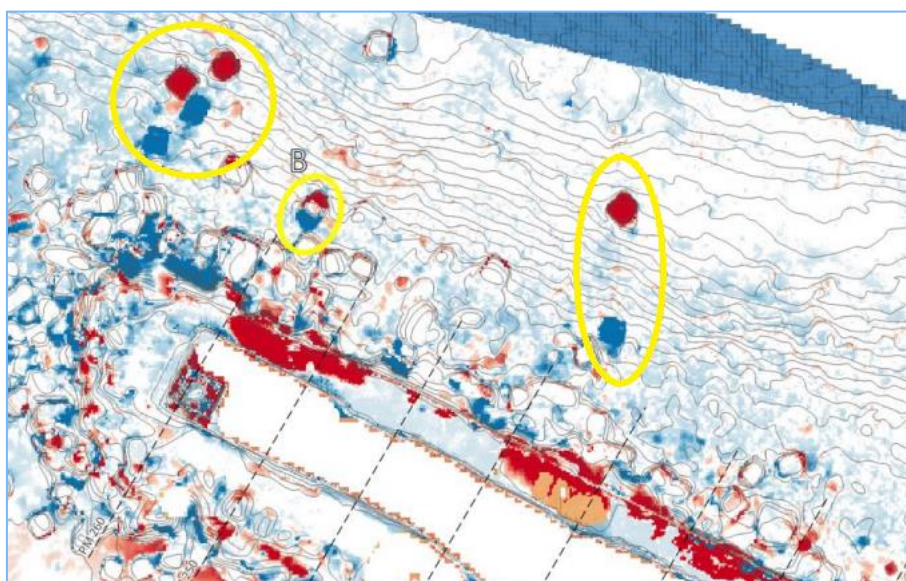


Figure 37 : Déplacement des blocs dans le chenal [source CERES]

En bleu la position des blocs 25t en 2015, en rouge leur position observée en 2024.

Plus globalement, on constate un sous-tonnage des blocs en place et un talus désordonné et en évolution, fait d'une multitude d'intervention.



### 3.2 Circulation du sable sous l'ouvrage

Les fissures, fractures et potentielles cavités présentes sous l'ouvrage favorisent la circulation du sable en son corps. Aujourd'hui il est constaté régulièrement à proximité de l'ouvrage, l'apparition de fontis côté plage, conséquence d'une fuite sous-terrainne du sable.

Des travaux de confortement réalisés en 2016 ont permis de réduire la circulation du sable à l'aide d'un géotextile drainant mis en place contre la jetée côté plage.



Figure 38 : Fontis observé le 22/07/2024 [source Ginger CEBTP]



Figure 39 : Cavité observée lors des travaux de terrassement réalisés en 2016 [source BTPS]

### 3.3 Cavités en sous-œuvre de risberme

La risberme, une section à part entière de l'ouvrage, constituée en grande majorité de béton, a pour but de protéger le corps de jetée des attaques mécaniques de la mer.

Cependant, l'érosion en pied de risberme s'est étendue sous l'ouvrage et a créé des cavités, mettant en péril la stabilité de cette section.

Comme évoqué dans l'AVP, différentes inspections (plongeur, sondeur multifaisceaux, ...) ont permis d'obtenir la position exacte, les mesures de chacune des cavités ainsi que leur environnement proche (reliefs des encombrements frontaux et pouvant gêner l'accès)



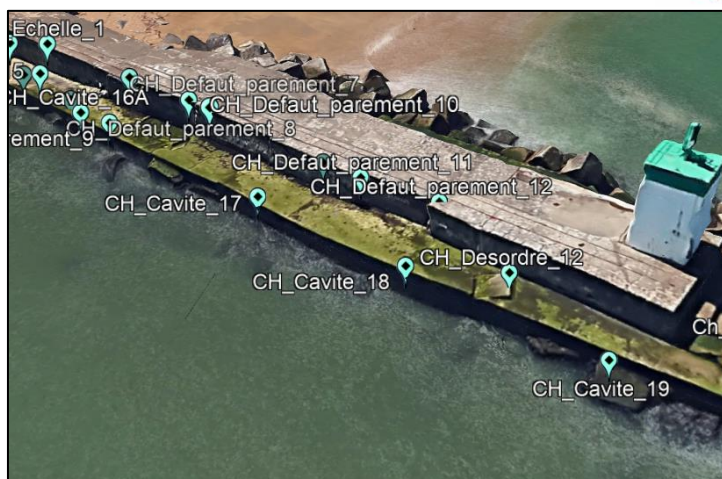


Figure 40 : Localisation des cavités situées en sous-œuvre de risberme, au niveau du musoir



Figure 41 : Photos de désordres de la risberme au droit de la cavité n°3 [source EuroDive]

Nous observons à ce jour une quinzaine de cavités, sous la risberme, le long de la section courante de la jetée. Des cavités allant parfois jusqu'à 10m de long.



### 3.4 Végétalisation de l'ouvrage

A défaut d'opération régulière d'entretien des ouvrages, la végétation s'est progressivement installée sur toutes les sections de la jetée.

Parfois qu'en surface, mais sa propagation peut endommager voire désolidariser les moellons de maçonnerie.

Ici, sa forte présence sur les voies d'accès aux zones visées par les réparations, représente un obstacle à la bonne réalisation des opérations ainsi qu'au maintien des mesures de sécurité.



Figure 42 : Parement côté Adour, PM0



Figure 43 : Exemple de mousse ayant prit place sur la face supérieure de risberme et sur la partie basse de parement

### 3.5 Maçonnerie des parements partiellement dé-jointoyée

Les inspections visuelles de l'ouvrage ont mis en avant la présence de défauts sur le parement (fissures, fractures, manque de moellons...), liés ou non à la présence de végétaux et à l'action des racines.



L'inspection visuelle menée par CASAGEC le long de l'ouvrage a permis également de repérer un certain linéaire de fissures/fractures sur la partie supérieure de l'ouvrage maçonné.

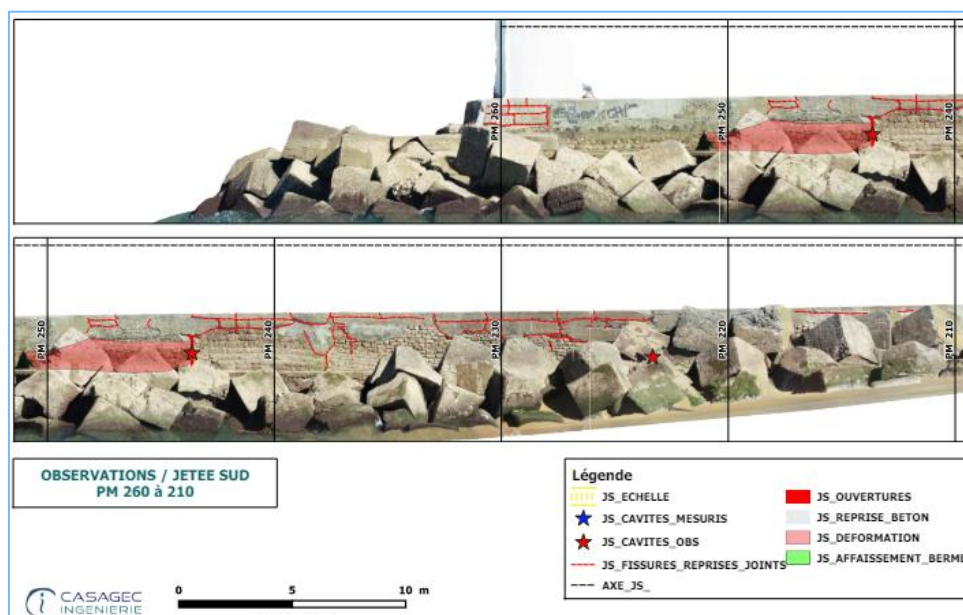


Figure 44 : Extrait du rapport d'ANTEA Casagec 2021 avec repérage des désordres observables sur les parements de la jetée

Les analyses des mortiers par microscope électronique à balayage réalisés sur la maçonnerie de la jetée par GINGER a fait état des pathologies suivantes :

- Mortier majoritairement très lixivié lié à la présence de l'élément Mg en teneurs anormales ;
- Présence de l'élément Cl dans l'ensemble des échantillons en lien avec le contact avec l'eau de mer.

On note l'absence d'ettringite et de grains de Clinker au droit des maçonneries.

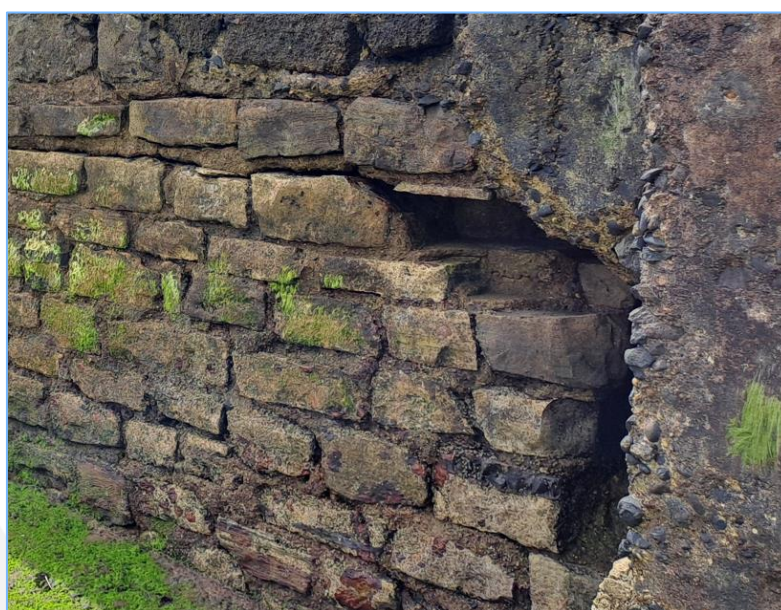


Figure 45 : Exemple d'ouverture du parement repérée le long de la jetée



L'état de la maçonnerie n'est globalement pas satisfaisant pour garantir une longue durée de vie de l'ouvrage.

L'érosion des maçonneries crée des vides/passages d'eau et est responsable de pathologie du mortier avec accentuation du phénomène.

### 3.6 Corps de jetée fissuré

La configuration historique en escalier de la jetée maçonnée accueille aujourd'hui une dalle de couronnement en béton et d'une hauteur variable afin d'en compenser l'altimétrie décroissante de la maçonnerie.

Cette dalle béton présente de nombreuses fissures, en grande partie concentrées sur la partie aval de jetée (muisoir). Un total de 691ml de fissures est estimé. Des fissures exposant l'ouvrage à une entrée d'eau supplémentaire et par conséquent un risque accru de sous-pressions en son corps, liées à un volume d'eau retenu par les parements maçonnés.

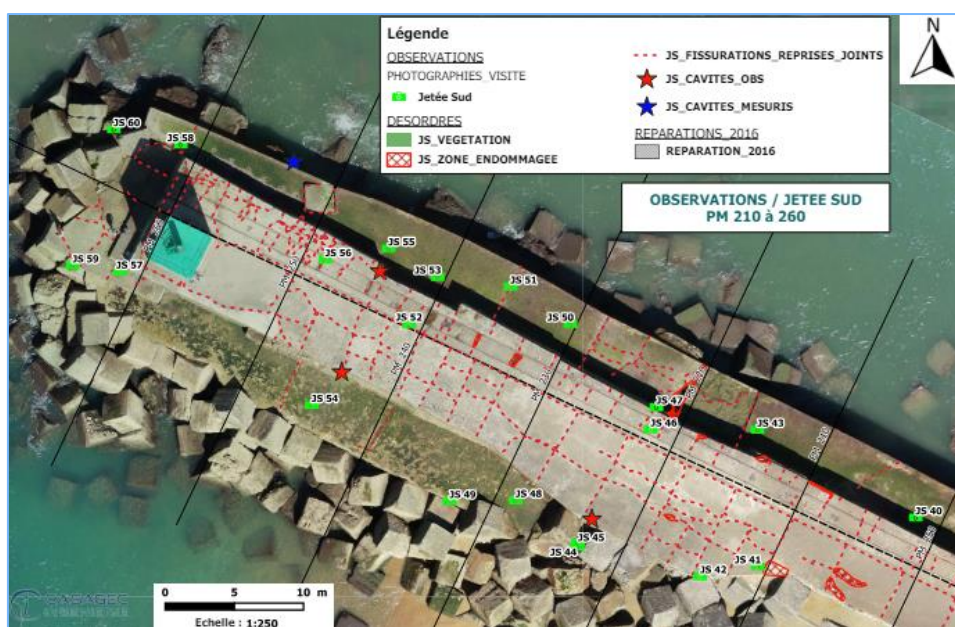


Figure 46 : Repérage des fissures de la dalle de couronnement par Casagec





Figure 47 : Exemple de fissures observables au niveau du musoir



## 4 Solutions retenues en AVP

### 4.1 Injection des cavités en sous-œuvre de risberme

L'érosion en pied de risberme peut s'étendre et aller créer de l'érosion sous l'ouvrage. Néanmoins, le phénomène d'érosion sera limité si la stabilité de la risberme est confortée/assurée et la circulation d'eau sous cette risberme est limitée.

Pour cela les cavités mises en avant et pouvant déstabiliser et permettre l'entrée de l'eau seront comblées.

De plus, les risbermes apportent une sécurité supplémentaire dans la stabilité externe (au grand glissement) de l'ouvrage (corps de jetée).

La pérennité et stabilité des risbermes permettent de sécuriser le corps de Jetée.

Il est proposé d'intervenir sur le comblement des cavités présentes sous la risberme.

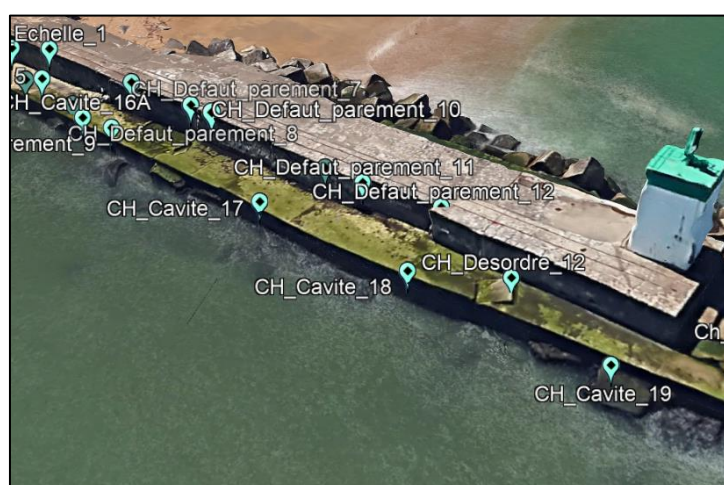


Figure 48 : Localisation des cavités sous-œuvre de risberme



Figure 49 : Cavité observée en sous-œuvre de risberme par les plongeurs

Cette solution d'injection des cavités et sous-pression du sol identifiées en sous-œuvre de la risberme, permettra de combler les principaux vides et de réduire les instabilités et le basculement des blocs béton constituant cette risberme.

Les grandes cavités situées en façade et accessible depuis l'Adour pourront être traitées à l'aide d'un système de géomembranes injectées de coulis.



Une fois les cavités repérées et mesurées par les plongeurs, des sacs de coulis sont fabriqués sur-mesure. Un dispositif de retenue temporaire est nécessaire pour maintenir les sacs dans le vide de remplissage. Par la suite, le dispositif de retenue est enlevé. La méthodologie précise est explicitée dans le paragraphe 7.9.

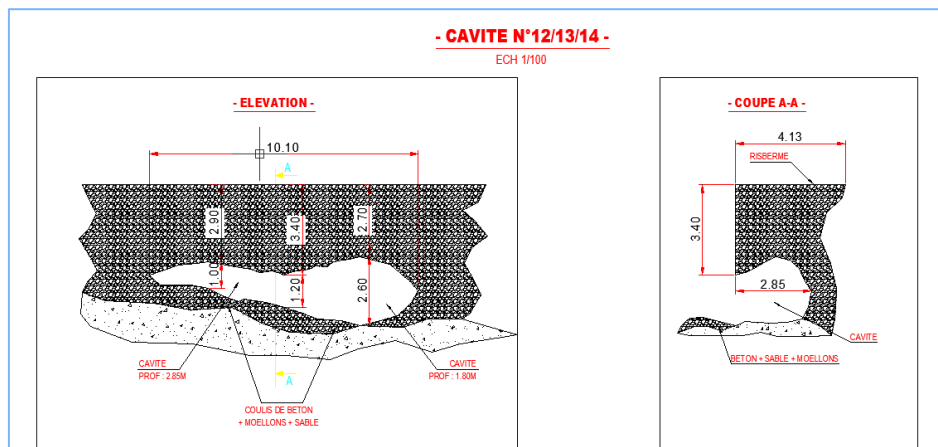


Figure 50 : Plan DWG des cavités 12, 13 et 14 [source EuroDive]

## 4.2 Reprise de la carapace

L'objectif de la reprise de la carapace est de compléter l'effet brise lame de l'ouvrage surtout dans les zones en manque de protection

Le projet ne porte pas sur la reconstitution du talus et de la composition des éléments constitutifs de la jetée. Il n'y a pas de reprise de la géométrie de l'ouvrage. Dans la mesure où il n'y a pas de butée de pied actuellement, le projet prévoit seulement le rechargement en enrochements. Les enrochements seront posés dans les zones où leur stabilité est assurée. Le projet ne comprend pas non plus le repositionnement des blocs qui ont basculé notamment dans la zone du musoir.

### 4.2.1 Solution initiale : Blocs 36t

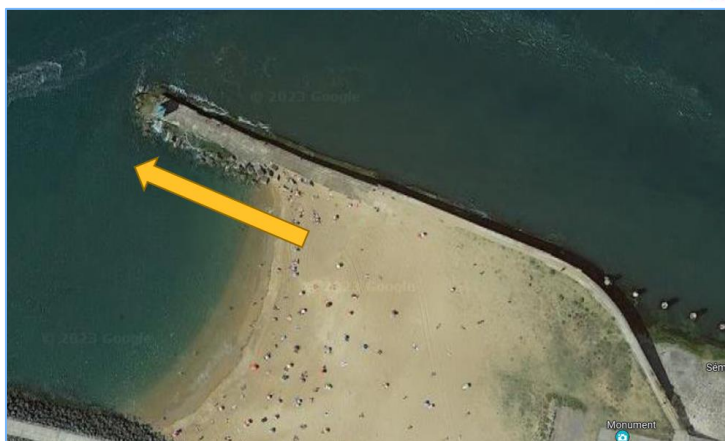
Les blocs à mettre en place devront s'adapter aux blocs cubiques actuellement en place. Il est donc proposé de rester sur la même géométrie de bloc avec un tonnage plus conséquent et dimensionnant pour protéger l'ouvrage. Il est proposé de conserver une forme cubique par soucis d'homogénéité avec les blocs existants.

Masse des blocs (tonnes)	36 t
Taille des blocs - côté du cube (m)	2.5
Epaisseur des deux couches des enrochements (m)	5.2
Pente	3H/2V

Le bloc cubique est le substitut le plus simple du bloc naturel et sa principale stabilité découle de sa masse. La stabilité est également influencée par le frottement entre les blocs.

Les blocs seront mis en œuvre par une grue positionnée sur une piste terrestre, parallèle à la jetée, du côté plage.





**Figure 51 : Positionnement d'une piste terrestre**

Les quantités de blocs à mettre en œuvre sont estimées à :

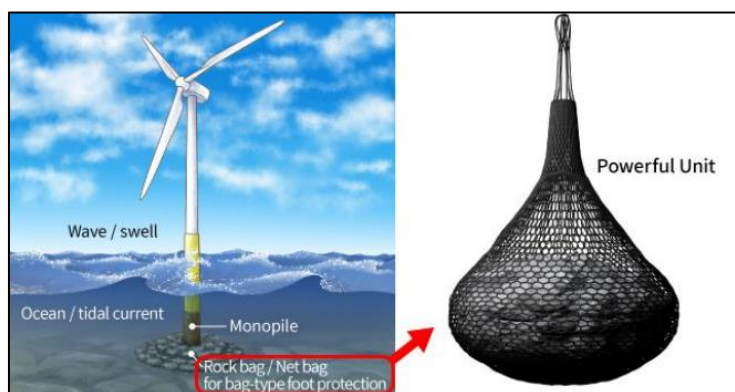
Linéaire d'ouvrage considérée	Qté de blocs béton estimés
En extrémité de jetée	5
PM160 à 260	80
PM134	3
PM65 à 100	35
<b>TOTAL</b>	<b>123 + 5 (aléas)</b>

Cette estimation est modulée par l'état réel des fonds marins au-devant de la risberme. Dans le paragraphe 7.10, les blocs seront quantifiés de manière précise.

#### 4.2.2 Variante : Filet d'enrochements naturels

Nous étudierons notamment la faisabilité d'une nouvelle solution récemment observée et pouvant potentiellement se substituer aux blocs BCR 36t.

La solution proposée est un filet double couche fabriqué à partir de fibres polyester, rempli de matériaux (graves, rochers, béton de démolition, ...) jusqu'à 12t.



**Figure 52 : Exemple de la solution Soiltain® Rock pour la protection des pieds d'éoliennes offshore ([source Huesker])**



Ces unités de 12t sont liaisonnables par un cordon adapté (ou chaînes), formant des groupes compacts qui pourraient atteindre le poids de 36T visé avec les blocs.

A ce stade, nous ne pouvons confirmer la viabilité de cette solution sans lever les questionnements suivants :

- ☐ Emprise des sacs ;
- ☐ Réaction des dispositifs à la houle et au courant ;
- ☐ Adaptabilité sur site ;
- ☐ Résistance des éléments face aux angles parfois saillants des blocs existants.

La réflexion poussée sur ce sujet est développée dans le paragraphe 6.1.4.

### 4.2.3 Intervention à proximité de la jetée : Opérations de dragage

Il est indiqué qu'aucun dragage du chenal de navigation n'est réalisé pour l'entretien et le maintien du tirant d'eau. Seule la fosse de garde au droit du musoir est régulièrement vidée pour restituer sa capacité de stockage des sédiments en entrée de chenal. En effet cette fosse joue le rôle de zone de décantation / piège à sédiment avant la zone de navigation du port.

Il est important de noter également que le chenal ne nécessite pas de dragage d'entretien, lié au courant existant qui permet une chasse naturelle des sédiments mais qu'à l'inverse, le chenal peut connaître des surcreusements. Pour cette dernière situation, il sera nécessaire de suivre régulièrement le nivellement du pied de talus de la carapace de protection de la Jetée pour anticiper et se prémunir d'un affaissement de blocs provoqué par cette sur-profondeur.

A cet effet, nous préconisons d'étendre les levés réalisés sur la fosse de garde, dans le chenal le long de la jetée Sud. Cela permettra au maître d'ouvrage de déceler à temps des évolutions géométriques du talus éventuellement provoquée par un mouvement de blocs.

Si des mouvements de bloc sont observés, il conviendra de :

- A. Suivre les mouvements tant que leur positionnement ne devient pas préjudiciable à la navigation ;
- B. Préparer une intervention visant à repositionner le ou les blocs problématiques : mission de maîtrise d'œuvre / ingénierie de préparation des travaux ;
- C. Lancer une prestation de travaux visant à repositionner le ou les blocs. Au regard de la configuration du site et afin de ne pas devoir recréer une piste, une intervention par voie nautique semble pertinente.

## 4.3 Traitement de la végétation

L'action menée sur les parements de la jetée a pour objectifs de :

- ☐ De nettoyer les surfaces de maçonnerie de la végétation afin de rendre possible un rejointoiement ;
- ☐ Limiter la prolifération d'une végétation envahissante et parfois source du dé-jointoiement des moellons de maçonnerie ;
- ☐ Rendre visible l'évolution des désordres cachés par la végétation ;
- ☐ Réaliser une opération d'entretien de la jetée.



Les parties concernées par le retrait de la végétation sont les suivantes :

- La partie supérieure du mur de quai de la jetée (au-dessus de la risberme), côté Adour du PM 0 au PM260 ;
- La partie supérieure du mur de quai de la jetée (au-dessus de la risberme), côté plage du PM 210 au PM260 ;
- L'extrémité côté atlantique du mur de quai de la jetée (au-dessus de la risberme) ;
- La crête d'ouvrage ;
- La partie horizontale des risbermes (côté plage et Adour)

Le nettoyage a pour objectif de retirer les vases et les algues présentes sur le parement ainsi que leurs calcifications. Prenant en compte l'ancienneté de l'ouvrage, ce nettoyage doit permettre un rejointoiement du parement en maçonnerie et n'a pas pour but d'éliminer toutes traces comme cela peut être requis sur des ouvrages récents. Le nettoyage pourra mettre en évidence de nouvelles zones à traiter par rejointoiement et reconstitution de la maçonnerie.

Les opérations de nettoyages devront employer les moyens adéquats (mécanique, sous-pression, manuel) au type de végétation (Racines, mousses, pousses)

De plus amples détails de mise en œuvre et de précautions environnementales seront apportés dans la section méthodologie de ce rapport.

## 4.4 Travaux de rejointoiement et de maçonnerie des parements

L'objectif est de reconstituer les joints de parements, de remplacer les moellons endommagés ou manquants afin de rétablir la protection mécanique initiale du corps de jetée.

***Il sera retenu une opération de rejointoiement dans les zones les plus affectées.***

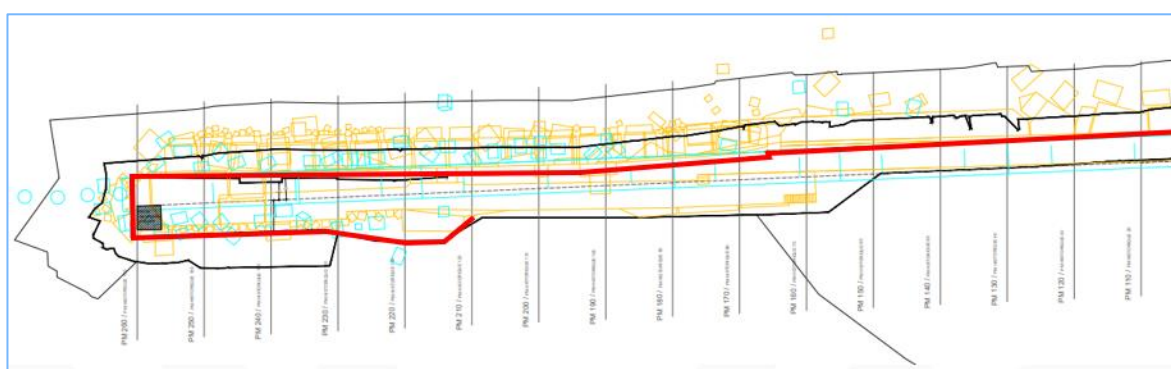


Figure 53 : Linéaire de parement visé par les opérations de rejointoiement

Il est recommandé de reprendre localement les joints des parements de la jetée où des désordres majeurs ont été repérés (fracture, effondrement, fissure, déformation centimétrique de l'ouvrage), sur des fenêtres de 2m par 2m de, en particulier :

- La partie supérieure du mur de quai de la jetée (au-dessus de la risberme), côté Adour du PM0 au PM260 ;
- La partie supérieure du mur de quai de la jetée (au-dessus de la risberme), côté plage du PM 210 au PM260 ;
- L'extrémité côté atlantique du mur de quai de la jetée (au-dessus de la risberme).



De plus, des précautions seront prises sur le choix des techniques de rejointoiement de la jetée afin de limiter l'emprisonnement de gaz provoqués par les réactions chimiques au sein de l'ouvrage. A cet effet, des barbacanes seront réalisées dans le parement, sur tout le linéaire, selon un espacement de 4-5m.

## 4.5 Renforcement mécanique du musoir par tirants d'enserrement

Afin de maîtriser le risque de basculement de cette section du corps de jetée et de prévenir une potentielle instabilité de la structure du feu, il est proposé de mettre en place une mesure de renforcement et de confortement mécanique du musoir.

- La mise de tirants métalliques traversants le musoir en son corps afin d'enserrer les parements et de maîtriser l'évolution hétérogène des sections composant l'ouvrage.

Les tirants métalliques, par leur tension passive, ont pour vocation de reprendre les efforts de tractions pouvant être provoqués par un basculement de parties fracturées ou fissurées, tout en répartissant cette pression sur des appuis surfaciques afin de ne pas détériorer les parements récemment rejointés.

Cette méthode de renforcement mécanique est proposée comme solution additionnelle permettant d'assurer un confortement supplémentaire de la jetée en préservant son aspect monolithique et sa structure « vivante » au grès des marées sans risquer d'ajouter des sous-pressions liées à une imperméabilisation non souhaitée de l'ouvrage.

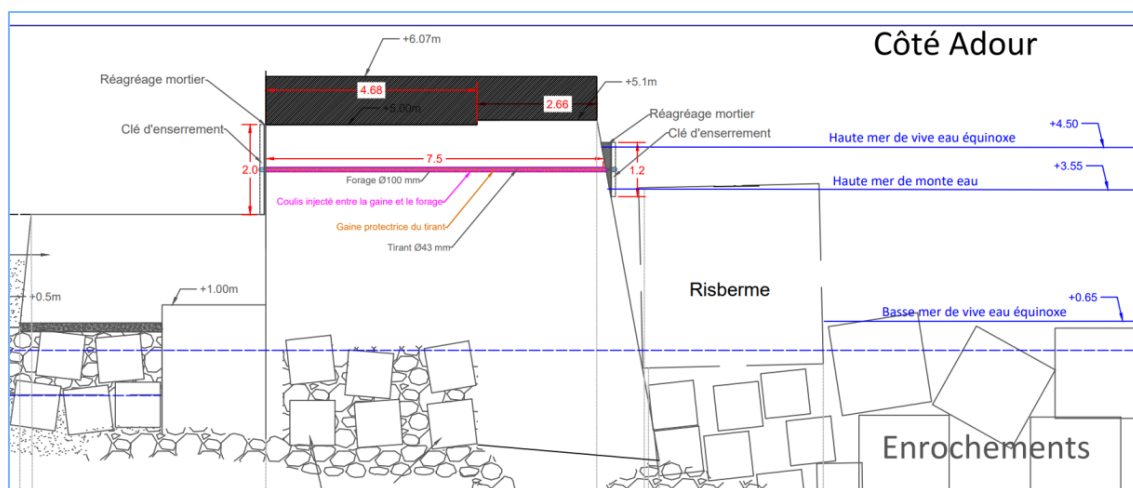


Figure 54 : Schéma d'un tirant traversant dans le plan de coupe du musoir

Les tirants passifs sont des tiges métalliques filetées aux deux extrémités, munies de deux têtes d'ancrage avec plaque de répartition. Ces tirants sont placés dans des forages traversants réalisés le plus souvent à mi-hauteur du parement. Les tirants sont légèrement tendus par simple serrage des clés pour que leurs têtes d'ancrage soient correctement plaquées sur la maçonnerie. Lorsque la maçonnerie bouge, ils se mettent en tension et commencent alors à jouer leur rôle de renfort.



Les clés d'enserrment pourront être composées de deux profils acier UPN 300 pour former une croix de Saint-André. Ceux-ci sont en acier galvanisé à chaud avec un revêtement époxy.



**Figure 55 : tirant d'enserrment avec tête d'ancrage en croix de Saint-André. La protection de l'extrémité de la barre n'est pas assurée (crédit photo J.L. Michotey, Guide FABEM 6.3)**

Situés sur le parement à 1m de hauteur de la crête de risberme (côté chenal), les 8 forages de 100mm de diamètre vont accueillir des gaines souples en géotextile de 50mm de diamètre, dans lesquelles sont enfilées des barres métalliques de 43mm de diamètre (exemple : GEWI B500B threadbar).

#### **□ Points de vigilance :**

Des mesures de protection contre la corrosion devront être appliquées telle que la pose d'une gaine protectrice du tirant ou encore des capuchons sur les clés d'enserrment. Il est également impératif que la barre métallique soit enrobée de coulis au travers de la maçonnerie.

Un plan de surveillance et d'entretien devra être mis en place afin de s'assurer de la continuité de protection contre la corrosion et de la bonne tenue des équipements (bouchons, boulons, clés, ...).

## **4.6 Pose d'un géotextile drainant côté plage**

L'action à mener côté plage de l'ouvrage a pour double objectifs de :

- Maintenir sa stabilité actuelle en limitant la circulation de sable sous l'ouvrage (causée par les mouvements d'eau et les effets de renard hydraulique) ;
- Sécuriser les abords de l'ouvrage vis-à-vis du public (en réduisant les fontis).

Pour cela, une barrière physique est créée longitudinalement à l'ouvrage pour empêcher le transport de sable en provenance de la plage vers l'Adour et ainsi limiter les mouvements sédimentaires sous l'ouvrage.

Toutefois, les travaux ne doivent pas empêcher complètement les mouvements d'eau pour éviter de créer des surpressions latérales sur l'ouvrage. L'ouvrage doit donc rester perméable.

Des travaux similaires ont déjà été engagés par l'entreprise de travaux BTPS en 2016. Il s'agit donc de réaliser la même intervention sur les tronçons non confortés, en limitant toutefois le poids apporté



par les nouveaux enrochements ajoutés de façon à ne pas accentuer des efforts horizontaux sur l'ouvrage.

Les travaux consistent à :

- Ouvrir une fouille dans le sable du côté sud de l'ouvrage (côté plage) par passes de 5ml de façon à atteindre la fondation de l'ouvrage à la cote d'environ 0 m CM, soit 1 à 2 m sous l'ouvrage ;
- Combler les zones affaissées avec un matériau granulaire (de type 40/120) ;
- Réaliser une pente d'assise homogène à l'aide du même matériau granulaire ;
- Mettre en œuvre un géotextile sur la pente et une surface horizontale d'environ 5 m, assurant ainsi une barrière physique au mouvement du sable vers l'Adour : ce géotextile devra assurer une fonction séparation (éviter le transport de sable) tout en assurant le passage des eaux par une fonction filtration pour garder un ouvrage perméable.
- Mettre en œuvre des enrochements dont la fonction est d'assurer un poids stabilisateur sur le géotextile ;
- Remblayer la fouille par le sable extrait auparavant.

Les travaux doivent être réalisés sur les zones suivantes :

- PM 50 à PM 72, avec un recouvrement de 3 ml par rapport aux précédents travaux soit 28 ml ;
- PM 83 à PM 117, avec un recouvrement de 3 ml par rapport aux précédents travaux soit 40 ml.

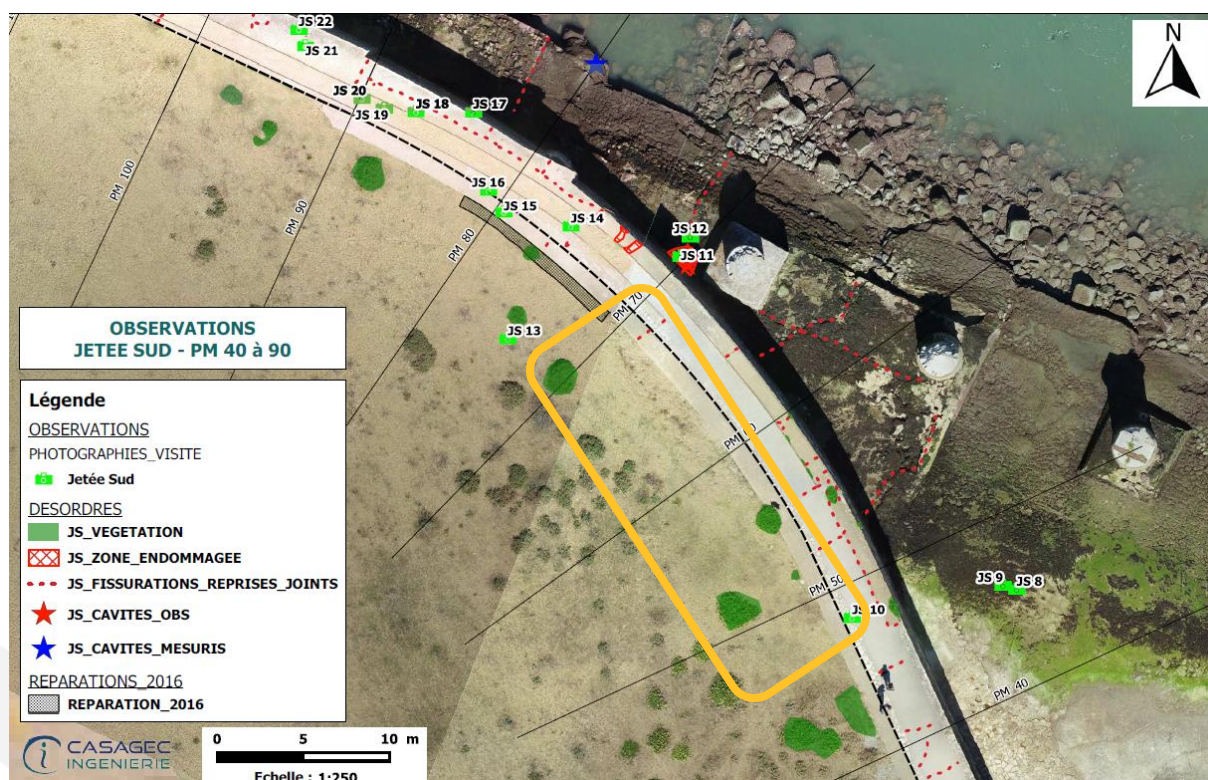






Figure 56 Plans de localisation des désordres et des travaux à prévoir (source fond de plan : ANTEA/CASAGEC 2020)

## 4.7 Traitement superficiel des fissures de la dalle de couronnement

L'objectif du traitement du corps de jetée est d'étanchéifier la dalle de couronnement afin d'éviter la rentrée d'eau, donc d'ajouter des sous-pressions internes à l'ouvrage et d'arrêter le processus de dégradation des joints.

Le principal enjeu lié aux opérations de traitement du corps de jetée sera de traiter les nombreuses fissures observées sur la dalle de couronnement afin de réduire les rentrées d'eau. Pour cela il conviendra de mettre en œuvre un produit tel qu'un mastic afin d'étanchéifier les fissures.

La pose du mastic consiste à faire rejointoyer les fissures existantes sur la dalle de couronnement. Un fluide (généralement appelé coulis, joint ou mastic) capable, après application sur le milieu traité d'en réduire la perméabilité jusqu'à étanchéification.

Compte tenu de la problématique liées aux sollicitations extérieures (l'environnement marin, le vent, le gel/dégel et le passage touristique) et à ces caractéristiques internes (état de la dalle et du béton la constituant), le cahier des charges à remplir par le mastic de rejointoiement devrait être le suivant :

- ☐ Posséder une résistance et une stabilité aux agressions chimiques du milieu marin (sulfates, chlorures, magnésium) ;
- ☐ Assurer une bonne adhérence au contact du béton originel ;
- ☐ Ne pas être trop fluide pour éviter de trop forts cheminements ou résurgences difficiles à maîtriser ;
- ☐ Être suffisamment fluide pour pouvoir être correctement appliqué sur l'ensemble des fissures ;



- ☐ Ne pas être trop rigide pour éviter la formation de points durs dans la maçonnerie, dangereux pour le passage piéton ;
- ☐ Être suffisamment souple pour tolérer les mouvements à venir sur le corps de jetée ;
- ☐ Posséder une résistance aux UV et à la chaleur ;
- ☐ Posséder une résistance élevée à la propagation des fissures et au vieillissement ;
- ☐ S'intégrer correctement dans le paysage (couleur béton).

Exemple de produit possible : Mastic d'étanchéité polyuréthane PCI Elritan® 140

Le programme de traitement des fissures suggère d'intervenir sur les sections les plus endommagées de la jetée (en aval du PM70) qui présente à fortiori la quasi-totalité des fissures de la dalle de couronnement. Le linéaire d'intervention est estimé à 690ml de fissures à traiter.



Figure 57 : Fissures repérées sur la dalle au niveau du musoir (Rapport 2021 ANTEA CASAGEC)

## 4.8 Objectifs du pro

Ce rapport entre dans le cadre de la mission de maîtrise d'œuvre complète portant sur le renforcement de la jetée Sud du port de Bayonne, confiée à SUEZ Consulting. La phase PRO vient dans la suite de la phase AVP (avant-projet).

Les objectifs généraux et spécifiques de la phase PRO sont les suivants :

- ☐ Approfondissement des réflexions sur les techniques de réparation de l'ouvrage ;
  - ▶ En particulier : réflexion poussée sur les travaux de renforcement du corps de jetée par pose des blocs cubiques en béton par une étude situation par situation.
  - ▶ Recherche de solutions alternatives ou complémentaire à la pose des blocs.
- ☐ Réflexion sur les méthodologies de travaux à employer pour mener à bien les réparations en prenant en compte les contraintes du site et les résultats des missions complémentaires menées au cours de la phase AVP (bathymétrie, géotechnique, inspection de plongeurs).
- ☐ Mise à jour et confortement du planning et de l'estimation financière.
- ☐ Réflexion anticipée sur l'élaboration du futur marché de travaux (DCE) sur les aspects techniques et administratifs.



## 5 Référentiel technique retenu

### 5.1 Documents de référence généraux

La conception et les travaux sont étudiés selon les normes et recommandations suivantes :

- Eurocodes 0 à 9 ainsi que les normes d'applications,
- Fondations profondes NF P 94-262, NF P 94-270, NF P 94-282
- ROSA 2000,
- Guide d'enrochement (ou Rock Manual)
- NF EN 13383 – partie 1 et 2 sur les enrochements
- NF EN 206+A2 Béton - Spécification, performance, production et conformité
- Convention Européenne de la Construction Métallique CECM.
- Guide du STRRES

Ces documents sont applicables, sauf dérogations apportées par le Maître d'Œuvre, aux documents d'exécution.

### 5.2 Identification des données de références exploitables

SUEZ Consulting propose que certains documents soient ciblés pour être des documents de références pour les études PRO, notamment :

- Bathymétrie : Cères 2024
- Topographique : celle présentée sur le plan AF2008007\_ANGLET\_Plan
- modèle géotechnique de niveau G2 AVP explicité dans le rapport de GINGER : Ginger SBA2.K.084-Ind2-rapport final
- données de marées présentées dans le rapport d'ANTEA CASAGEC DIAG\_phase1\_arcatures\_jetees\_annexes\_indB.
- Rapport d'inspection bathymétrique et subaquatique CERES 2024
- Rapport de mission géotechnique GINGER 2024
- Rapport de phase AVP réalisé par SUEZ Consulting

## 6 Réflexion avancée sur la reprise de la carapace

Dans ce chapitre, il est explicité les études complémentaires à la phase AVP portant sur la réfection de la carapace en blocs de béton.

Lors de la phase AVP, la Région Nouvelle Aquitaine a émis des réserves sur les travaux au regard :

- A. Des dimensions des blocs et des risques encourus si l'un d'eux vient à rouler vers le chenal de navigation et éventuellement bloquer l'entrée du port de Bayonne ;
- B. Des moyens requis pour les mettre en œuvre, c'est-à-dire la création d'une piste avancée sur l'eau côté plage et le recours à une grue treillis de très grosse capacité (300 à 400T).

En ce sens, SUEZ Consulting approfondit les études afin :

- ☐ De proposer une éventuelle optimisation sur la taille des blocs ;
- ☐ De proposer des dispositions particulières sur les blocs leur permettant de sécuriser leur stabilité pour un délai de 20 ans ;
- ☐ De proposer une solution alternative à la pose de blocs.



### 6.1.1 Objectifs - Rappel

Le relevé multifaisceau de CERES en 2024 met en évidence l'absence d'enrochements constitutifs de la carapace de protection de l'ouvrage aux niveaux des points métriques PM 80, 100, 134, 142, 167, 190 et 254, ainsi qu'une zone critique du PM 160 à 260.

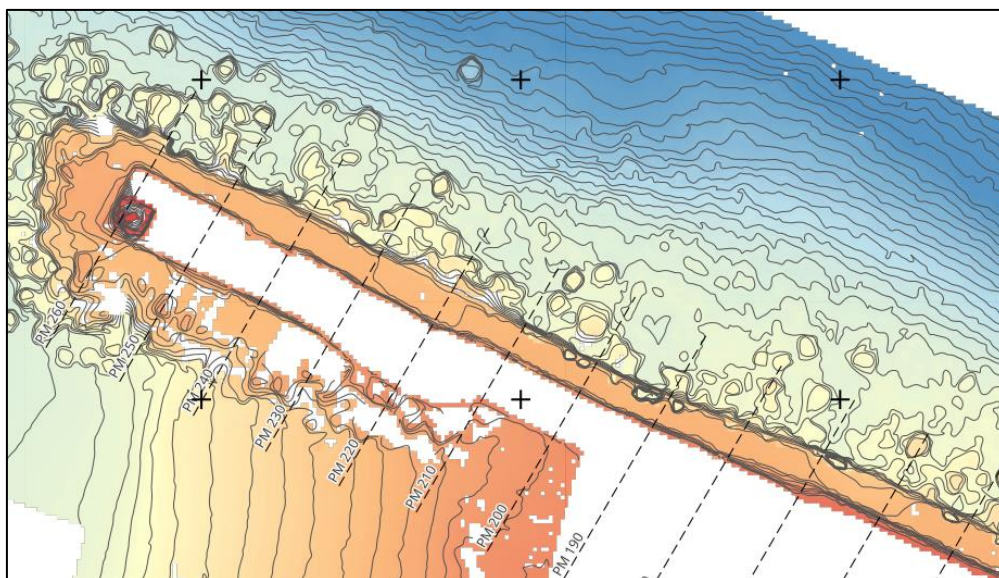


Figure 58 : Extrait de la carte "PL04\_ISPO04\_Jetee\_Sud\_Bayonne\_Coupes\_REV01.pdf" [source CERES]

Ces enrochements assurent la protection de l'ouvrage contre les effets de la houle et des courants.

- ⇒ L'objectif de la reprise de la carapace est de compléter l'effet brise lame de l'ouvrage surtout dans les zones en manque de protection

Le projet ne porte pas sur la reconstitution du talus et de la composition des éléments constitutifs de la jetée. Il n'y a pas de reprise de la géométrie de l'ouvrage. Dans la mesure où il n'y a pas de butée de pied actuellement, le projet prévoit seulement le rechargement en enrochements. Les blocs seront posés dans les zones où leur stabilité est assurée par l'état actuel du talus. Il n'est pas non plus prévu d'action sur les blocs existants ayant déjà basculé vers l'Adour.

### 6.1.2 Optimisation du dimensionnement

Au regard des dimensions définies de manière calculatoire dans le rapport AVP, il est étudié en phase PRO la possibilité d'optimisation des dimensions des blocs.

#### 6.1.2.1 Musoir

Le dimensionnement des blocs à poser au musoir de la jetée ne fera pas l'objet d'une optimisation, celui-ci ayant été validé lors de l'AVP sur la base d'une proposition de blocs 36t. Un dimensionnement jugé et basé sur l'application des formules de Van der Meer.

En outre la situation particulièrement exposée du musoir ne nous permet pas d'envisager une optimisation ;



Conditions JS 1 au musoir ( $H_s = 5.0$ ,  $T_p = 18s$ ) :

<b>Paramètres qui en découlent des paramètres d'entrée :</b>		<b>Cas1</b>
Facteur de correction pour l'incidence de la houle :	$\gamma_\beta =$	1,00
Hauteur significative de la houle oblique :	$H's =$	5,00
Hauteur 2% de la houle oblique :	$H'_{2\%} =$	7,00
Période énergie de la houle :	$T_{m-1,0} =$	16,36
Nombre de vagues :	$N =$	2640
Densité relative :	$\Delta =$	1,29
Pente du talus :	$\tan \alpha =$	0,67
	$\cotan(\alpha) =$	1,50
Longueur d'onde au large :	$L_0 =$	418,07
Cambrure de la houle :	$\gamma =$	0,02
Paramètre de déferlement (nbr Iribarren) :	$\xi_{s-1,0} =$	5,15
Coef plongeant :	$C_{pl} =$	8,40
Coef gonflant :	$C_s =$	1,07
Paramètre de déferlement (nbr Iribarren) :	$\xi_{s-1,0} =$	5,15
Paramètre de déferlement critique :	$\xi_{cr} =$	5,75
<b>Type de déferlement (gonflant ou plongeant) :</b>		plongeant
<b>déferlement Plongeant</b>		
Diamètre médian de l'enrochement de carapace :	$D_{n50} =$	2,48
Masse médiane de l'enrochement de carapace :	$M_{50} =$	36042

#### 6.1.2.2 Section courante :

En AVP nous proposons d'homogénéiser la pose des blocs 36t sur toutes les sections de la carapace, ce qui pouvait être considérée comme pessimiste au regard de la situation légèrement moins exposée de la section courante. Pour donner suite à la demande de la Région Nouvelle Aquitaine, les dimensions des blocs à poser en section courante doivent être reconsidérées afin de faciliter les potentielles opérations de maintenance, si déplacement des blocs il y a et notamment si un basculement venait à gêner l'accès des bateaux du chenal.

Une optimisation nous permettrait d'obtenir les résultats suivants : Nous avons choisi de retenir les résultats les plus majorants, ceux obtenus à partir de la formule de Van de Meer au musoir, en prenant en compte l'impact des vagues longues ( $T_p = 18s$ ) ainsi que le processus de déferlement, qui peut être approché de manière plus précise avec l'application de la formule de Van de Meer.

Conditions JS 2 en section courante ( $H_s = 4.5$ ,  $T_p = 18s$ ) :

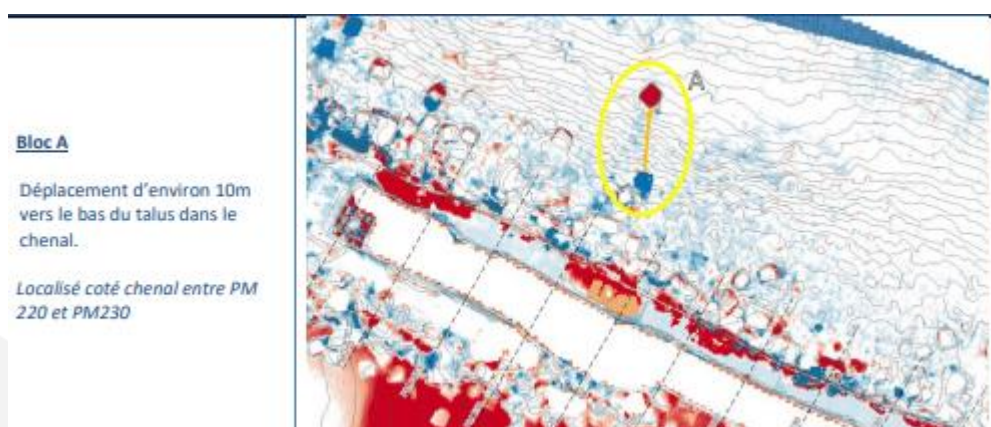


<b>Paramètres qui en découlent des paramètres d'entrée :</b>		<b>Cas1</b>
Facteur de correction pour l'incidence de la houle :	$\gamma_\beta =$	1,00
Hauteur significative de la houle oblique :	$H's =$	4,50
Hauteur 2% de la houle oblique :	$H'_{2\%} =$	6,30
Période énergie de la houle :	$T_{m-1,0} =$	16,36
Nombre de vagues :	$N =$	2640
Densité relative :	$\Delta =$	1,29
Pente du talus :	$\tan \alpha =$	0,67
	$\cotan(\alpha) =$	1,50
Longueur d'onde au large :	$L_0 =$	418,07
Cambrure de la houle :	$\gamma =$	0,02
Paramètre de déferlement (nbr Iribarren) :	$\xi_{s-1,0} =$	5,43
Coef plongeant :	$Cpl =$	8,40
Coef gonflant :	$Cs =$	1,07
Paramètre de déferlement (nbr Iribarren) :	$\xi_{s-1,0} =$	5,43
Paramètre de déferlement critique :	$\xi_{cr} =$	5,75
<b>Type de déferlement (gonflant ou plongeant) :</b>		<b>plongeant</b>
<b>déferlement Plongeant</b>		
Diamètre médian de l'enrochement de carapace :	$D_{n50} =$	2,21
Masse médiane de l'enrochement de carapace :	$M_{50} =$	25457

Ici nous recommanderons une masse minimale des blocs en section courante de 25,5t



Toutefois, l'analyse du mouvement des blocs au cours de la dernière décennie (établie par GINGER – CERES dans le cadre de la mission G2-AVP), a mis en évidence un déplacement des blocs de 25T.





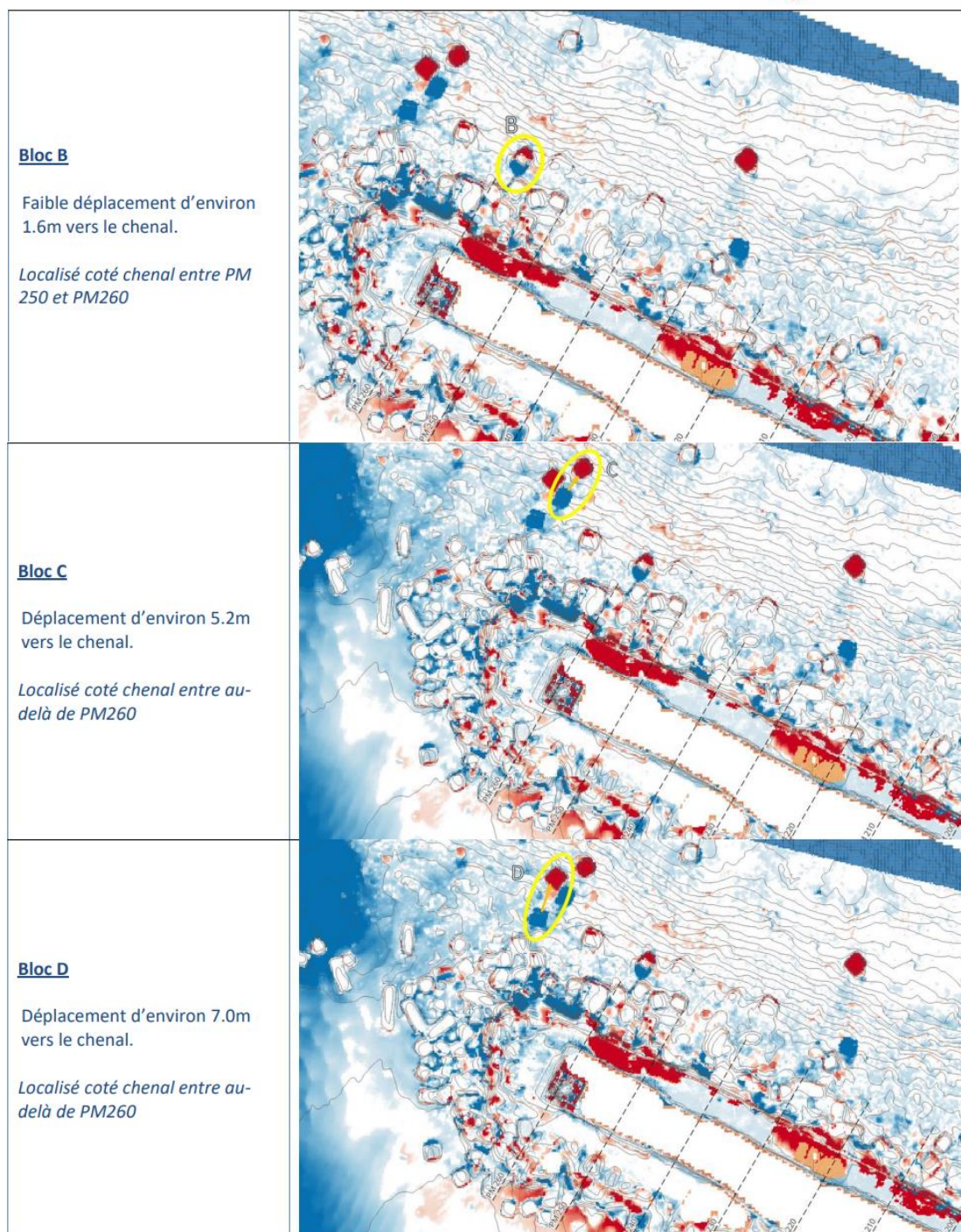


Figure 59: Mise en évidence des blocs déplacés [Source: Rapport Ginger Ceres de 2024]

Il est constaté que malgré la masse des blocs de 25T, ces derniers ont tendance à se déplacer. Ce phénomène ne concerne pas l'ensemble des blocs mais surtout certains blocs localisés près du musoir. A des fins conservatives, il convient de viser une masse des nouveaux blocs supérieure à la masse des blocs en place à minima du profil PM 200 jusqu'au musoir → **Sur ce tronçon, il est considéré des blocs de 36T.**

Bilan :

PM 0 → 200	PM 200 → Musoir
Blocs de 25T	Blocs de 36T



### 6.1.3 Etude du positionnement des blocs au cas par cas

La viabilité technique de la solution consistant à poser les blocs béton repose sur l'assurance de la stabilité de ces blocs et la garantie qu'ils ne basculent dans le chenal de navigation.

Afin de vérifier ce point, nous étudions au cas par cas le positionnement des blocs dans le contexte de jetée Sud du port de Bayonne.

#### 6.1.3.1 Méthodologie

La méthodologie consiste à :

- A. Editer les profils en travers des zones à étudier : dans un premier temps, il est édité des PT tous les 10m. Les PT sont ensuite densifiés tous les 2,5m ;
- B. Habiller les profils en travers avec les éléments connus et/ou issus d'observations et d'analyse des diverses sources d'informations disponibles (bathymétrie, nuage de point multipoint, plongée) ;
- C. Confronter la coupe établie à la vue 3D issue de la visionneuse ;
- D. Mettre en situation les blocs de 36T ou 25T de manière que leur stabilité soit garantie ;

**Afin de ne pas surcharger le présent rapport, cette analyse fine est disponible en annexe [annexe 2 : Etude du positionnement des blocs].**

Les conclusions de ce travail affiné sont les suivantes :

- ☐ Le profil est variable selon les tronçons observés. On distingue des profils présentant un large platier avant le talus rejoignant le chenal, et des profils présentant un étroit platier ;
- ☐ La pente du talus est également variable ;
- ☐ De gros blocs sont présents et de manière désordonnée créant ainsi des contrepentes ;
- ☐ Des blocs (ou autres aspérités de dimensions décimétriques à métriques) plus petits sont présents sur le platier.

Il en ressort pour la pose des blocs de 36 ou 25T que :

- ☐ Une adaptation pour chaque profil est nécessaire ;
- ☐ Dans certains cas, il est impossible de poser les deux blocs requis compte tenu de la présence de blocs existants ;
- ☐ Dans d'autres cas, il est même impossible de poser un seul bloc pour les mêmes raisons ;
- ☐ Dans de nombreuses configurations, le ou les blocs ne seront pas posés directement contre la risberme.



## 6.1.4 Etude d'une solution alternative

### 6.1.4.1 Contexte

Certaines sociétés fabriquent et commercialisent des produits à base de géosynthétiques utilisés entre autres dans des applications de protection côtière. Ce type de produit est à ce jour peu utilisé en France et en Union Européenne, mais plutôt au Japon.

La société commercialise en particulier des filets en mailles géosynthétiques utilisables sous forme de sacs qu'il est possible de remplir de blocs d'enrochements présentant une granulométrie maximale de 80cm. Une société a, dans ce contexte, proposé de remplacer les blocs de béton par ce type de sacs.

### 6.1.4.2 Présentation

Nous étudierons donc la faisabilité de cette solution pouvant potentiellement se substituer aux blocs 36t (ou 25T).

La solution Soiltain® Rock par une des sociétés, est un filet double couche fabriqué à partir de fibres polyester, rempli de matériaux (graves, rochers, béton de démolition, ...) jusqu'à 12t.



Figure 60 : Exemple d'utilisation de la solution Soiltain® Rock pour la protection des pieds d'éoliennes offshores ([source Huesker])

Ces unités de 12t sont liaisonnables par un cordon adapté (ou chaînes), formant des groupes compacts qui atteignent 36T.



### 6.1.4.3 Ebauche de dimensionnement

En nous appuyant sur un document explicitant les méthodes de dimensionnement des sacs d'enrochements, fournie par un des fabricants, nous avons réalisé une première approche de dimensionnement. Ce dimensionnement étant spécifique à ce produit, il conviendrait en toute rigueur de le faire vérifier par le bureau d'étude du fabricant.

Nous utilisons la formule prévue pour une application des sacs sur une pente :

#### Calculation of required mass

The required mass of Powerful Unit is calculated using the formulas shown in (1) to (3) below. The constants (KD value, NS value, Isbash value) required for calculation are obtained by hydraulic model experiments in Kyoto University Disaster Prevention Research Institute.

\*Natural Disaster Science J.JSND5 32-P91-102 (2013)

JSCE Proceedings B3 (Ocean Development) Vol.70, No.2, 1\_247-1\_252, 2014.

#### ① Required mass of slope covering material : Hudson method

$$M = \frac{\rho \gamma H^3}{K_D (S\gamma - 1)^3 \cot \alpha}$$

M : Required mass of structure (t)

$\rho \gamma$  : Density of structure (t/m<sup>3</sup>)

H : Wave height (m) used for stability calculation

S $\gamma$  : Specific gravity of the structure with respect to water

$\alpha$  : Angle (°) that the slope forms with the horizontal plane

K<sub>D</sub> : The constant value obtained from the shape of structure and the damage rate.

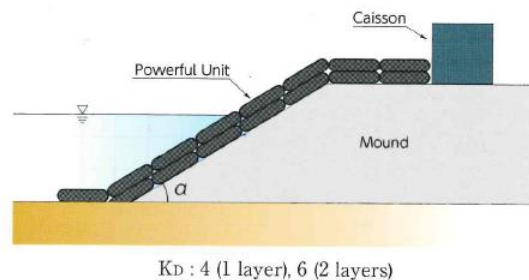


Figure 61: Extrait note de dimensionnement des Rock Bags [source : Huesker]

Nous avons considéré plusieurs cas de figure se différenciant par les vides pris en compte. Chaque cas est étudié en configuration monocouche ou bicouche. Dans les deux cas de figure, de manière conservatrice, il est pris un angle de talus égal à 45°, pour tenir compte des zones présentant des pentes raides entre la jetée et le chenal.

#### A. Remplissage des filets optimal (indice des vides nul) – scénario hypothétique

	1 couche		2 couches	
	5	m	5	m
Masse totale d'un ensemble de filets	24,45	tonnes	16,30	tonnes
Nombre de filets 12 tonnes à liaisonner	2,037		1,358	
Densité de la structure	2,544	t/m3	2,544	t/m3
S $\gamma$ densité relative du filet par rapport à l'eau	2,481		2,481	
Angle par rapport à l'horizontal	45	°	45	°
KD constante dimensionnante propre aux filets	4		6	

Dans ce cas de figure, afin de répondre à la houle considérée de 5m, il convient soit de mettre des ensembles de filets de 24,5T en une couche, soit de mettre des ensembles de filets de 16,3T sur



deux couches. Dans tous les cas, cette configuration suppose que les filets sont remplis de manière optimale. En réalité, il convient de considérer un indice de vide de 30%.


#### B. Remplissage des filets à 70% - scénario réaliste

	1 couche		2 couches	
Hs	5	m	5	m
Masse totale d'un ensemble de filets	140,25	tonnes	93,50	tonnes
Nombre de filets 12 tonnes à liasonner	11,687		7,792	
Densité de la structure	1,778	t/m3	1,778	t/m3
Sy densité relative du filet par rapport à l'eau	1,734		1,734	
Angle par rapport à l'horizontal	45	°	45	°
KD constante dimensionnante propre aux filets	4		6	

Dans ce cas, l'abaissement de la densité conduit à un besoin en volume et masse de filet très élevés et impossible à mettre en place : pour une zone à renforcer donnée, l'emprise en filets serait nettement supérieure.

→ D'un point de vue technique, les filets ne semblent pas adaptés à l'usage envisagé sur la jetée Sud. Ils permettraient effectivement de protéger les flancs de l'ouvrage en absorbant une partie de l'énergie, mais doivent être fortement surdimensionnés pour rester stables à la houle.



	Référence	Maille	Diamètre	Hauteur	Hauteur à la circonférence	Volume
		(mm)	(m)	(m)	(m)	(m³)
	FBU - 20 (2 Tonnes)	25	2.10	0.7	0.4	1.0 ~ 1.25
	FBU - 40 (4 Tonnes)	25	2.70	0.9	0.5	2.0 ~ 2.5
	FPU - 80 (8 Tonnes)	50	3.60	0.95	0.5	4.0 ~ 5.0
	FPU - 120 (12 Tonnes)	70	3.95	1.25	0.55	6.0 ~ 7.5



Si l'on considère qu'il est mis en place :

- ☐ Les filets tout le long de la jetée ;
- ☐ Filets de 12T (Diam = 3,95m) ;
- ☐ Sur deux couches : il ne semble pas réaliste de considérer davantage de filets sur un linéaire donné étant donné le caractère très accidenté du platier et du talus devant la risberme.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

La piste peut ne pas être réalisée si l'engin utilisé pour poser les filets remplis n'excède pas (y compris poids du filet) 20T<sup>1</sup>. Il peut être utilisé pour l'acheminement des petits tombereaux de faible poids :



Figure 62: Exemple dumper 9T capacité

Il peut également être utilisé un camion de type 6\*4 ou 4\*2 dans la limite d'une masse à vide de 8T. Au regard du poids des engins et de leur capacité de charge, il est nécessaire de réduire la masse des filets à 8T (modèle FPU-80).

Le remplissage des filets peut se faire hors de la jetée, ce n'est donc pas un problème vis-à-vis du corps de jetée.

Concernant la pose, il convient de recourir à un engin capable de lever 8T à une distance de 10m moyen. Les engins envisageables sont :

- ☐ Pelle minimum 40T
- ☐ Charriot télescopique rotatif type MRT2150 (poids 19T)
- ☐ Grue treillis ou télescopique de capacité minimale 35T

<sup>1</sup> En l'absence de données et de modélisation probantes sur la capacité de la jetée à accueillir les engins, il est considéré une charge maximale de 20T qui est la masse du camion pénétrométrique de Ginger.



- Ces moyens matériels mis dans le contexte de la jetée Sud de Bayonne présentent des inconvénients :

Pelle minimum 40T	Masse de l'engin trop élevée au regard de la capacité et de l'état de la jetée
Charriot télescopique rotatif type MRT2150 (poids 19T)	Masse de l'engin acceptable à vide, mais trop élevée en comptant les filets
Grue treillis ou télescopique de capacité minimale 35T	Masse de l'engin trop élevée au regard de la capacité et de l'état de la jetée
Camion grue spécifique.	Masse de l'engin acceptable mais empattement trop élevé en situation de travail (patins ouverts, largeur = 10,40m

da [

- Soit de poser les filets par voie nautique : cette solution est exclue par la Région afin de maintenir constamment le chenal libre, et donc l'accès au port ;
- Soit de remplir les filets depuis le corps de jetée : cette solution est à conforter notamment sur les aspects qualité du remplissage et mise en place du filet sur le fond ;

Si l'

- ☐ La fourniture des filets et des enrochements ;
- ☐ L'acheminement des blocs de l'enracinement jusqu'à la jetée par un dumper chargé par une chargeuse ;
- ☐ Le remplissage des filets avec une pelle de petit gabarit ;
- ☐ La surveillance constatée par une équipe de plongeurs ;
- ☐ Une cadence de 100T / jr.

lek

[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACT			



#### 6.1.4.5 Bilan

La solution des filets est associée à des prérequis et des sujétions à lever :

- ☐ Fiabilisation du dimensionnement ;
- ☐ Analyse des retours d'expérience disponibles en Europe ;
- ☐ Fiabilisation de la technique de pose ;

A ce stade, nous manquons d'un retour d'expérience assez solide pour valider la viabilité de cette solution. **Nous ne souhaitons pas la retenir à ce stade.**

Toutefois, cette solution peut être considérée en complément de la pose des blocs cubiques pour corriger l'assise des blocs. En effet, l'analyse des profils en travers de la jetée Sud a mis en avant la présence de profils très variables et présentant de nombreuses aspérités. Il en découle les conclusions évoquées dans le paragraphe spécifique (6.1.3) qui sont de manière synthétique :

- ☐ Pose des blocs à traiter au cas par cas ;
- ☐ Dans certains cas : impossibilité de poser 2 voire 1 seul bloc compte tenu du contexte.

Dans ce contexte, les filets peuvent être utilisés pour améliorer le calage et la stabilité des blocs. Ils permettront de :

- ☐ Créer une assise plane en y conférant une légère contrepente permettant de décaler vers la jetée le centre de gravité du bloc de son point de rotation ;
- ☐ Assurer aux blocs un minimum de 3 points de contact avec le fond.

Pour cette utilisation, il ne sera pas nécessaire d'utiliser des filets de 12T, mais plutôt des filets de petites dimensions de type 2 ou 4T. Dans le cas où cette méthode est appelée, l'entrepreneur pourra constituer un petit stock prêt à l'emploi de filets 2 ou 4T qui seront utilisés selon le cas de figure rencontré.

Nous souhaitons créer une ligne de prix spécifique qui sera activable si nécessaire au cours des travaux.



## 7 Méthodologie des confortements

### 7.1 Objectifs généraux

L'objectif de l'opération sont de **préserver la jetée actuelle sur les 20 prochaines années** via des **travaux d'entretien et de maintenance lourde**.

Cet objectif se décompose comme suit (liste hiérarchisée) :

- Consolider le corps de jetée (structure du mur poids),
- Maintenir sa stabilité actuelle en :
  - ▷ Protégeant le pied de l'ouvrage contre l'érosion des sols de fondation générée par la houle, les courants ;
  - ▷ Restaurant le parement (1<sup>ère</sup> défense du corps de jetée) ;
  - ▷ Restaurant la partie de l'ouvrage (carapace existante) assurant la protection contre l'action de la houle et du courant ;
  - ▷ Limitant la circulation de sable sous l'ouvrage (causée par les mouvements d'eau et les effets de renard hydraulique) ;
  - ▷ Renforçant le sol support des bernes ;
- Sécuriser les abords de l'ouvrage vis-à-vis du public (en réduisant les fontis) ;
- Mettre en œuvre une surveillance de l'ouvrage (avant, pendant et après travaux).

### 7.2 Marnage et périodes de travail

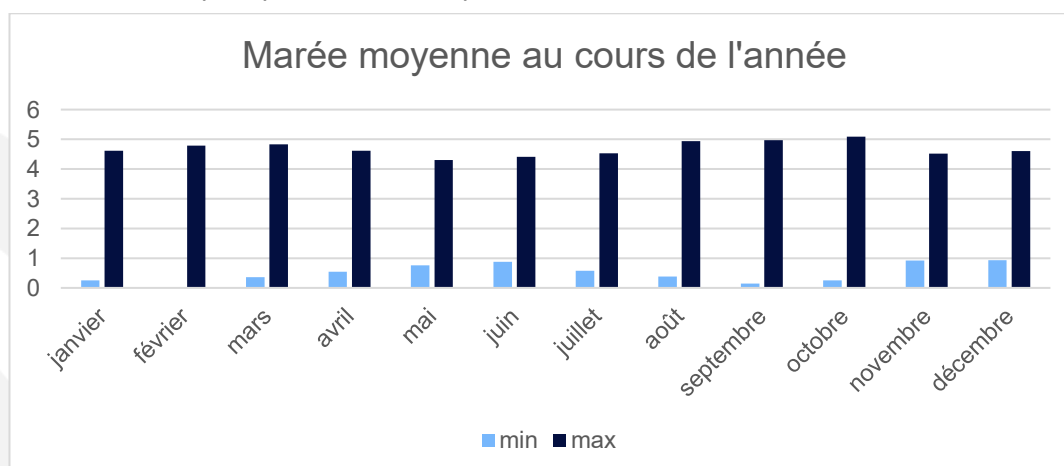
Une grande partie des travaux de confortement sera fortement impactée par le marnage :

- Confortement de la risberme ;
- Nettoyage et rejointement des parements ;
- Réalisation (et dépose) de la piste nécessaire à la pose des blocs ;
- Pose des blocs.

Le marnage aura un effet réducteur sur les cadences effectives, car d'une part, il impose l'entreprise à travailler quand les marées sont basses, et d'autre part il oblige l'entreprise à ranger et remettre en place systématiquement le matériel avant et après la marée haute.

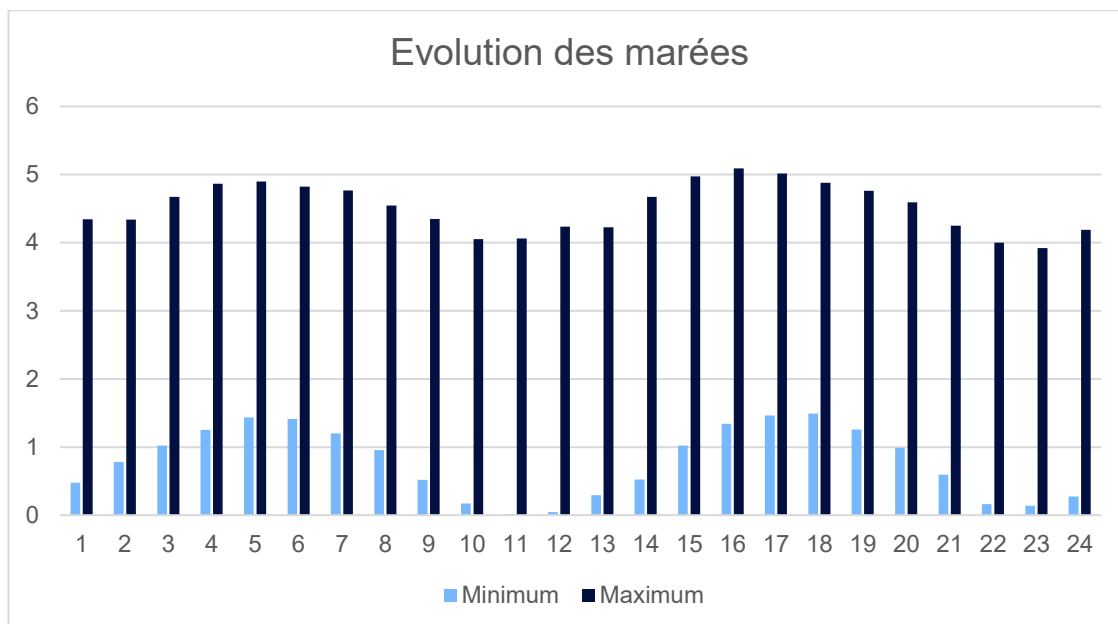
L'analyse des marnages sur l'ensemble d'une année donne les résultats suivants :

- Les périodes les plus favorables pour les travaux au cours de l'année sont septembre et octobre pour profiter d'une amplitude de marée élevée ;





- Les périodes les plus favorables pour réaliser les travaux dans la journée sont entre 8h00 et 16h00.





## 7.3 Accessibilité et protections collectives

Il conviendra de mettre en place les mesures de sécurité collectives et moyens d'accès suivants :

- Garde-corps sur le périmètre du corps de jetée afin de prévenir les chutes vers la risberme, et garde-corps sur le nez des risbermes pour prévenir les chutes vers l'Adour. Ces garde-corps seront composés de potelets et de lisses hautes et basses. Les potelets seront fixés dans la maçonnerie par le biais d'ancrages mécaniques :



Figure 63: Exemple potelet avec réservations pour lisses et plinthe

- Echelles et escaliers d'accès : il conviendra de positionner des échelles et escaliers provisoires métalliques permettant d'accéder à la risberme. Ces éléments seront solidement ancrés dans la maçonnerie. Les échelles devront être fixées en pied et tête et devront présenter une crinoline. **Il est rappelé que l'usage de l'échelle comme poste de travail est proscrit.**



Figure 64: Exemple escalier de chantier colimaçon "Escalib"

- Echafaudage : Au regard de la hauteur des parements verticaux variable (atteignant 3m), il ne semble pas nécessaire pour la phase de nettoyage de mettre en place des échafaudages. Toutefois, afin d'anticiper les autres phases, l'entrepreneur pourra mettre en place des échafaudages le long des parements verticaux. Ces échafaudages seront solidement ancrés dans la maçonnerie saine. Il pourra s'agir d'éléments mobiles qui pourront être positionnés en début de poste et déposés en fin de poste.
- Treuil : L'entrepreneur devra prévoir les moyens nécessaires pour acheminer le matériel sur la risberme.

Il sera rappelé dans le marché de travaux que ces éléments de sécurité et d'accès seront soumis au marnage et donc à un environnement salin fortement corrosif. L'entrepreneur veillera à assurer



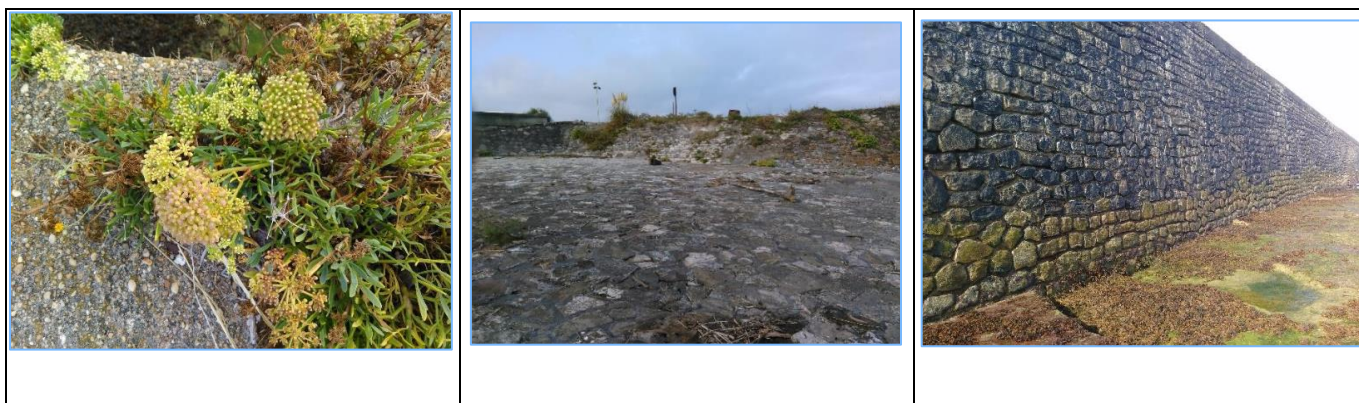
l'entretien, le remplacement et si nécessaire l'évacuation en décharge des éléments usés en cours, ou à la fin du chantier.

L'ensemble des ouvrages provisoires d'accès et de sécurité fera l'objet d'une réception par le COP avant utilisation (chargé des ouvrages provisoires) de l'entreprise des travaux.

## 7.4 Opération de nettoyage de la végétation

Le nettoyage de la végétation est nécessaire :

- ☐ D'une part pour mettre à nu les joints et les parements nécessitant des réparations ;
- ☐ D'autre part pour garantir la sécurité des opérateurs en phase travaux, notamment par l'enlèvement des algues sur les parties horizontales glissantes (= risbermes).



### 7.4.1 Nettoyage mécanique

Le nettoyage de la jetée s'effectuera au jet haute pression, de l'ordre de 20 bars.

La surface à traiter est estimée à 3 540 mètres carrés. Les arcatures et la plage sont exclues du périmètre.

L'utilisation d'un nettoyeur sous pression manopéré sera adaptée. A celui-ci doit être connectée une lance de projection.



Figure 65 : Exemple de nettoyeur sous pression [source kiloutou]

- ☐ Produit utilisé sous pression : Eau propre. A cet effet l'entrepreneur prévoira des moyens d'approvisionnement et de stockage d'eau propre nécessaire pour le chantier. L'entrepreneur devra chercher un point de distribution utilisable et effectuer les démarches administratives auprès des collectivités et services de distribution d'eau locales. Pour l'acheminement et le stockage, il pourra recourir à des camions citernes ou à des citernes de chantier installées à l'enracinement ou sur la jetée dans la limite d'un poids de 20T (y



compris engin de transport / manutention). Le dispositif pourra être complété par des conduites souples et / ou machines pour gérer le débit et la pression (pompe, surpresseur + source d'énergie).



Figure 66: Exemples cuve, citerne et surpresseur

- **L'usage de produits chimiques phytocides est proscrit pour ces travaux**, où l'intervention est réalisée dans un milieu non étanche, à proximité d'un milieu marin afin de prévenir d'un déversement accidentel.

Pour le nettoyage des parements verticaux, un collecteur des eaux de nettoyage en pied de parement le long de la jetée sera mis en place. Il s'agira d'un système de bâche autoportée étanche et stable. Il pourra s'agir d'une bâche couvrant l'ensemble du linéaire traité ou d'une bâche de longueur réduite et déplacée à l'avancement des travaux de nettoyage.

Le collecteur des eaux de nettoyage devra également permettre de collecter la végétation retirée. Les eaux collectées passeront par un dégrilleur afin de retenir les végétaux puis seront pompées et envoyées vers une unité de décantation située sur le corps de jetée. A l'issue de la décantation, les eaux épurées retourneront dans le milieu naturel et les déchets et dépôts seront envoyés en ISDI/filière déchets verts.



Figure 67: Exemple de bac souple





Figure 68: exemple de bac de décantation

Afin de pouvoir pomper les eaux de nettoyage chargées, un puisard et une goulotte de récupération pourront être positionnés contre le mur. La pompe sera installée dans cette goulotte et afin de limiter le pompage des matières solides, une grille pourra y être installée dessus. Lors de la phase de nettoyage, la grille devra régulièrement être nettoyée et les matières solides collectées dans un big bag avant évacuation en ISDI.

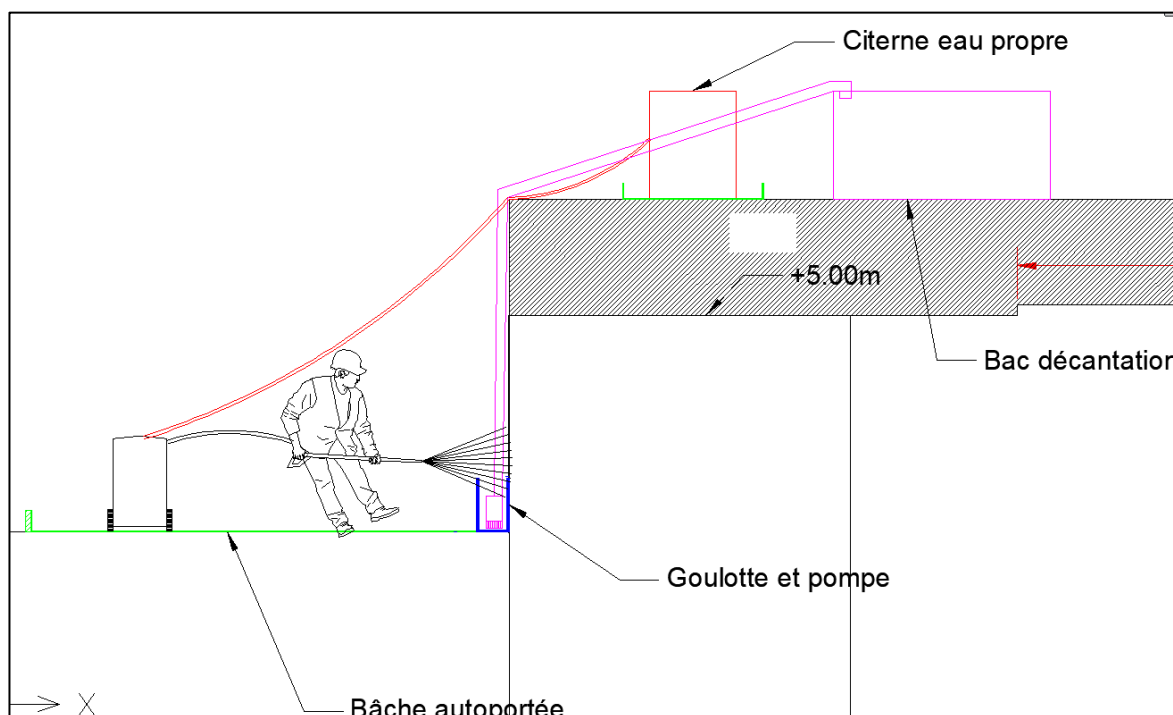


Figure 69: Schéma nettoyage

Dans le cas des nettoyages des parements horizontaux, le dispositif devra être adapté. Le type de bâche précitée ne pourra être utilisé car il empêcherait le nettoyage, il convient alors de se tourner vers un dispositif de bâche autoportée présentant uniquement une paroi verticale.

### **Cas particulier du nettoyage de la crête de risbermes**

La configuration des risbermes (côté plage, Atlantique et Adour) nous empêche de mettre en place des bâches de récupération des eaux et végétation sur le sol. Le nettoyage devant être effectué par accès piéton à-même la risberme et a pour objectif d'entretenir la jetée et d'améliorer l'accessibilité des opérateurs aux zones de réparations préconisées.

Les risbermes n'étant pas étanches dans leur jonction avec le parement, présentant parfois des fissures en leur corps et aucune contrainte physique au basculement des déchets côté Adour, une méthode de nettoyage sur-mesure doit être suggérée.



Des moyens adaptés devront être proposés par l'entrepreneur afin de limiter les rejets de grands volumes d'eau et de végétaux traités en milieu marin.

Parmi les moyens compatibles avec cette intervention, nous suggérons la mise en œuvre des exemples suivants :

- Nettoyage à vapeur sèche. Cette méthode génère une vapeur haute température mais avec une très faible quantité d'eau (moins de 5% d'humidité). La chaleur décolle les mousses végétales sans besoin de flux d'eau continu. Exemple : Duplex 420 Steam (Rendement ~350m<sup>2</sup>/h ; poids 30kg ; consommation d'eau : 2.7L/350m<sup>2</sup>). La quasi-totalité de l'eau utilisée pour créer la vapeur, est récupérée par un bac intégré à l'outil.
- Système de récupération sous vide de la végétation. Après le décapage, un système d'aspiration sous vide peut être utilisé pour collecter les débris végétaux ainsi que les petites quantités d'eau résiduelles. Ces déchets doivent ensuite être évacués en cuve de décantation comme cela est préconisé pour le nettoyage sous haute pression sur le reste de la jetée. Exemple : Nilfisk Attix 965-21 SD XC (Décolmatage automatique, Conteneur = 50L ; Poids = 45kg ; Débit d'air = 7200L/mn ; Puissance = 3000W).

A noter, qu'un dispositif de retenue des végétaux décapés devra être mis en place par l'entrepreneur afin de ne pas laisser de grandes quantités de mousses tomber dans l'Adour. Ce système peut s'articuler sous la forme d'une paroi souple sans sa base afin de pouvoir opérer sur le sol avec l'équipement choisi. Les parois encadrant la zone de travail, formeront un atelier temporaire où les opérateurs devront décaper et récupérer les déchets avant de passer à la zone suivante. L'entrepreneur peut proposer au maître d'œuvre un autre système répondant à cette problématique.

### 7.4.2 Nettoyage manuel

Le but de l'opération est d'enlever la végétation superficielle non enracinée sans abîmer la maçonnerie. Lorsque la végétation est enracinée, les tiges et troncs sont coupés au ras des parements (une coupe horizontale facilite la dévitalisation ultérieure), puis les souches doivent être détruites.

Pour cette opération sont utilisés les matériels suivants :

- Brosse métallique ;
- Grattoir ;
- Sécateur de taille ;
- Sécateur à deux mains ;
- Serpe ;
- Scie ;
- Tronçonneuse ;
- Débroussailleuse électrique portative ;
- Groupe électrogène
- Treuil à main...

Pour l'ensemble de l'opération de nettoyage manuel, les dispositifs de retenue des déchets produits devront être maintenus. L'usage de la bâche autoportée explicitée ci-avant présente l'avantage de



pouvoir effectuer un nettoyage et un ramassage des déchets fin avec des outils manuels (balais, raclettes) à l'issue du nettoyage.

### 7.4.3 Evacuation des déchets

La végétation nettoyée lors des travaux ne devra pas être évacuée en milieu marin. Des précautions devront être prises afin de récupérer ces déchets en utilisant la même bâche autoportante présentée précédemment et de les évacuer de manière appropriée en ISDI ou déchets verts.

Une attention particulière sera apportée par l'Entrepreneur à l'évacuation des eaux souillées et des végétaux afin de limiter la restitution des sédiments fins et d'une grande quantité d'eau non saline à la mer.

Ces travaux de nettoyage avec accès depuis la risberme devront respecter une cadence de travail selon les marées. La plage d'intervention dure selon la saison de 7 à 8h30 d'affilé où la marée est en dessous du niveau de la crête de risberme (PMME : +3,35m CM Selon Diag 1 ANTEA 2021).

Mesures de sécurité : Formation des opérations, briefing sécurité, port d'un gilet de sauvetage, port des EPI avec visière et protection auditive, vêtements imperméables, bottes antidérapantes et résistantes à l'eau, veille météorologique (mauvais temps, coefficient de marée trop élevé), signalisations d'une zone de chantier en cours, vérification de la pression du nettoyeur, inspection des surfaces, procédure de sauvetage en cas de chute dans l'eau...



## 7.5 Travaux de rejointoiement et de maçonnerie

### 7.5.1 Présentation

Les travaux consistent à :

- ☐ Dé-jointoyer le mortier érodé par la mer ou lors du nettoyage de la végétation ;
- ☐ Remplacer les moellons abimés ou manquants ;
- ☐ Rejointoyer les moellons préparés.

L'opération de nettoyage sous pression des parements devant être effectuée au préalable, les joints manquants ou détériorés seront rejointoyés après cela. Il est fortement probable qu'il sera mis à jour davantage de joints à réparer que ce qu'il est estimable au stade actuel.

**Surface estimée à rejointoyer** : 925m<sup>2</sup>.

Nous considérons de manière sécuritaire ici l'ensemble des surfaces de parement vertical à rejointoyer étant donné l'état vieillissant et lessivé des joints actuels et sachant le passage d'un nettoyeur sous-pression qui ôtera de nombreux joints restants.

### 7.5.2 Matériel

- Outils classiques du maçon pour refouiller les joints, mettre en place le mortier et assurer la finition du joint ;
- Outil pneumatique, hydraulique ou électrique pour dégarnir les joints, sous forme d'un marteau burineur équipé d'une pointerolle, d'un burin de chasse adaptée...
- Pompe à haute pression et lance pour le nettoyage des parements et le dégarnissage des joints à l'eau sous pression ;
- Matériels de projection par voie sèche ou mouillée adaptés à la quantité de mortier à mettre en place dans les joints. Les machines à projeter à vis sont bien adaptées au garnissage des joints et remplacent efficacement les pots à pression qui peuvent être utilisés pour des ragréages de faible importance.

### 7.5.3 Matériaux

Les moellons employés en parements vus sont choisis et dégrossis de manière à ne pas présenter de saillie ni de flaches de plus de 3 cm par rapport au plan du parement de l'ouvrage. Les moellons présentant des surfaces lisses seront exclus. Dans tous les cas ils seront conformes à la norme NF EN 13383-1.

La couleur du mortier devra également avoir un aspect très proche du mortier existant. Il sera dosé à 450 Kg de ciment par mètre cube de sable



### 7.5.4 Mode opératoire

Les opérations se dérouleront par poste continu de travail donc sur une zone délimitée par l'Entrepreneur, selon l'ordre suivant :

- Installation du poste de travail avec les mesures de protection contre les projections et fuite de coulis : **le dispositif utilisé pour le nettoyage des parements ( = bâche autoportée et système de dégrillage / pompage / décantation) est reconduit pour réaliser cette phase.**
- Dégarnissage des joints le nécessitant avec pose du calage provisoire
- Remplacement des moellons manquants ou abîmés
- Rejointoiement des surfaces dégarnis
- Reprise des joints post exécution

#### 7.5.4.1 Dégarnissage des joints

Un calage provisoire est à mettre en place (utilisation de cales et de coins en chênes) dans les zones de joints dégarnis dont la stabilité est suffisamment douteuse pour risquer de voir se désorganiser les pierres environnantes. A ce propos, pour les zones où la structure est particulièrement sollicitée, il faut normalement éviter de dégarnir plus de joints que la capacité de l'entrepreneur ne peut en jointoyer dans un poste continu de travail.

Le dégarnissage des joints existants et en mauvais état s'effectue sur une profondeur minimum égale à environ 2,5 fois l'épaisseur du joint. Ce travail est exécuté au marteau burineur, bédane ou pointerolle mécanique (pneumatique, hydraulique ou électrique) équipée d'un burin.

À noter que le but de ce dégagement est bien d'éliminer toute la partie de mortier restant entre les pierres ou les briques qui ne présente plus la qualité mécanique ou physicochimique requise pour assurer une liaison parfaite.

#### 7.5.4.2 Remplacement des moellons abîmés ou manquants

En cas de dégagement de certaines zones créant des vides ou de rencontre de vides déjà formés, ceux-ci seront comblés au gros béton avant reconstitution du parement en maçonnerie avec des moellons proposés par l'Entrepreneur, adaptés aux existants et s'intégrant correctement dans le paysage.

Les moellons complémentaires feront l'objet d'un agrément de fourniture auprès du maître d'œuvre et du maître d'ouvrage.

#### 7.5.4.3 Rejointoiement des moellons

L'entrepreneur peut décider, avec accord du maître d'œuvre, d'opérer selon deux possibilités de rejointoiement :

- Le rejointoiement traditionnel, exécuté après le dégarnissage en partant « du haut vers le bas » de façon à limiter les projections et salissures, de préférence à l'aide d'un mortier un peu ferme que l'on serre fortement contre la maçonnerie avec une langue de chat. Puis, il faut ôter les bavures et laisser le mortier rejeter son eau et prendre un peu de consistance. La finition de surface peut également se faire à l'éponge ou à la brosse après un durcissement suffisant du mortier du joint.



Cette opération est suivie d'une cure soignée par humidification et mise en place de protection contre le vent et le soleil. D'après le guide FABEM du STREES, lorsque le mortier de hourdage est endommagé, il faut utiliser un mortier plus sec pour pouvoir le serrer fortement et ainsi mettre « en charge » la maçonnerie. Après mise en place d'une première couche en fond de joint, il faut mettre en place plusieurs couches de mortier d'environ 2 cm d'épaisseur, à serrer fortement au matoir de façon à bourrer la totalité du joint. Cette opération est analogue au jointoiement en reprise de travaux neufs.



Figure 70: Finition à la brosse au pont des Abarines (crédit photo CG du Gard)

- Le rejointoiement mécanisé, soit à l'aide d'un « pot de projection » équipé d'un pistolet à débit variable dont le diamètre de la buse est adapté au volume et à la forme du joint à remplir. La buse est à maintenir à une distance constante du joint à remplir (environ une dizaine de centimètre). Ou à l'aide d'une buse alimentée par une pompe à mortier basse pression à alimentation continue, qui permet d'obtenir des rendements nettement supérieurs au pot de projection.

Le remplissage par voie mécanique se fait par petites passes successives, du fond vers le parement, de façon à remplir la cavité du joint de manière la plus homogène possible. Il faut veiller, lorsqu'on arrive au parement, à ne pas trop charger pour éviter que, par le poids excessif du mortier, celui-ci, se trouvant en léger encorbellement, ne se décolle et finisse par chuter. Le mortier est arrêté au nu du parement de la pierre, sans effet de bourrelet et en s'assurant que le joint est parfaitement rempli sur toute son épaisseur (la continuité mécanique n'est assurée qu'à cette condition). La qualité du rejointoiement dépend de la qualité du remplissage du joint.



Figure 71: Remplissage des joints au moyen d'une buse par la voie mouillée basse pression (crédit photo CG du Gard)



En somme, le rejointoiement des moellons peut se faire avec des outils manuels de maçonnerie classique ou à l'aide d'une machine à enduire à entraînement pneumatique. La machine à enduire devra être positionnée sur le corps de jetée, sur une bâche de recueil des eaux souillées et entourée d'une ceinture en barrières de chantier type Héras recouverte de géotextile pour limiter la dispersion de fines volantes.

Dans tous les cas, une certaine quantité de mortier projeté n'accrochera pas au support et tombera au sol. Une bâche de récupération identique à celle présentée lors des précédentes phases sera utilisée et disposée au sol pour récupérer les débris et coulures. Voir *Figure 67*.

Une fois que les débris auront pris, ils seront pelletés et évacués en ISDI.

#### 7.5.4.4 Reprise des joints

Pour les joints "creux" ayant une épaisseur régulière comprise entre 2 et 3 centimètres, le creux ne devant pas dépasser 15 mm. Ils seront arrondis au fer dont le choix sera proposé par l'entrepreneur. La reprise des joints devra intervenir dans un délai maximum de SEPT (7) jours suivant l'exécution. L'entrepreneur veillera à ce que la face vue des moellons soit bien homogène.

#### 7.5.4.5 Réalisation de barbacanes

##### 7.5.4.5.1 Principe

Il est nécessaire de réaliser de barbacanes/événements permettant d'éviter un éclatement ou gonflement du parement à cause d'une sous-pression au sein du corps de jetée. Les barbacanes de 150mm de diamètre sont à réaliser sur toute la longueur des parements, tous les 4m sur une file, d'une profondeur de 30-40cm avec une chaussette en géotextile afin de filtrer les fines et de préserver la perméabilité de l'ouvrage malgré le rejointoiement.

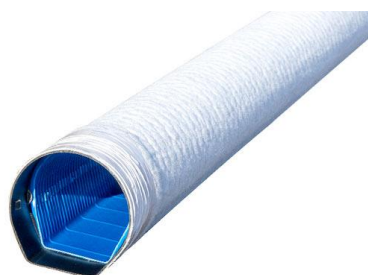


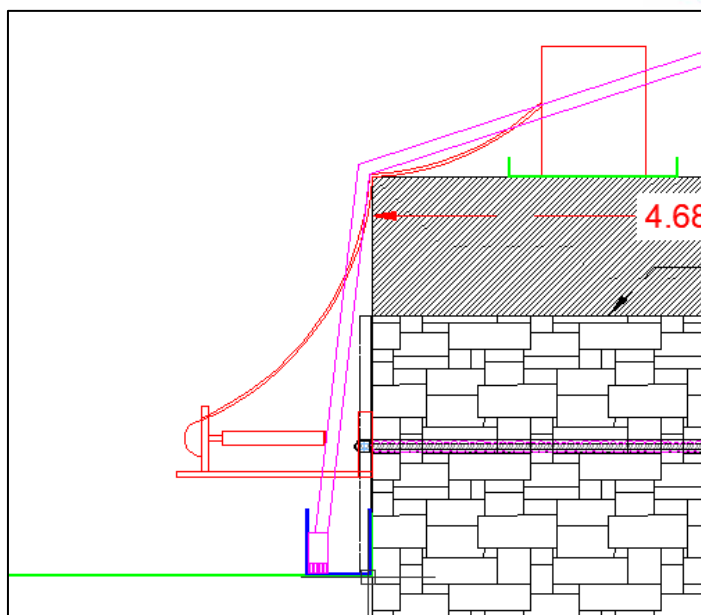
Figure 72: Exemple drain crépiné avec géotextile

Une pièce spécifique devra être mise en œuvre pour garantir le maintien du drain dans le forage. Il pourra s'agir d'une équerre à 90° ancré sur une aile dans la maçonnerie par le biais d'une cheville chimique ou mécanique.

##### 7.5.4.5.2 Forage

Les forages horizontaux et perpendiculaires à la section des parements, doivent être réalisés à l'aide d'une carotteuse pouvant offrir une voie de 150mm de diamètre. Celle-ci sera manuportée. Le personnel descendra sur les risbermes en dehors des horaires de marée haute. La mise en œuvre du matériel nécessaire à ce carottage, sera analogue à celle employée dans la réalisation des forages réalisés pour les tirants d'enserrment.





**Figure 73: Schéma forage et récupération eaux souillées**

Le groupe électrogène ou la centrale hydraulique sera positionnée sur le corps de jetée, sur une bâche pour récupérer les éventuelles fuites.



**Figure 74 : exemple de bâche souple pouvant accueillir le groupe électrogène**

En cas de risque d'intempérie importante identifié, il sera nécessaire d'évacuer les matériels hydrauliques et/ou utilisant des hydrocarbures dans une zone abritée (installations de chantier sur le terre-plein).

En cas de doute quant à la tenue des parois de la cavité, il pourra être mis en œuvre un tubage avant la pose du drain. Il pourra également être mis en œuvre directement un tubage crépiné « perdu » qui jouera le rôle de drainage. Ce tubage devra être en PEHD suffisamment rigide pour tenir un éventuel éboulement.

#### **7.5.4.5.3 Nettoyage et évacuation des gravats**

Les eaux souillées, les fuites et projections de coulis produites par les travaux de rejointoiement des parements seront traitées par des moyens analogues à ceux mis en œuvre lors des travaux renforcement mécanique du musoir par des tirants. (Voir Figure Figure 119 : Schéma d'un tirant



traversant dans le plan de coupe du musoir). Ces moyens de protections sont constitués d'une bâche de récupération des débris, d'un bac de récupération des eaux de lubrification ou des fuites de coulis. Si besoin est de disposer d'un groupe électrogène, il sera disposé sur une bâche de type bac souple. Enfin, une pompe permettra de récupérer les eaux et liquides pompés dans le bac prévu à cet effet. En cas de risque d'intempérie importante identifié, il sera nécessaire d'évacuer les matériels hydrauliques et/ou utilisant des hydrocarbures dans une zone abritée (installations de chantier sur le terre-plein).

## 7.6 Traitement du corps de jetée

### 7.6.1 Présentation

L'objectif du traitement du corps de jetée est d'étanchéifier la dalle de couronnement afin de limiter la rentrée d'eau, donc d'ajouter des sous-pressions internes à l'ouvrage et d'arrêter le processus de dégradation des joints.

Le traitement d'éventuelles cavités a été écarté lors des études de niveau AVP, pour deux raisons essentiellement :

- A. Le corps de jetée ne présentait pas finalement de réelles cavités mais des zones effritées pour lesquelles une injection serait difficile à cibler précisément ;
- B. Une injection de coulis pourrait être non maîtrisable et entraîner des pertes de volume directement dans le milieu marin.

Le principal enjeu lié aux opérations de traitement du corps de jetée sera de traiter les nombreuses fissures observées sur la dalle de couronnement afin de rechercher à étancher le dessus de la jetée, dans un objectif de durabilité 20 ans. Elle vise effectivement à limiter les circulations d'eau dans le corps de digue, susceptible de l'éroder et d'entraîner les fines, notamment du mortier constitutif des joints.

Des travaux de ce type ont déjà été menés par le passé :



Figure 75: Fissures réparées sur la jetée (photo Safege septembre 2024)

**Nota :** Pour rappel, il sera impossible d'empêcher ces circulations ; comme expliqué antérieurement, le corps de digue doit « respirer » pour permettre la dissipation des surpressions provoquées par les coups de butoir de la houle ; les joints de maçonnerie des flancs de la jetée devront être refermés quand ils sont trop ouverts (cas de la maçonnerie disloquée), mais non fermés complètement, d'où la mise en place des barbacanes sur les côtés de l'ouvrage.



En extrados, l'ouverture des joints est variable ; elle est susceptible de dépasser les 2 cm par endroits, notamment s'il s'agit de rectifier/redresser au préalable les lèvres (bords) des joints, car le ragréage existant se désagrège.

Le produit de réparation appelé devra donc respecter des caractéristiques techniques permettant de répondre aux objectifs visés suivants :

- ☐ Résistance aux flux incessants de la houle ;
- ☐ Résistance à l'eau saline ;
- ☐ Résistance à l'abrasion du sable ;
- ☐ Compatibilité avec une large gamme d'ouverture de joints (de 0.5 mm à 5 cm) ;
- ☐ Compatibilité avec le mortier de ragréage à appliquer à certains endroits, de part et d'autre du joint ;
- ☐ Résistance aux UV ;
- ☐ Résistance aux passages de piétons à haute fréquence ;
- ☐ Relative souplesse telle qu'obtenue avec un néoprène ou un asphalte ;
- ☐ Disposant de références probantes dans un milieu semblable ;
- ☐ Couleur indifférente mais se rapprochant d'une couleur « béton ».

Nota : il s'agit d'une mesure nécessairement temporaire, de durabilité limitée ; une solution plus couteuse et pérenne serait d'ancrer des éléments de dalle en béton dans la maçonnerie existante (coulé in-situ pour épouser au mieux l'extrados de la maçonnerie); à fractionner pour éviter qu'elles ne se brisent sous l'effet du tassement différentiel lié à un soubassement en maçonnerie (lentement) évolutif.

La pose du mastic consiste à rejointoyer les fissures existantes sur la dalle de couronnement. Un fluide (généralement appelé coulis, joint ou mastic) capable, après application sur le milieu traité d'en réduire la perméabilité jusqu'à étanchéification.

Le programme de traitement des fissures suggère d'intervenir sur les sections les plus endommagées de la jetée (en aval du PM70) qui présente à fortiori la quasi-totalité des fissures de la dalle de couronnement.



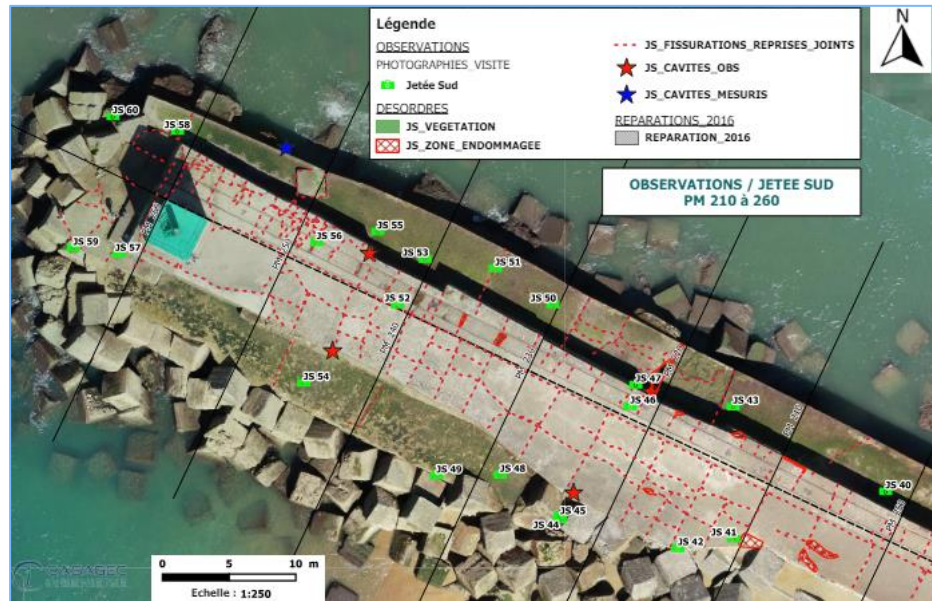


Figure 76 : Représentation aérienne des fissures présentes sur le musoir ([source Casagec])



## 7.6.2 Produits envisagés

A titre indicatif :

- Mastic d'étanchéité polyuréthane PCI Elritan® 140 (temps de durcissement complet : 24 à 48h) **ou équivalent**
- Résine liquide de type Sikaflex PRO 3 SL

Compte tenu de sa durabilité limitée et de l'ouvrage sur lequel le produit est appliqué (ouvrage fracturé en perpétuelle évolution), un suivi et renouvellement/complément de produit seront à réaliser sur les 10 voir 20ans à venir.

Le mode opératoire nécessite un nettoyage et préparation de la zone de pose, sans difficulté particulière, il peut être prévu une intervention en régie : par opérateur interne.

## 7.6.3 Mode opératoire

### 7.6.3.1 Préparation du support

La surface traitée devra être propre, sèche, saine et exempte de poussière, graisse et autres salissures pouvant nuire à l'adhérence. Si l'état de propreté de la surface ne permet pas une pose optimale du mastic, les opérateurs en charge du jointement des fissures devront la nettoyer à l'avancement de l'opération et répéter ce processus à chaque fissure le nécessitant.

Lors d'opérations de maintenance, les zones où le mastic est dégradé, doivent être éliminées et reprofilées.

Un fois le mastic dégradé éliminé, la fissure déjointée doit être traitée par la méthode initiale de rejointoiement à l'aide d'un nouveau mastic.

La préparation du support peut nécessiter le matériel suivant :

- ◆ Lunettes et gants de protection
- ◆ Grattoir
- ◆ Brosse métallique
- ◆ Aspirateur à débris

En outre, les fissures présentant une ouverture inférieure à 10mm devront être élargies mécaniquement à 10mm.

Un joint en fond de fissure pourra être positionné afin de limiter la dispersion du mastic. Il s'agira d'un produit à base de caoutchouc ou plus communément une mousse polyuréthane expansive.

Un primaire d'accrochage sera disposé sur la fissure avant pose du mastic.

### 7.6.3.2 Pose du joint :

L'application du mastic pourra se faire d'une méthode mécanique proposée par l'entrepreneur ou bien par méthode manuelle avec un pistolet à boudin et un outil de lissage des joints (l'utilisation d'objets pointus pour le placement est proscrite).

Les méthodes à employer sont classiques à un rejointoiement dans les règles de l'art.





Figure 77 : Rejointoiement à l'aide d'un pistolet à boudin manuel [source PCI]

Le volume de produit dépend de sa profondeur de rejointoiement, celle-ci indiquée dans les fiches techniques des mastics du commerce selon la largeur de fissure à reprendre.

### Valeurs indicatives pour la largeur de joint

(rapportées à une température de mise en place de +10 °C)

Longueur des éléments de construction	jusqu'à 2 m	2 à 3,5 m	3,5 à 5 m	5 à 6,5 m	6,5 à 8 m
Largeur du joint en mm*	20 ± 5	25 ± 5	30 ± 5	35 ± 5	40 ± 5
Profondeur de remplissage du mastic d'étanchéité en mm**	15 ± 2	20 ± 2	23 ± 2	25 ± 2	25 ± 2

Figure 78 : Exemple de largeurs de mastic à mettre en œuvre selon la fiche produit PCI Elritan® 140

### Caractéristiques techniques d'application

#### Consommation

- Joints de 15 x 8 mm 120 ml/m linéaire

- Joints de 20 x 10 mm 200 ml/m linéaire

A calculer suivant la formule: largeur de joint (mm) x profondeur de remplissage du matériau de jointoiement (mm) = ml/m de joint. Pour les joints triangulaires, réduire de moitié.

#### Rendement du boudin de 400 ml de PCI Elritan® 140

- Joints de 15 x 8 mm 3,3 m

- Joints de 20 x 10 mm 2,0 m

Figure 79 : Exemple de consommation/rendement selon la fiche produit PCI Elritan® 140

Les opérations d'étanchéification de la dalle de couronnement se feront donc de manière ciblée sur tout le long de la jetée du PM70 au PM 260, selon le linéaire identifié de 693ml.

La réalisation des joints d'étanchéité devra être opérée depuis la crête de jetée/dalle de couronnement. En ce sens, l'accès à la zone d'intervention n'expose pas les équipes à la marée haute. Cependant les risques de projections par forte houle et les risques environnementaux liés à la projection des produits ne sont pas à négliger. Afin de protéger les opérateurs et de préserver le mastic de toute projection d'eau avant son durcissement complet, les conditions météorologiques devront être réunies pour une fenêtre de 48h suivant la pose du mastic.

Le phasage des travaux devra s'organiser de telle sorte que le rejointoiement des parements, la réalisation des barbacanes et la pose des tirants d'enserrement se fassent en amont de du traitement



du corps de jetée afin de limiter les mouvements de la maçonnerie à posteriori du traitement des fissures et de réduire les risques de réouverture de celles-ci.

#### 7.6.4 Mesures de protection de l'environnement

- Intervention à réaliser lors de conditions météorologiques évitant le lessivage du produit par les projections de la mer
- Pose d'un ruban adhésif autour des zones jointoyées afin de limiter l'emprise du mastic
- Récupération systématique des déchets (débris de mastic, boudins, rubans, ...)
- Mise en œuvre d'un mastic ayant une viscosité ne permettant pas son écoulement en profondeur des fissures (contrôle de son expansion) et/ou traitement du fond de la fissure par mise en œuvre d'une mousse polyuréthane.



## 7.7 Reprise de la carapace

### 7.7.1 Fabrication des blocs

#### 7.7.1.1 Zone de fabrication

Le phasage de mise en place des enrochements se décomposera de la manière suivante :

- Réalisation de blocs béton préfabriqués sur un site mis à disposition par la région à moins de 5 km du site.
- Transport et mise en œuvre à l'aide d'une grue mobile sur chenille, assistée de chargeuses des blocs bétons.

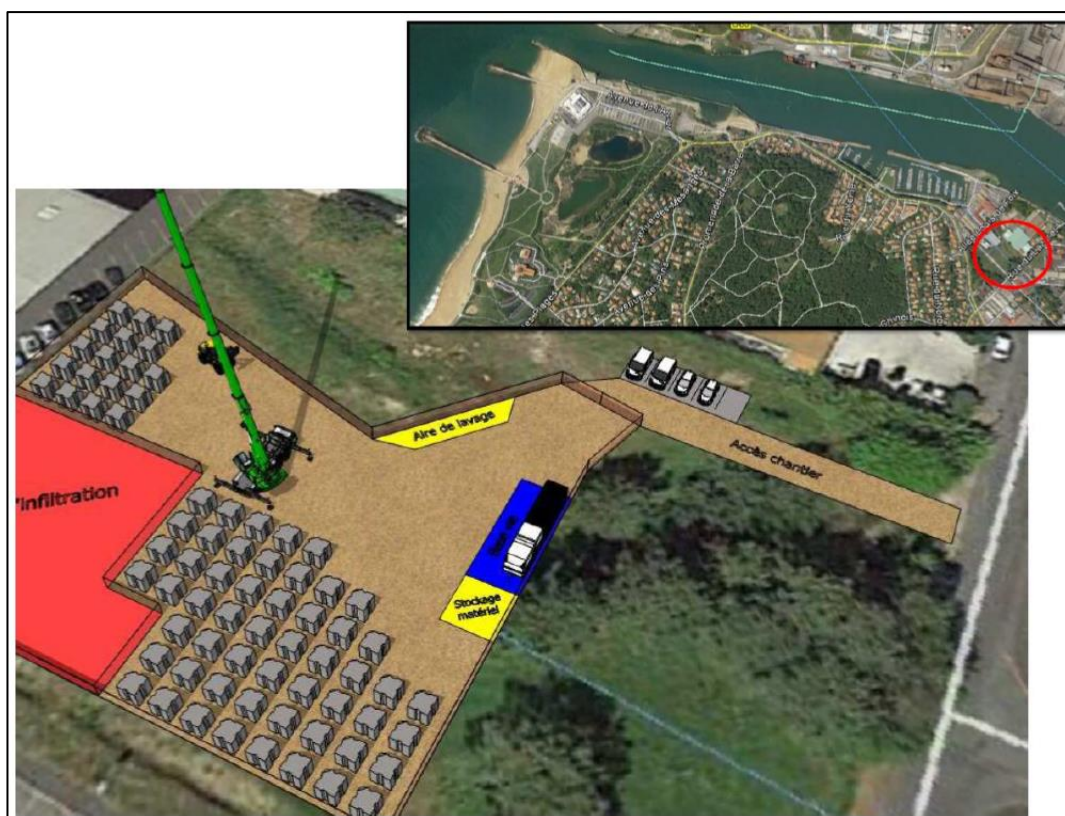


Figure 80 : Aire de préfabrication possible [source RNA]

La zone de préfabrication devra être protégée contre les éventuelles pollutions et fuites de laitance de béton. Pour ce faire, elle devra être équipée au sol d'une membrane étanche et d'une épaisseur de matériaux de carrière. En outre sa surface devra être correctement assainie par un réseau d'eaux pluviales de surface. Avant le rejet dans le milieu naturel, un dispositif de filtration de type filtre à pailles devra être positionné.



Enfin, une benne de nettoyage des outils en contact avec le béton devra être mise à disposition et entretenue. L'entretien intégrera :

- ☐ L'évacuation en décharge des bigbags pleins de laitance prise ;
- ☐ L'acidification des eaux issues du ressuyage avant rejet ou évacuation.



Figure 81: Benne de nettoyage des outils en contact avec le béton

#### 7.7.1.2 Coffrage des blocs

Les cubes sont composés de béton non armé et fabriqués sur une surface horizontale simple. L'entrepreneur devra à cet effet prévoir :

- ☐ Soit de recourir à des plateaux coffrant ;
- ☐ Soit d'aménager un radier en béton de propreté plan et lisse garantissant une bonne finition des surfaces des blocs. Ce radier, et plus généralement tous les ouvrages provisoires utilisés dans le cadre de la préfabrication, devront être déconstruits en fin d'opération.

Le coffrage vertical est constitué de quatre parois qui se rejoignent aux angles. Il sera utilisé des banches de dimensions adaptées aux dimensions des blocs. En complément des banches, des accessoires de stabilité et de réglage seront nécessaires (blocs de lest, étais réglables, crapauds...). Le choix précis du type de banche utilisé dépendra de la méthodologie finalement retenue par l'entreprise titulaire du marché de travaux.





Figure 82: Exemple banche TPC [source: SATECO]

Si des passages de tiges sont nécessaires au travers du bloc, il conviendra après décoffrage de les reboucher. Les parois des coffrages devront être enduits d'huile de décoffrage d'origine végétale avant fermeture des coffrages afin de faciliter les opérations de décoffrage.

Les banches seront équipées des dispositifs de sécurité obligatoires pour permettre la réalisation du bétonnage en sécurité (= gardes corps et échelles d'accès).

Les banches pourront être équipées de systèmes vibratoires intégrées, ce choix méthodologique revient à l'entrepreneur.

Un engin de levage / manutention sera nécessaire sur l'aire de préfabrication, ce pourra être :

- ☐ Un engin polyvalent de type charriot télescopique ;
- ☐ Une grue mobile sur pneus.

L'engin devra être en mesure de déplacer tous les matériels de génie civil utilisés pour la fabrication des blocs, mais également les blocs eux-mêmes pour pouvoir les mettre en stock et les charger sur l'engin qui les conduira à la jetée Sud.

**Note :**

La maîtrise d'ouvrage dispose de coffrages BCR 24T et 40T pouvant être utilisés dans ce cadre. Ils nécessitent toutefois d'être remis en état avant la réalisation des blocs.

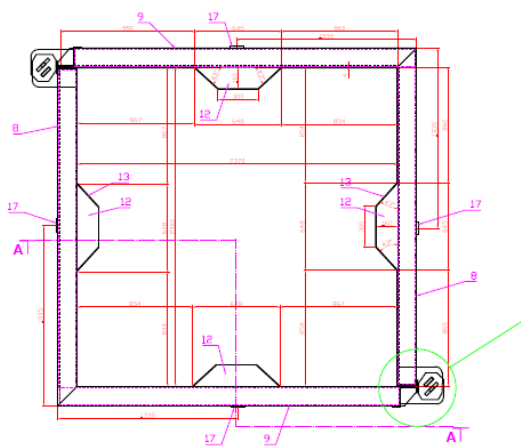


Figure 83: Coffrage BCR 24T [source RNA]



### 7.7.1.3 Bétonnage

- **Inserts** : Des inserts pour permettre le levage et la pose des blocs seront nécessaires. Pour des raisons de facilité d'utilisation, nous privilégierons :
  - ▷ Inserts d'armatures coudées dans le béton frais.

Il sera nécessaire de dimensionner les inserts en phase EXE en tenant compte des éléments suivants :

- Il n'est considéré que 2 inserts sur 4 fonctionnant simultanément ;
- Poids des blocs à considérer = 25 ou 36T ;
- Effets dynamiques liés au levage et aux rotations à considérer par l'application d'un coefficient majorant.

Note : Il est primordial que l'entrepreneur prévoie les inserts les plus adaptés à l'opération de « largage » du bloc à sa position définitive.

***Il sera demandé à l'entreprise de positionner à minima deux points d'attache de levage afin de faciliter les reprises de blocs si nécessaire.***

Le recours à un grappin ou à des pinces n'est pas recommandé, car la reprise des blocs sera beaucoup plus compliquée.

- **Type de béton** : La classe de béton recommandée est XS3 avec une classe de résistance C35/45 et une classe d'affaïsement S2 et du ciment à faible chaleur d'hydratation.

Le tableau qui suit précise un certain nombre de spécifications des bétons BPS en fonction de leur destination, en application de l'article 81.1 du F65.

La qualité des bétons est fixée par l'environnement marin. La classe d'exposition au regard de la norme NF EN 206-1 est précisée dans le tableau.

Parties d'ouvrages	Classe d'exposition	Classe de résistance	Limite d'ouverture des fissures	Dmax en mm
Béton de structure (coulé en place)	XS3 Marin marnage	C35/45	0,2 mm	20

- Commentaires concernant les spécifications fournies dans le tableau précédent :

Pour les bétons où le Dmax est de 20 mm, cette valeur peut être portée à 25 mm si le ferrailage prévu permet la mise en place correcte du béton,

- Caractéristique complémentaire RAG :

Les bétons correspondants doivent faire l'objet des dispositions particulières relatives à la prévention des désordres liés à l'alcali-réaction.

Au regard des quantités de béton (environ 125u x 14m3 = 1 750m3) nécessaires, il est plus pertinent de prévoir une fabrication du béton en centrale agréée et une livraison sur site par camion malaxeur. En outre, le manque de place sur site ne milite pas dans le sens de la fabrication du béton sur place.

**Il sera demandé à l'entreprise titulaire du marché, une étude de formulation et la réalisation d'épreuves de convenance.**



- **Opération de bétonnage** : Le bétonnage sera fait soit au moyen d'une benne à béton levée par l'engin de manutention disponible sur site, soit au moyen d'une pompe à béton à bras orientable. Quelque soit le moyen utilisé, les mesures permettant de garantir la correcte mise en œuvre du béton en coffrage seront appliquées :
  - ▷ Limitation de la hauteur de chute du béton à 40cm, et utilisation d'une goulotte souple ;
  - ▷ Mise en œuvre du béton par passes de 40 à 50cm d'épaisseur ;
  - ▷ Vibration du béton ;
  - ▷ Recouvrement des zones de vibration du béton en plan et en hauteur.

Ces mesures sont à affiner et à décrire dans les EXE en fonction des méthodologies effectivement retenues par l'entrepreneur.

Par ailleurs, il sera réalisé des essais sur le béton afin d'en suivre sa qualité tout au long de la fabrication :

- ▷ Mesure de l'affaissement au cône d'Abrahms ;
- ▷ Mesure de la résistance sur éprouvettes à 7 et 28 jours (l'entrepreneur pourra également réaliser des éprouvettes pour rupture à 24 / 48...h afin de vérifier et autoriser le décoffrage et le levage des cubes.

#### 7.7.1.4 Décoffrage

Le décoffrage sera réalisé minimum 24h après le bétonnage. Des essais complémentaires sur le béton (rupture d'éprouvettes) permettront de valider l'opération de décoffrage. De la même manière, le levage et déplacement des blocs ne pourra se faire immédiatement après décoffrage. L'entrepreneur réalisera des essais complémentaires pour définir à partir de quelle échéance le déplacement du bloc est possible sans risque de rupture du béton.

Si des dégâts mineurs sont mis à jour à l'issue du décoffrage, ils seront repris par des techniques et avec des moyens adaptés. Les passages de tiges seront rebouchés.

Les blocs seront marqués d'une manière claire (peinture colorée et pochoir) afin de pouvoir les tracer en termes de qualité.

#### 7.7.1.5 Transport à pied d'œuvre

Le transport des blocs de l'aire de fabrication au chantier se fera par voie routière. Il sera utilisé un porte-char routier suffisamment dimensionné. Le bloc sera solidement harnaché au plateau de la remorque par le biais d'élingues réglables.



Figure 84: Transport Accropode® [source Razel-Bec digue Nord Argeles]



Le recours à des engins de type Reachstaker ou chargeuse est proscrit dans la mesure où le tracé emprunte des voiries publiques. Toutefois ces engins peuvent être utilisés sur site (jetée Sud) afin d'approcher les blocs de l'engin de pose.

L'entrepreneur devra prendre les autorisations de voirie nécessaire pour pouvoir faire transiter les blocs.



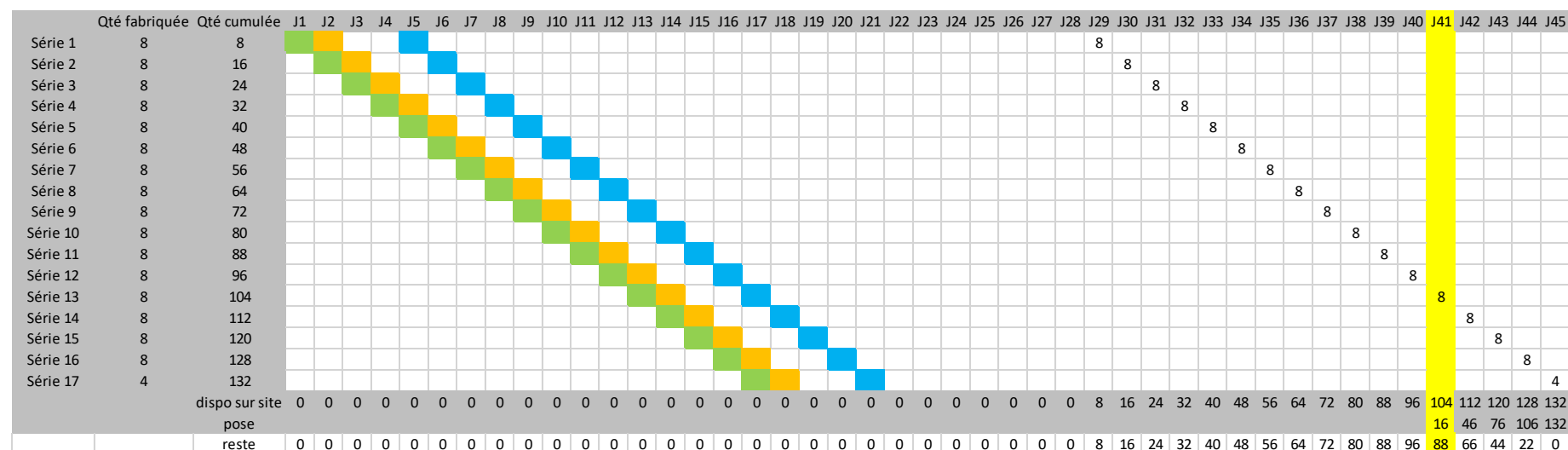
Figure 85: Trajet envisagé entre l'aire de fabrication et la zone de chantier

**Aire de fabrication**

**Zone de chantier**



### 7.7.1.6 Cadence de fabrication et livraison



Sur la base d'une cadence de fabrication de 8 unités quotidiennement, il faut 17 jours de fabrication. En considérant un temps de prise suffisante pour pouvoir déplacer les blocs de 5 jours sur l'aire de préfabrication et de 28 jours pour atteindre la résistance maximale, il faut 45 jours pour fournir l'ensemble des blocs à pied d'œuvre. La pose peut donc démarrer à J+41 si l'on considère de manière conservatoire, une cadence de pose de 30 blocs / jours.

Par ailleurs, le planning prévisionnel des travaux permet de fabriquer les blocs avant l'été 2026. Ce qui permet un stockage provisoire des blocs pendant un délais suffisant pour leur permettre d'atteindre leur résistance maximale.



## 7.7.2 Création de la piste

Cette solution de confortement par pose de blocs repose sur la réalisation d'une piste suffisamment large pour accueillir une grue capable de poser les blocs.

### 7.7.2.1 Descriptif de la piste

La piste sera réalisée côté plage. Celle-ci partirait de l'enracinement sur la plage afin d'accéder à la zone de pose du musoir. Son origine est précisément définie par l'intersection entre le profil de la plage et une ligne altimétrique suffisamment haute pour permettre à la piste d'être hors d'eau (y compris marée haute).

- **Géométrie :**

10m de large sont prévus pour accueillir une grue treillis à chenilles de 8,7m d'empattement en largeur, ce qui correspond à une grue de capacité 300 à 400T nécessaire pour hisser les blocs au-delà du corps de jetée.

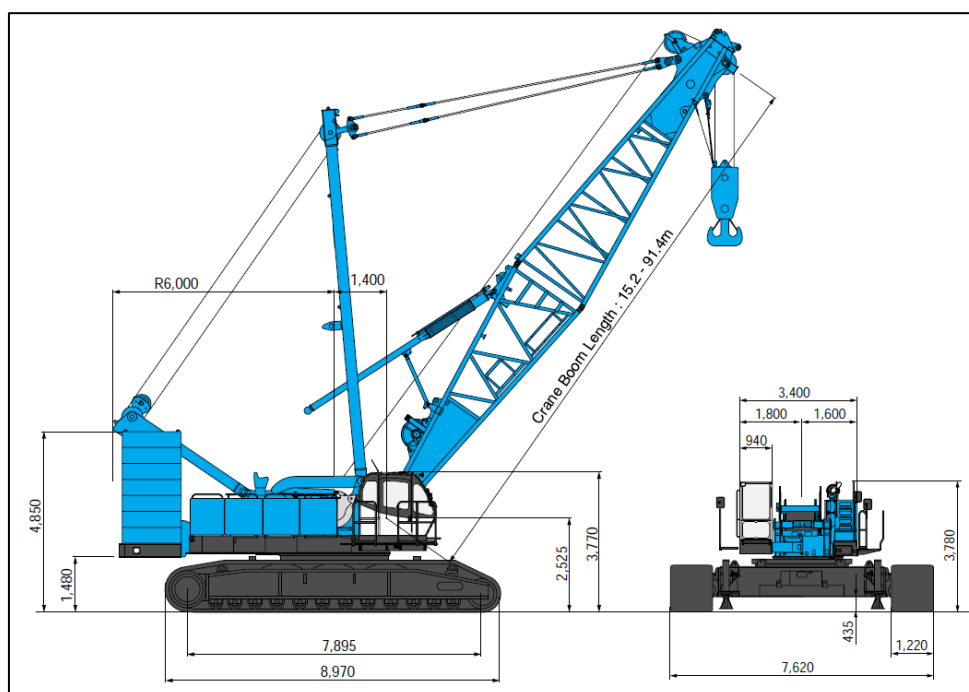


Figure 86: Exemple grue envisageable [Source Kobelco]

Le volume de remblai nécessaire à une telle piste (comprenant talus), serait d'environ 4050m<sup>3</sup> avec un corps de piste réalisé en matériaux d'apport de carrière de type « ballast » de granulométrie 80/120. Le corps de la piste pourra être protégé latéralement par l'ajout de blocs d'enrochements, ou par la mise en stock provisoire des blocs de 25 et 36T à poser côté Adour.

La longueur de piste devra permettre à la flèche de grue de ne pas survoler le feu situé en extrémité de jetée : en d'autres termes, la grue devra pouvoir s'avancer à l'avant du musoir pour pouvoir traiter cette zone sans devoir survoler le sémaphore.

- **Structure (source G2-AVP Ginger 2024) :**

Afin d'obtenir une plate-forme de type PF2 sur une PST2/AR1, une couche de forme qui peut correspondre à une couche de forme en grave alluvionnaire insensible à l'eau de type D31 (NF P 11-300) ou équivalent (R31, R41, R61 ou recyclage). Le Dmax du matériau sera inférieur à 80 mm.



L'épaisseur sera de 0,50 m ou de 0,40 m si un géotextile est disposé à l'interface entre la PST (Plateforme de travail stabilisée) et la couche de forme. Cette épaisseur sera majorée d'au minimum 20 cm dans le cas d'un objectif de PF2qs : EV2 > 80 MPa, si cet objectif est requis pour la traficabilité de la grue de forte capacité.

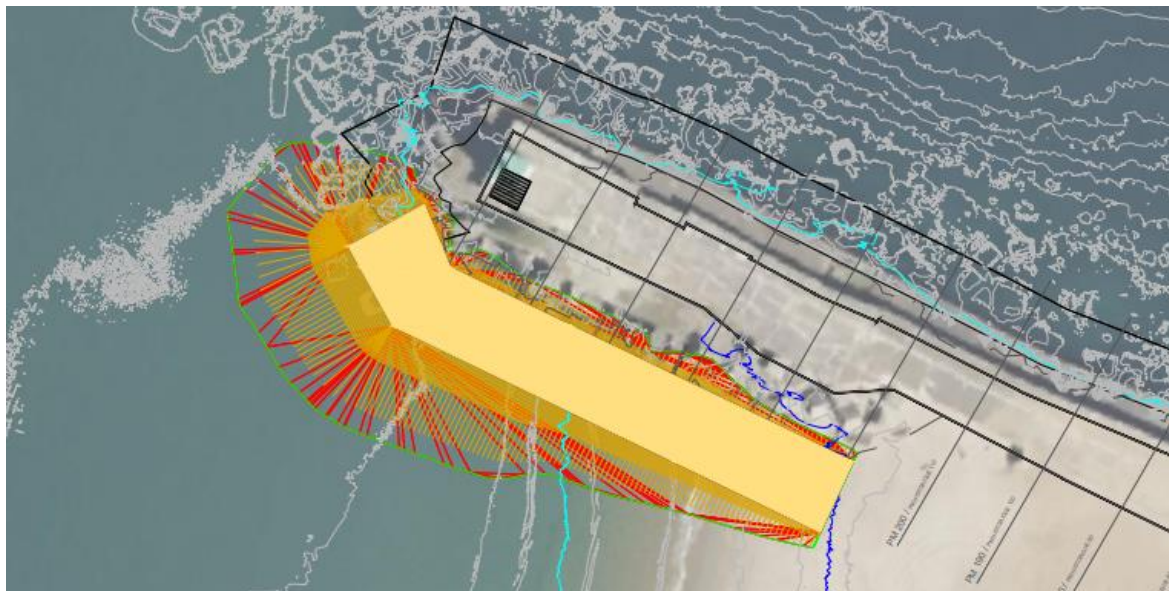


Figure 87 : Plan de masse de la piste d'accès provisoire

Les délais de création de piste sont estimés à 3 semaines.

#### 7.7.2.2 Construction de la piste

La préparation de la piste sera faite de la manière suivante :

- A. Mise en place d'un géotextile et d'une couche de granulats sur la plage pour protéger la plage ;
- B. Apport et positionnement des blocs 25 ou 36T sur le flanc de la piste de manière à la protéger provisoirement ;
- C. Apport et mise en œuvre de matériaux granulaires : le corps de la piste provisoire sera réalisée en matériaux d'apport de carrière de type « ballast » de granulométrie 80/120. Ces matériaux seront acheminés depuis la carrière par camions routiers. Ils seront bennés et stockés au début de la plage et repris par un engin capable de cheminer sur le sable tel qu'une chargeuse sur pneus ou un trax. Ils seront ensuite mis en œuvre entre la protection faite avec les blocs anciens et la jetée.

Ce phasage se fait par plot à l'avancement depuis la plage jusqu'au musoir.







Figure 88: Engins utilisables pour la création de la piste

## 7.7.3 Pose des blocs

### 7.7.3.1 Principe

L'objectif des blocs est de renforcer la carapace devant la risberme côté Adour et devant le musoir.

Théoriquement, il convient de poser en double épaisseur des blocs :

- ☐ De 36T autour du musoir et jusqu'au PM200 côté Adour ;
- ☐ De 25T du PM200 au PM 80 côté Adour.

Toutefois, certains paramètres locaux sont contraignants et limitatifs pour la pose des blocs :

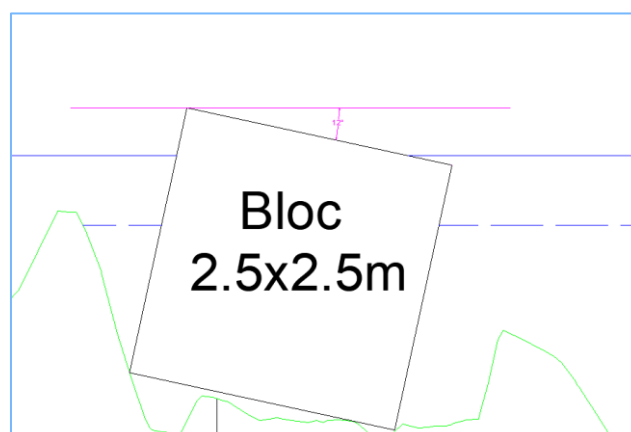
- ☐ Présence des blocs existants présentant des aspérités empêchant la pose des futurs blocs en garantissant leur future stabilité ;
- ☐ Présence d'une rupture de pente du talus vers le chenal de navigation à une distance variable du corps de jetée : s'approcher de cette rupture de pente constituerait un risque pour la stabilité du bloc ;
- ☐ Présence de diverses aspérités.

Ces éléments nous imposent d'adapter au cas par cas la pose et nous empêche dans certaines conditions de poser les blocs en suivant la théorie.

Le traitement au cas par cas des profils en travers est disponible en annexe 2.

Pour la pose, il est fixé des valeurs géométriques limites pour que la tenue des blocs soit garantie :

- ☐ Angle entre la surface des blocs et l'horizontale limité à 15 ;





Si en configuration initiale, cette mesure ne peut pas être tenue, alors l'assise du bloc doit être compensée ou le bloc doit être légèrement déplacé.

- Espacement entre deux blocs de 50cm minimum et / ou confirmation qu'il n'y ait pas d'entrechoquement possible entre deux blocs mitoyens ;

En outre, des mesures complémentaires sont prises en compte sur la géométrie globale du talus. L'idée étant de se baser sur les zones actuellement stables pour définir des mesures de sécurisation des blocs.

Pour cela, il est recensé dans un tableur, une analyse par profil intégrant :

- ▷ La largeur du platier = la largeur disponible pour positionner les blocs, mesurée entre la risberme et la rupture de pente ;
- ▷ La pente du talus = mesurée entre la rupture de pente et le début du chenal. Quand il est observé deux pentes sur le talus, il est gardé la valeur la plus élevée ;
- ▷ La hauteur du talus = mesurée entre la rupture de pente et le pied de talus ;
- ▷ La longueur du talus = calculée numériquement sur la base de la pente et de sa hauteur ;
- ▷ Le type de bloc envisagé pour le profil considéré.

Ensuite par mesure de sécurité, nous introduisons la notion de « bande de sécurité », située entre les blocs posés et la crête de talus. Sa largeur est calculée en considérant la hauteur et l'angle du talus, en considérant un talus stable dès lors que sa pente ne dépasse pas  $26.5^\circ$  (2/1). De ce fait, dès lors que la pente est inférieure à  $26.5^\circ$ , la présence d'une bande de sécurité n'est pas requise.

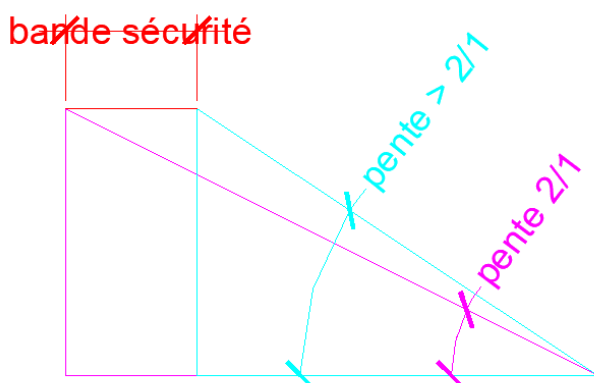


Figure 89: Définition géométrique de la bande de sécurité

En considérant qu'il n'est pas souhaitable de poser des blocs dans cette bande de sécurité, le tableur permet de mettre en avant les profils nécessitant une attention accrue, notamment ceux pour lesquels on ne peut poser qu'un voire aucun bloc.

Le tableur permet enfin de quantifier le nombre de blocs selon son type. Le tableur est disponible en annexe 2.

### 7.7.3.2 Vérification de la stabilité des talus – G2PRO

Dans le cadre de sa mission d'ingénierie géotechnique, GINGER s'est vu confier la vérification au grand glissement des blocs dans deux cas les plus défavorables.

Après analyse de l'ensemble des profils en travers, il a été demandé de considérer les profils :

- PM 97.5
- PM240



Il s'agit des profils les plus risqués en raison d'un ou plusieurs éléments suivants :

- ☐ Pente forte du talus
- ☐ Hauteur élevée du talus
- ☐ Faible replat entre la risberme et la crête de talus = blocs proches de la crête de talus

Les profils devaient être traités de la façon suivante :

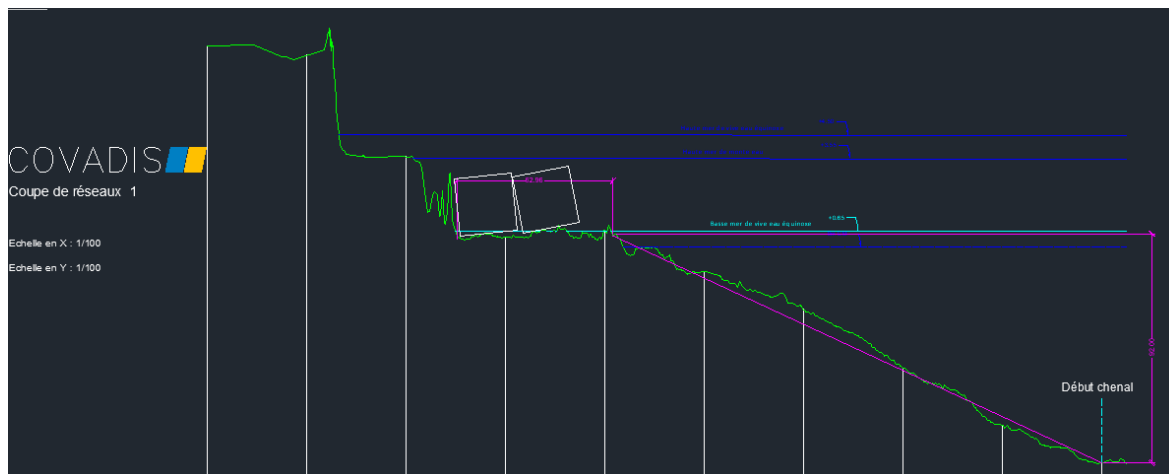


Figure 90: Traitement PT97.5 [Source SUEZ C]

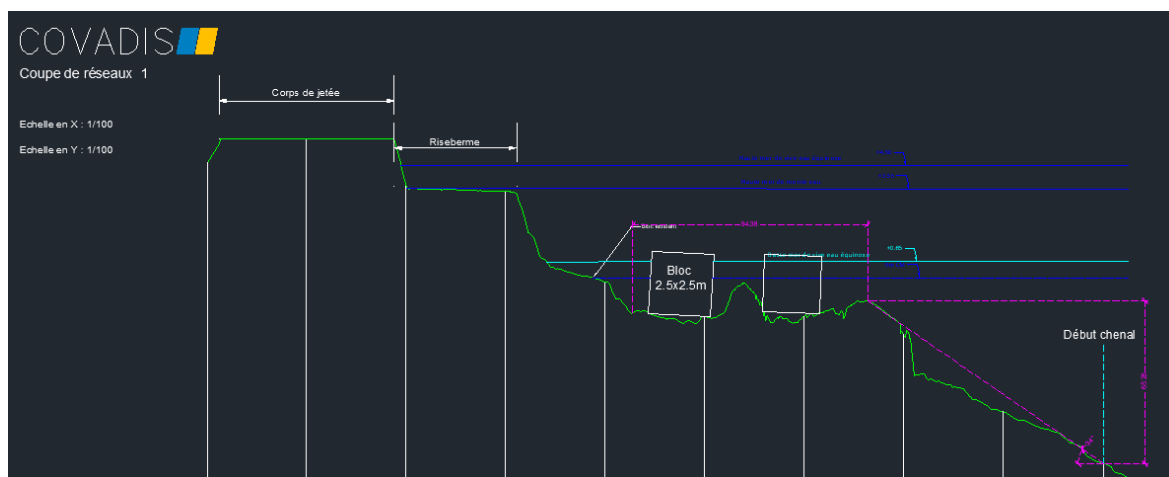


Figure 91: Traitement PT340 [Source Suez C]



Les résultats de l'étude au grand glissement des profils sont les suivants :

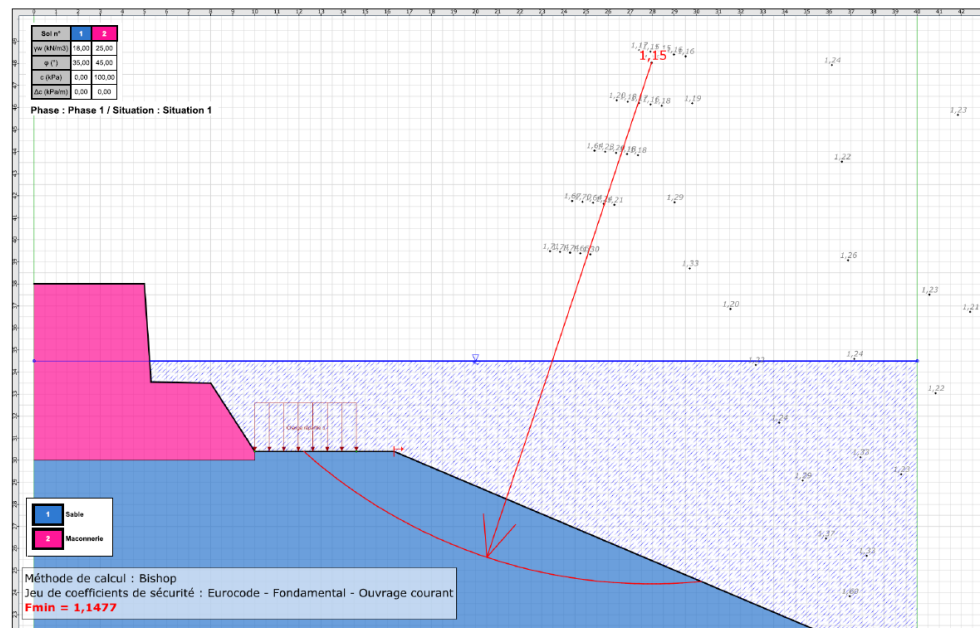


Figure 92: Vérification PT97.5 [source GINGER]

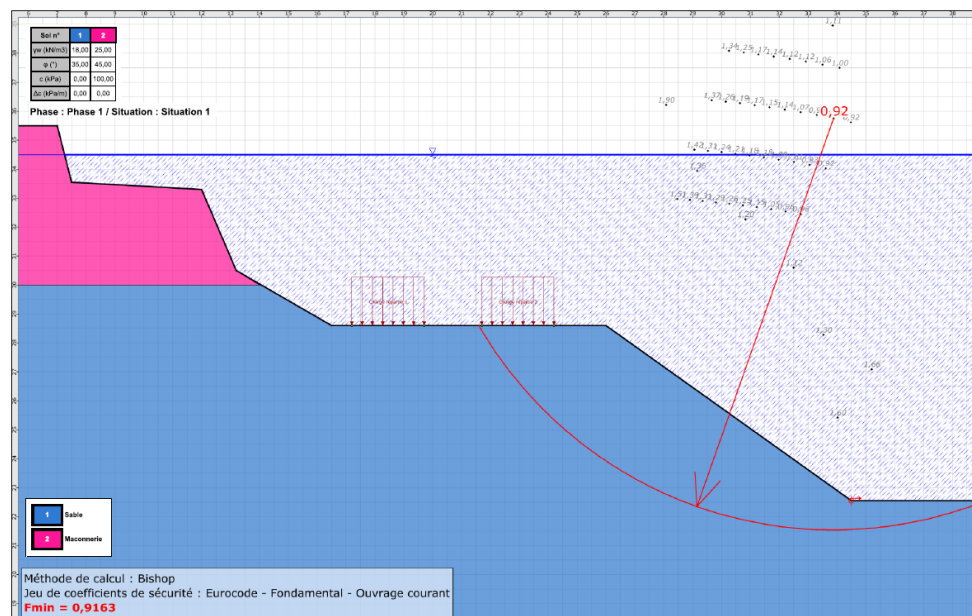


Figure 93: Vérification PT240 [source GINTGER]

Il en ressort que le profil 97.5 est stable en l'état.

En revanche, le PT 240 nécessite une adaptation car il n'est pas stable en l'état. Ginger a proposé de rapprocher le bloc potentiellement instable vers le corps de jetée. Or il s'avère que c'est impossible en raison de la présence d'un bloc gênant.

A des fins conservatives, il est donc considéré la non pose du bloc problématique → le coefficient est satisfaisant.



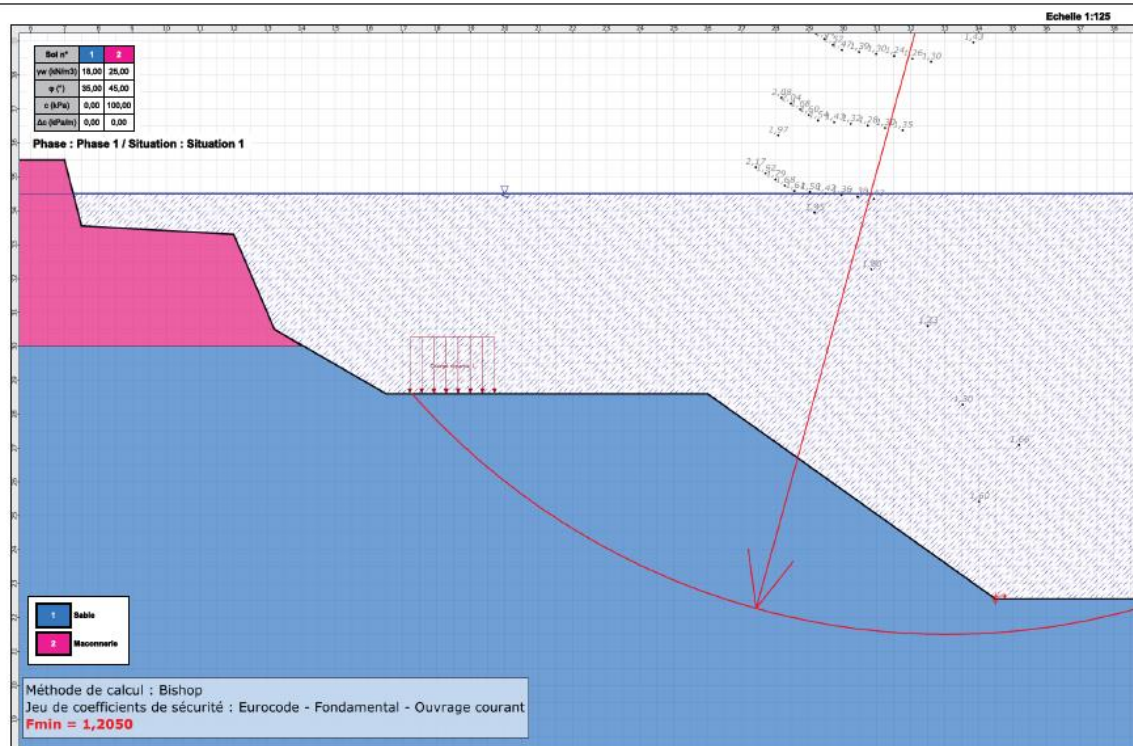


Figure 94: Vérification PT240 avec un seul bloc [source Ginger]

### 7.7.3.3 Localisation

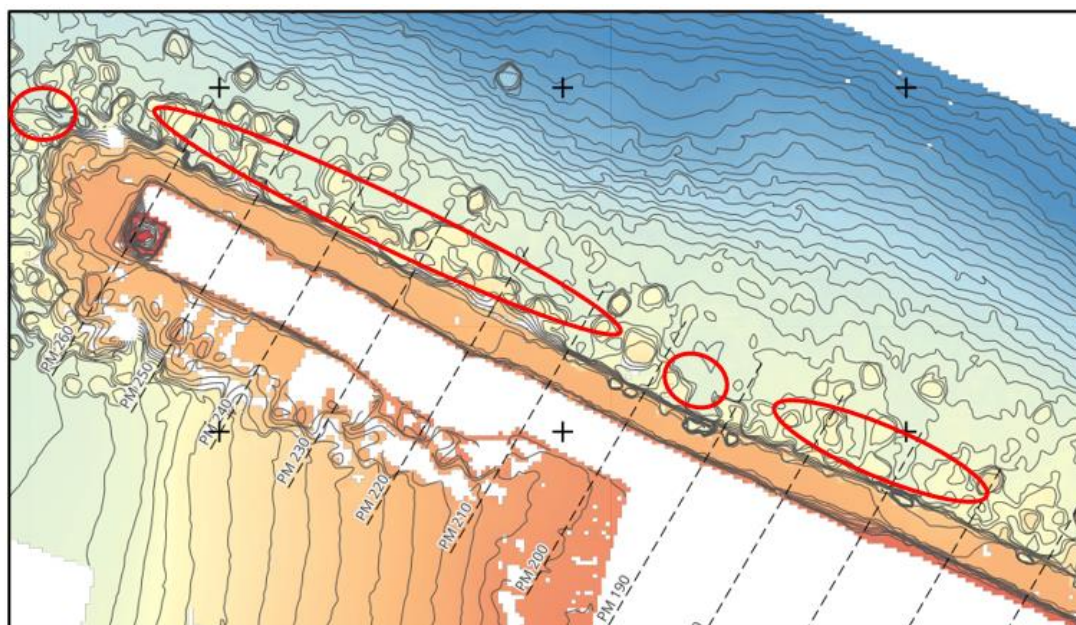


Figure 95 : Extrait de la carte "PL04\_ISPO04\_Jetee\_Sud\_Bayonne\_Coupes\_REV01.pdf" [source CERES]

Les zones à reconstituer, mises en exergue par la campagne bathymétrique 2024 (G2-AVP), sont situées :

- En extrémité de jetée
- Entre les PM160 à 260



- Au PM134
- Entre les PM65 à 100

#### 7.7.3.4 Pose des blocs

La pose des blocs s'effectuera au moyen de la grue de très grosse capacité située sur la piste aménagée côté plage.

Les blocs seront acheminés au pied de la grue par un camion ou un engin de chargement (type chargeuse ou Reachstaker).

La grue prendra en charge les blocs au moyen d'appareils de levage adaptés (élingues) attachés aux inserts laissés dans les blocs (rappel : œil Artéon proscrit).

La rotation et l'approche de la flèche se feront de manière à ne créer aucun risque pour le personnel et le bâti existant (notamment le sémaphore). L'approche du bloc vers sa position visée se fera sous l'assistance :

- De guides positionnés en sécurité sur le corps de jetée (la vue du chauffeur de grue étant masquée par la jetée) ;
- D'une équipe de scaphandriers positionnée dans l'Adour avec une visibilité suffisante sur le bloc.

Dès lors que la position du bloc en planimétrie est acceptable, la grue pourra abaisser le moufle de manière à mettre en contact le bloc avec le sol. Les plongeurs vérifieront que le bloc est bien en contact sur 3 points d'appui avant de décrocher les élingues.

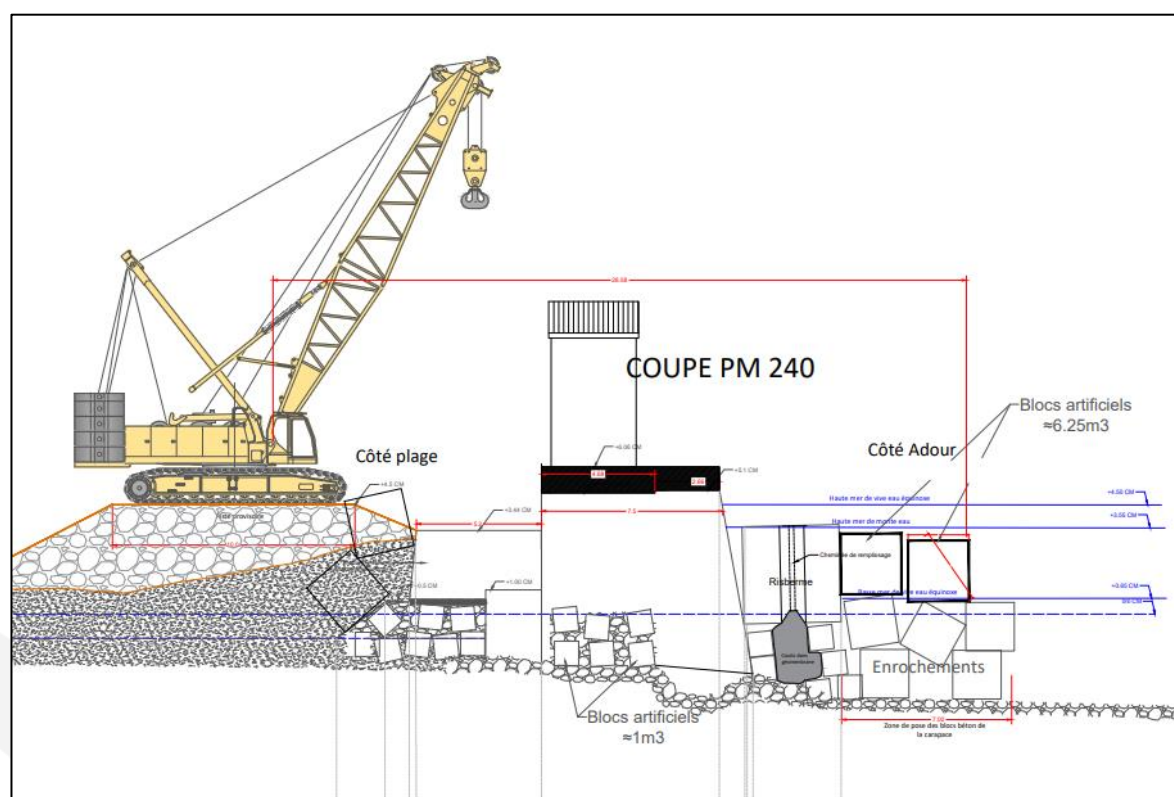


Figure 96 : Coupe de principe de la pose des blocs depuis une piste terrestre provisoire

Cette coupe est à mettre à jour avec la configuration réelle des blocs côté Adour.



#### 7.7.3.5 Moyens de suivi de la pose

Afin de fiabiliser le positionnement des blocs par rapport au besoin (= espaces à combler), il convient de prévoir les mesures suivantes :

- ☐ Création d'un MNT au début des travaux sur la base d'une bathymétrie récente ;
- ☐ Positionnement théorique des blocs sur plans ;
- ☐ Extraction des données GPX (coordonnées X, Y) des blocs (4 angles en plan et barycentre) ;
- ☐ Recours à une grue équipée d'un guidage GPS sur le moufle ;
- ☐ Vérification des coordonnées GPS du bloc avant « largage » et correction si nécessaire ;
- ☐ Guidage continu par guide sur jetée + plongeur ;
- ☐ Réception du bloc par levé des angles et du barycentre.

#### 7.7.4 Dépose de la piste

En fin d'opération de la pose des blocs, la piste sera déposée avec les mêmes moyens que les moyens utilisés pour la construire.

Les matériaux constituant le corps de piste seront chargés et évacués en carrière par camions à gabarit routier. S'agissant de matériaux insensibles à l'eau et de granulométrie moyenne, il ne sera pas nécessaire de les ressuyer.

Une attention particulière sera nécessaire pour la dépose des matériaux en contact avec les fonds. Un godet crible pourra être utilisé pour limiter le prélèvement de sables.



## 7.8 Pose d'un géotextile drainant coté plage

Pour rappel, cette opération consiste à mettre en œuvre un géotextile contre le parement du corps de jetée côté plage afin de limiter les passages de sable entre l'Adour et la plage. Ces travaux s'inscrivent dans la continuité des travaux faits en 2016.

Préalablement à ces travaux ayant un impact fort sur le milieu, les espèces végétales de surface devront être déplacés (dossier CNPN).

### 7.8.1 Opération de terrassement

#### Ouverture de la fouille

Du PM50 au PM75, puis du PM80 au PM120, la fouille doit être creusée dans le sable côté sud de l'ouvrage (côté plage) par passes successives de 5 mètres linéaires en fond.

A l'aide d'une pelle hydraulique 45-50t, la fouille devra atteindre la fondation de l'ouvrage à une cote de 0 m CM, soit environ 8 à 9 mètres de profondeur.



Figure 97 : Exemple de pelle 49t Komatsu PC490/LC-11

La pelle sera accompagnée pour l'évacuation du sable extrait, de tombereaux articulés à gabarit non routier.



Figure 98 : Exemple de tombereau articulé

Le stockage est fait sur site pour limiter le déplacement de matériaux et in fine l'émission de gaz à effets de serre associé aux moteurs Diesel.

Le terrassement se fera depuis le parking vers la plage



La pelle mettra en œuvre un talus stabilisé à une pente de 3H/2V minimum. Afin de pouvoir évoluer et afin de pouvoir réaliser les travaux de pose du géotextile de manière confortable, il convient de créer un replat en fond de fouille de 5m de large.

Si l'on considère :

- ▷ Une hauteur de terrassement moyenne de 9m ;
- ▷ Une largeur en fond de fouille de 5m ;
- ▷ Un talus à 3H/2V ;
- ▷ Une zone d'évolution des engins de 6m environ ;
- ➔ L'emprise des travaux présentera une largeur de 38m environ.

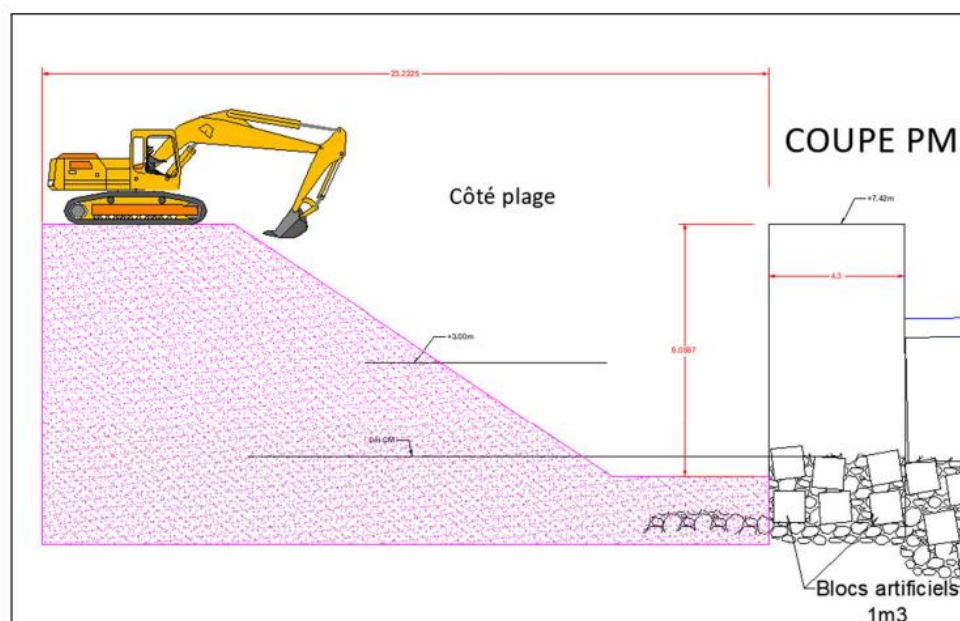


Figure 99 : Plan de coupe du terrassement côté plage

La fouille devra présenter une piste d'accès en pente douce depuis l'enracinement.

Le volume est stocké en cône de pente 3H/2V, le stock aura une emprise de 1 000m<sup>2</sup>. Le stock sera localisé en haut de plage, sur une zone non herbée et hors zone de marée :



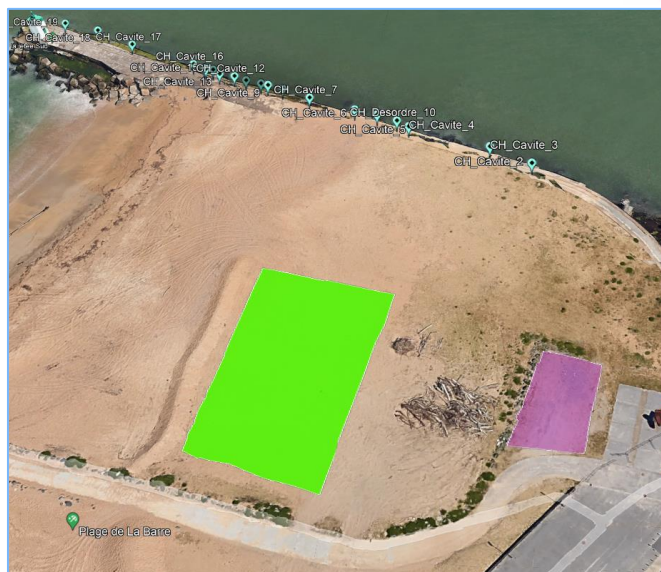


Figure 100: Plan de masse de la zone de stockage du sable

Une piste d'accès sera créée entre la zone de terrassement et la zone de stockage. Cette piste sera constituée d'un géotextile recouvert de 30cm de matériaux de carrières (GNT). Lors de la dépose de la piste, le retroussage du géotextile permet de limiter le prélèvement de sable et de mélanger les matériaux de carrière au sable.

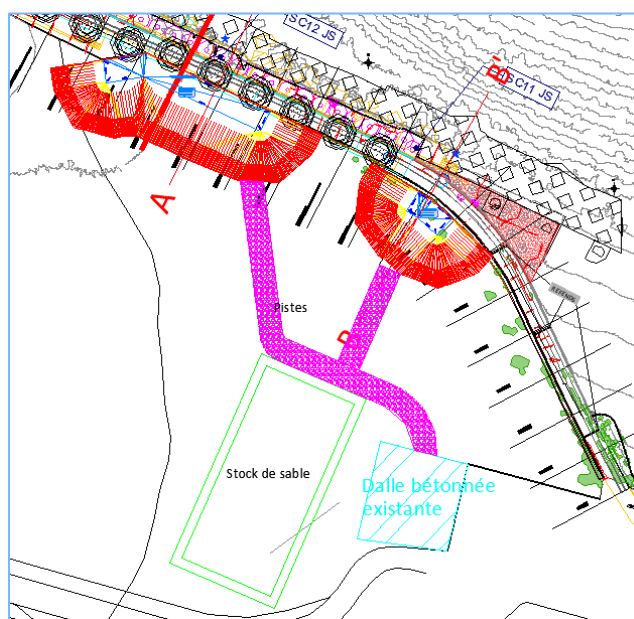


Figure 101 : Plan de masse de la piste pour l'accès à la zone de stockage

**Mesures de sécurité vis-à-vis de la stabilité des talus :** ces travaux nécessiteraient de réaliser de profondes fouilles dans le sable. Dans le rapport de mission G2-AVP, le géotechnicien a mis en avant plusieurs mesures visant à garantir la sécurité des opérations :



- D. Limitation des ouvertures de fouille de 5m de longueur en pied, afin de limiter les effets sur le corps de jetée. En ce sens, le terrassement des fouilles nécessaires à la pose du géotextile devra se faire en plusieurs plots.
  - E. Stockage des engins de chantier en crête des talus proscrits. Il est préconisé une surcharge limite en crête de talus de 10kPa. En ce sens, le phasage de l'ouverture des fouilles ne devra pas faire intervenir un engin lourd ne crête de talus.
- **Si l'entrepreneur souhaite proposer des méthodologies de travaux ne permettant pas de faire respecter ces mesures, il devra les faire vérifier dans le cadre de sa mission G3.** L'usage de palplanches (ou autre système de soutènement provisoire) n'est pas conseillé en raison de la présence de blocs.

☐ Comblent les vides avec un matériau granulaire (de type 40/120) ou du béton :

Après la phase terrassement, les cavités rencontrées seront comblées avec du matériau granulaire grossier de type 40/120 ou du béton. Le choix du matériau dépendra du type de cavité. S'il s'agit de cavités en sous-œuvre pouvant mettre en doute la stabilité de l'ouvrage il conviendra de mettre en place du béton.



Figure 102: type de cavité à combler après terrassement

La photo ci-dessus montre un exemple de cavité nécessitant un comblement en béton (dimensions métriques et enjeux importants = sous-face de l'ouvrage). Dans ce cas, il sera préconisé un comblement avec du béton. Un coffrage provisoire sera mis en œuvre contre la cavité. Il sera stabilisé au moyen de blocs de lests et d'étais tirants poussants. Le béton sera ensuite mis en place dans le coffrage.

**Il sera imposé la réalisation des travaux en fond de fouille à marée basse.**





Figure 103: Photo travaux 2016

En cas de recours à du béton, les matériels ayant été en contact avec le béton seront nettoyés dans une benne de nettoyage prévue à cet effet, installée sur la zone d'installation de chantier.

#### Note sur la présence de blocs :

Des blocs seront présents sous le sable devant la risberme. Lorsqu'un bloc sera rencontré lors du terrassement, il conviendra de le déplacer provisoirement le temps de poser le géotextile et combler les cavités. Il sera ensuite repositionné contre la risberme. Il sera utilisé pour maintenir le géotextile plaqué au sol le temps du remblaiement.

### 7.8.1 Sécurisation du talus

Ces travaux peuvent atteindre à la stabilité temporaire de l'ouvrage en raison du fort terrassement en pied d'ouvrage. D'importantes précautions devront donc être prises par l'entreprise de travaux. Nous suggérons donc de réaliser les travaux par passes de 5ml et d'adapter la pente des talus provisoires si cela s'avère nécessaire.

Des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane par exemple, soigneusement fixées.

En phase provisoire, le risque d'instabilité est important. D'après la conception effectuée en phase AVP, pour une fouille hors d'eau, une surcharge maximale de 10kPa est acceptable en tête de talus. Des précautions devront être prises par l'entrepreneur quant aux manœuvres des engins utilisés.

Un suivi piézométrique de la nappe sera nécessaire afin de prévoir des confortements complémentaires et d'assurer la mise hors de l'eau provisoire de la fouille (pompage, associé à la réalisation de palpeilles ou palplanches par exemple), voire d'adoucir la pente du talus.

Le pompage direct en fond de fouille n'est pas recommandé compte tenu du risque de déstabilisation des sols sableux à proximité de la fondation de la jetée.

### 7.8.2 Pose du géotextile

Le géotextile mis en place doit être doté de caractéristiques analogues à celui choisi pour les travaux de 2016 et remplir les fonctions suivantes :

- ☐ Epaisseur : minimum 3mm
- ☐ Masse surfacique : minimum 500 g/m<sup>2</sup>



- Résistance en traction : minimum 34 kN/m.

CARACTERISTIQUES DESCRIPTIVES			
		VNAP (2)	PRV 95 (3)
Epaisseur (mm) NF EN ISO 9863-1		4,2	± 20 %
Masse surfacique (g/m <sup>2</sup> ) NF EN ISO 9864		500	± 10 %
CARACTERISTIQUES MECANQUES			
Résistance à la traction (kN/m) NF EN ISO 10319	SP	34	- 5 %
	ST	34	- 5 %
Résistance à 5 % de déformation (kN /m)	SP	3,5	-20 %
	ST	5,5	-20%
Déformation à l'effort de traction maximale (%) NF EN ISO 10319	SP	85	± 20 %
	ST	70	± 20 %
Perforation dynamique (mm) NF EN ISO 13433		9	+ 25 %
Poinçonnement (kN) NF G 38-019		2,5	- 30 %
Poinçonnement statique CBR (kN) NF EN ISO 12236		5,7	- 10 %
CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES			
Perméabilité ( m s <sup>-1</sup> ) NF EN ISO 11058		0,045	- 30 %
Ouverture de filtration (µm) NF EN ISO 12956		80	± 30 %
Capacité de débit dans leur plan et fluage voir au verso    SP : Sens production    ST : Sens travers    NR : Non requis			
(1) la fonction séparation n'est jamais certifiée seule    (2) VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur			
(3) PRV : Plage Relative de Variation, noter la PRV 95 la plus sévère en cas de fonctions multiples.			

Figure 104 : Fiche descriptive du géotextile P50 Tencate Geosynthetics

Le géotextile sera mis en place sur le fond de fouille et remontera sur le parement vertical. Il sera bien disposé sur la totalité de la largeur terrassée de 5m.

Les surfaces « brutes » de géotextile à poser sont estimées à 448m<sup>2</sup> (28x16) pour la fouille amont et 600m<sup>2</sup> (40x15) pour la fouille aval.

Il sera mis en place au moyen d'une pelle hydraulique équipée d'un moyen de levage adapté (barre de levage pour géotextile). Il sera calé de façon provisoire sur la jetée par des blocs.

La pelle devra mettre en œuvre des enrochements dont la fonction est d'assurer un poids stabilisateur sur le géotextile. Le géotextile est également bloqué en pied par les blocs déposés et mis en stock lors de la phase de terrassement.

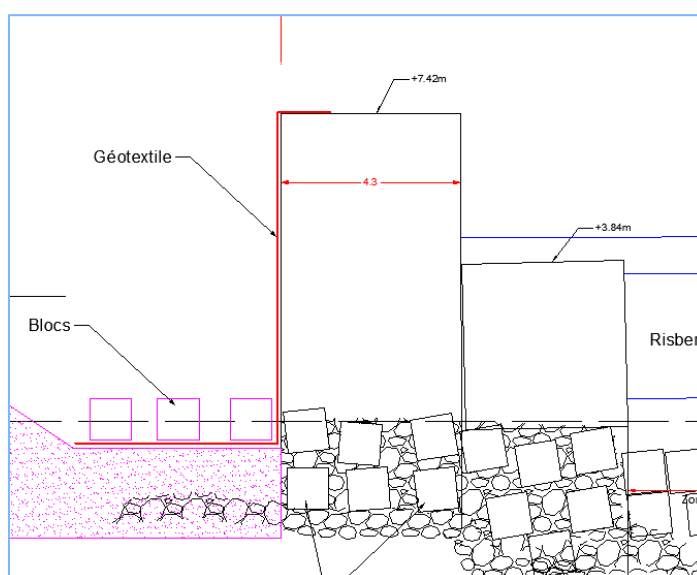


Figure 105 : Plan de coupe des blocs stabilisateurs du géotextile



### 7.8.3 Remblai

Pour la réalisation des terrassements de ces deux fouilles, nous recommandons de procéder au remblaiement immédiatement après ouverture de la fouille, et ce pour chaque passe de 5m réalisée. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de vérifier et de justifier la stabilité de la jetée en conditions défavorables (à marée haute).

Le remblaiement sera réalisé avec une pelle à chenilles accompagnée de dumpers, comme cela a été fait pour le terrassement. Le sable stocké à proximité sera replacé dans la fouille.

Un bulldozer pourra également être utilisé pour régler correctement la partie supérieure du remblai, afin de rendre le profil de la plage identique à son état initial.

Après réglage, la plage sera levée par un géomètre afin de comparer par rapport à l'état 0 et éventuellement corriger le profil. Pour cela, il est nécessaire de réaliser un levé avant les travaux qui servira de base.

### 7.8.4 Précautions environnementales

L'usage d'engins à hydrocarbures en zone sensible nécessite de prendre les précautions suivantes :

- Equiper tous les véhicules de Kit anti-pollution
- Optimiser le phasage des opérations hors saison estivale afin de limiter l'impact touristique (emprise plage, nuisance sonore, sécurité, ...)
- Restaurer le profil de plage
- Protéger ou déplacer les végétations à enjeux
- Contrôler les volumes injectés de béton
- Rendre la plage à l'identique avant / après travaux.



## 7.9 Reprise du pied de risberme

### 7.9.1 Localisation



Figure 106: Positionnement cavités

Il est proposé de reprendre ponctuellement la risberme côté Adour, du PM 90 au PM 250, au niveau des principaux désordres repérés (cavités). Le plan de repérage des cavités lisible est disponible dans le dossier de plans.

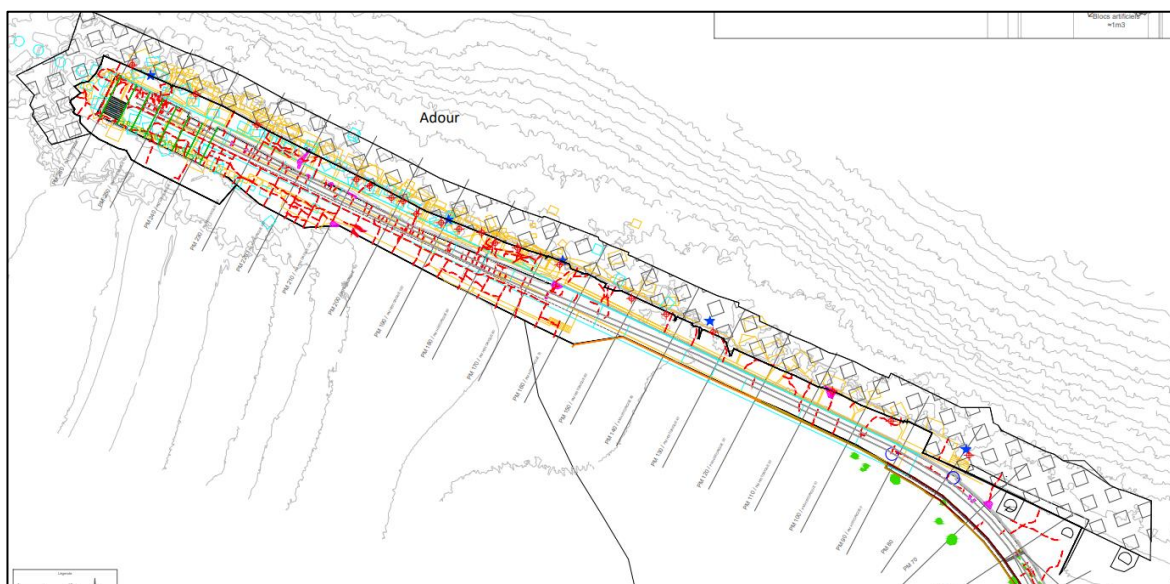


Figure 107: Repérage des cavités



## 7.9.2 Méthodologie de réalisation

Après analyse de la typologie des cavités présentes, étude des diverses solutions envisageables et prise en compte de la protection du milieu marin, nous avons défini en AVP une méthodologie de réparation consistant à mettre en place des « sacs » de coulis dans les cavités.

Cette solution d'injection des cavités identifiées en sous-œuvre de la risberme, permettrait de combler les principaux vides et de réduire les instabilités et le basculement des blocs béton constituant cette risberme **dans un objectif de durabilité de 20 ans.**

### 7.9.2.1 Présentation

La mise en œuvre de cette solution présente 3 cas de figure :

- **Les grandes cavités** situées en façade et accessible depuis l'Adour pourront être traitées à l'aide d'un système de géomembranes injectées de coulis.

Une fois les cavités repérées et mesurées par les plongeurs, des sacs de coulis sont fabriqués sur-mesure. Un dispositif de retenue temporaire est nécessaire pour maintenir les sacs dans le vide de remplissage. Par la suite, le dispositif de retenue est enlevé.



Figure 108 Dispositif de retenue temporaire (Source : Proserve ltd)



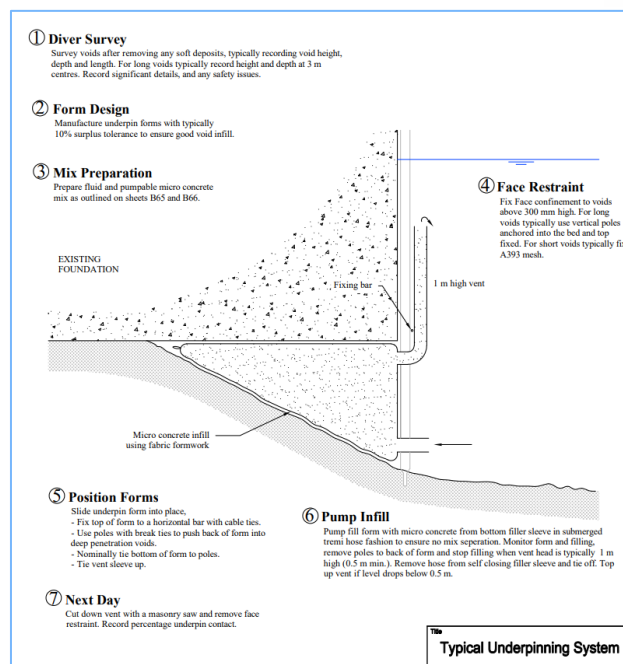


Figure 109 Schéma explicatif du principe d'injection sur-mesure des cavités (Source : Proserve ltd)

- **Les petites cavités** situées en façade et accessible depuis l'Adour, entre les blocs et la risberme et d'une taille inférieure à 5m de long, pourront être comblées par des chaussettes remplies de coulis avec une injection subaquatique à l'aide de plongeurs pour la mise en œuvre.

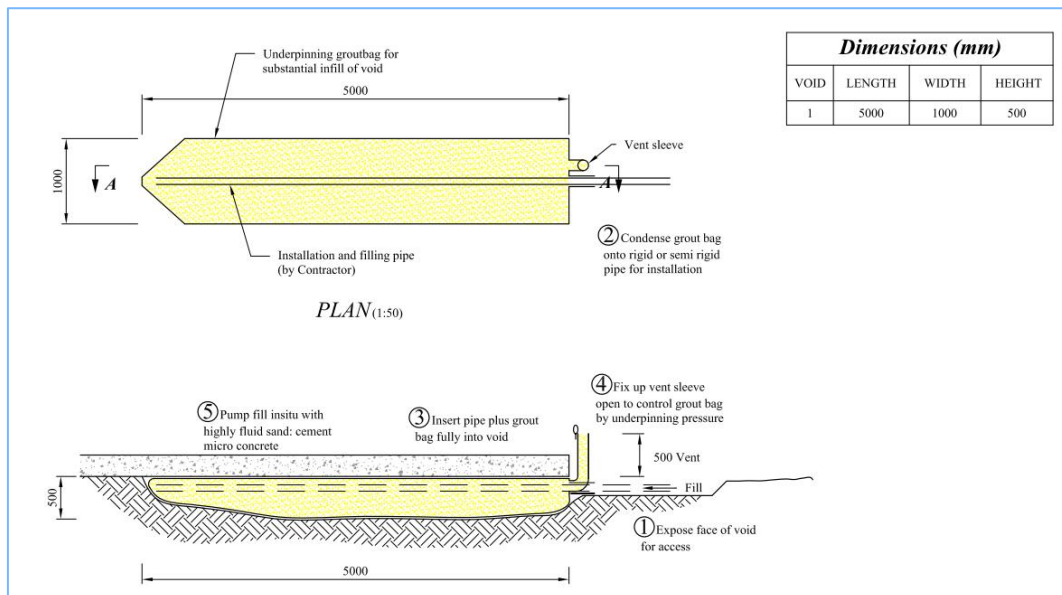


Figure 110 Géotextile d'injection pour combler les cavités entre les enrochements et la risberme (Source : Proserve ltd)

- **Les hypothétiques cavités** situées en sous-œuvre de la risberme et non observables par les plongeurs depuis l'Adour ne seront pas comblées. L'objectif de cette opération n'étant pas l'imperméabilisation de cette zone mais le comblement de vides impactant la stabilité de l'ouvrage surjacent, il conviendra de combler les principales cavités observables.

De plus, une injection verticale à travers des carottages réalisés dans la risberme, ne nous permettrait pas de mesurer le volume de cavité et alors la fabrication d'une géomembrane



sur mesure n'est pas envisageable. L'injection en milieu aquatique ouvert ou potentiellement ouvert via des fissures, sans dispositif de contrôle de l'expansion du coulis, est proscrite.

En synthèse : lors des investigations subaquatiques réalisées en 2024 (cadre G2-AVP), il semble que l'ensemble des cavités importantes ont bien été mises à jour. Leurs dimensions ne sont pas contraignantes vis-à-vis du traitement.

Il conviendra de mettre en œuvre un béton ou coulis à base de ciment et de granulats de faible granulométrie (0/12), assez fluide pour remplir correctement la géomembrane.

L'accès d'un camion malaxeur par la piste est proscrit, les volumes de coulis devront être transportés à l'aide de tuyaux passant sur la jetée et d'une pompe installée à l'enracinement de l'ouvrage.

Une équipe terrestre s'occupera de la mise en service des pompes à béton et de la surveillance de la pression/débit.

L'équipe de plongeurs sera en charge de mettre en œuvre les géomembranes, d'installer le coffrage temporaire et d'injecter les cavités.

### **7.9.2.2 Méthodologie de réparation**

La réparation des cavités se fera de la manière suivante.

#### **7.9.2.2.1 Levé complémentaire des cavités**

Il sera préconisé à l'entreprise de travaux de procéder à un levé complémentaire des cavités. D'une part afin qu'elles prennent en compte des éventuelles évolutions de cavités depuis le levé réalisé dans le cadre de la G2-AVP, et afin qu'elle s'approprie vraiment le projet.

De la même façon que pour le levé réalisé dans le cadre de la mission G2-AVP, il ne sera pas demandé de rentrer dans les cavités pour des raisons évidentes de sécurité.

#### **7.9.2.2.2 Traitement des données et fabrication des membranes**

Les mesures des cavités seront synthétisées sur un plan DWG qui permettra de calepiner les membranes des réparations. Les membranes seront ensuite mises en fabrication.

Les membranes seront fabriquées sur mesure pour les cavités. Il est à noter que les membranes sont limitées en hauteur pour limiter la poussée du coulis sur ces dernières (usuellement limitation à 60cm). Elles n'ont par contre pas de limites dimensionnelles en plan.

#### **7.9.2.2.3 Acheminement des membranes**

Les membranes seront ensuite expédiées sur site depuis l'usine. Un délai particulier doit être considéré, ce type de produit étant éventuellement fabriqué dans des pays de l'UE ou hors UE (Royaume-Uni).

#### **7.9.2.2.4 Mise en œuvre des membranes**

Les membranes sont mises en place par des scaphandriers dans les cavités. En termes de sécurité, rentrer dans les cavités pour poser les membranes sera proscrit. L'entrepreneur devra prévoir des moyens garantissant cette mesure : utilisation de barre-à-mine, tiges...

Dans le cas où plusieurs membranes sont nécessaires pour traiter toute la hauteur de la cavité (cas où les cavités sont > 50/60cm de hauteur), les membranes sont mises en place l'une sur l'autre. La membrane inférieure est remplie avant la mise en place des membranes supérieures.



#### 7.9.2.2.5 Coffrage de la face Adour

Il est nécessaire de coffrer la face Adour dans l'alignement de la paroi verticale de la risberme, pour deux raisons :

- A. Pour « forcer » le coulis à aller vers l'intérieur de la risberme et ainsi améliorer le taux de remplissage de la cavité ;
- B. Pour empêcher la création d'un bulbe de coulis à l'extérieur de la risberme côté Adour, in fine pour limiter les émissions de MES.

Par coffrage, il n'est pas entendu la mise en œuvre de coffrage au sens propre de type banche ou assemblage de bois, mais plutôt un système capable de cantonner l'expansion des membranes. A titre d'exemple, il peut être utilisé :

- ☐ Des potelets verticaux resserrés entre lesquels sont positionnés des planches de coffrage ou équivalents ;
- ☐ Des tôles métalliques ;
- ☐ Des treillis soudés ou des profilés métalliques du commerce.

Quelle que soit la solution retenue par l'entreprise de travaux, celle-ci devra faire l'objet d'une note de calcul de vérification. Par ailleurs, si l'entreprise prévoit de fixer provisoirement le coffrage dans la maçonnerie de la jetée, elle devra également vérifier le système d'ancrage retenu (ancrage chimique ou mécanique) en tenant bien compte de l'état de la maçonnerie. Le coffrage devra laisser passer les tuyaux de remplissage des sacs et devra permettre de garder une visibilité sur les sacs pour pouvoir contrôler le remplissage.

Cette tâche nécessitera le recours à des engins de levage et manutention de faible gabarit qui chemineront sur le corps de jetée.

#### 7.9.2.2.6 Fabrication et injection du coulis

En termes de fabrication, plusieurs solutions sont envisageables :

- ☐ Fabrication en centrale et livraison sur site par des camions de béton prêt à l'emploi : dans ce cas l'exportation de la fabrication permet de réduire les risques vis-à-vis de l'environnement sur le site de la fabrication et permet de sécuriser la qualité du produit. Toutefois, l'impossibilité de faire cheminer le camion malaxeur sur le corps de jetée imposera le recours à une pompe à béton stationnée dans une zone sûre, et l'usage de tuyaux de pompage qui achemineront le coulis vers les cavités à traiter. Une pompe à béton « à bras articulé » ne sera pas nécessaire.



Figure 111: Camion malaxeur et camion pompe [Source CEMEX]

- ☐ Stockage sous forme de mélange sec sur site dans des silos et mélangé et pompé sur place à l'aide d'une pompe mélangeuse. La machine sera stationnée sur une bâche de récupération des éventuelles fuites. De la même manière que dans le cas de la fabrication en centrale, la capacité de la jetée en termes de charges acceptables ne permet pas de



positionner le silo et la pompe sur le corps de jetée. Il conviendra donc de mettre en place l'unité de fabrication à l'enracinement de la jetée et de faire cheminer le coulis via des tuyaux.



**Figure 112: Emplacement unité de pompage/fabrication**

Le choix de la méthode dépendra de facteurs propres à l'entreprise (moyens à disposition, coût des techniques...). Toutefois, nous pouvons établir une première analyse sur des critères de qualité, environnement, pertinence technique.

	Fabrication en centrale à béton	Fabrication foraine
Qualité	Qualité garantie par le process automatisé de la centrale à béton Possibilité de recourir à une formule existante chez le fabriquant	Qualité à garantir par la réalisation d'essais et d'un suivi très rigoureux Formulation à créer de toutes pièces
Environnement	Centrales à béton usuellement bien équipées pour garantir la protection de l'environnement (récupération des eaux, nettoyages fréquents...)	Risque d'émission de poussières sur chantier. Sujétions de fabrication de coulis à considérer sur site (nettoyage des outils...).
Pertinence technique	Les volumes de cavité étant très variables, et les capacités des camions malaxeurs étant usuellement de 7,5m <sup>3</sup> ; l'entreprise devra regrouper certaines cavités pour optimiser les livraisons de béton.	La fabrication foraine offre plus de souplesse car les volumes à fabriquer pourront s'adapter précisément aux volumes des cavités.  Toutefois les grosses cavités nécessiteront une grosse



production et cadence que ne pourra offrir cette méthode.

Les quantités de coulis à mettre en œuvre sont variables selon les cavités :

- ☐ 500 litres à 49 m3 ;
- ☐ Moyenne de 10 m3 / cavité.

Cavité	1	2	3	4	5	6	7	8
Section	1,26 m <sup>2</sup>	0,70 m <sup>2</sup>	1,06 m <sup>2</sup>	1,79 m <sup>2</sup>	6,30 m <sup>2</sup>	2,84 m <sup>2</sup>	1,45 m <sup>2</sup>	3,11 m <sup>2</sup>
Profondeur	1,17 m	0,80 m	1,80 m	1,30 m	3,05 m	2,10 m	2,45 m	3,30 m
Volume théorique	1,474 m3	0,560 m3	1,908 m3	2,327 m3	19,215 m3	5,964 m3	3,553 m3	10,263 m3
Cavité	9	12	15	16	16A	17	18	
Section	22,13 m <sup>2</sup>	14,30 m <sup>2</sup>	3,64 m <sup>2</sup>	0,35 m <sup>2</sup>	0,57 m <sup>2</sup>	2,27 m <sup>2</sup>	4,82 m <sup>2</sup>	
Profondeur	2,20 m	2,85 m	1,30 m	1,50 m	3,40 m	1,61 m	2,25 m	
Volume théorique	48,686 m3	40,755 m3	4,732 m3	0,525 m3	1,938 m3	3,655 m3	10,845 m3	

Tableau 1: Volume des cavités

Au regard de l'analyse multicritère pré-exposée, il paraît pertinent de mixer les deux solutions :

- ☐ Recourir à la fabrication foraine pour les petites cavités ;
- ☐ Compléter avec des livraisons de coulis pour les très grosses cavités.

Le tuyau sortant du sac à coulis est connecté au système d'injection disposé sur le corps de jetée avec un accès du tuyau cheminant sur le corps de jetée.



Figure 113 : Pompe à coulis

#### Contrôles :

- ☐ Des éprouvettes prismatiques et/ou cylindriques seront réalisées sur le coulis frais afin de contrôler la résistance du coulis à minima 7 et 28 jours ;
- ☐ Les quantités mises en œuvre seront contrôlées. En ce sens, les outils de pompage devront être équipés d'appareils de mesure du volume réellement injecté. Il sera toléré un remplissage

$$V_{\text{mis en oeuvre}} = V_{\text{théorique}} \pm 20\%$$

- ☐ Il sera également contrôlé visuellement l'état du remplissage.



### 7.9.2.2.7 Dépose du coffrage

Les éléments de coffrage seront déposés après prise du coulis, soit à J+1 voire 2 du remplissage.

### 7.9.2.3 Cas types

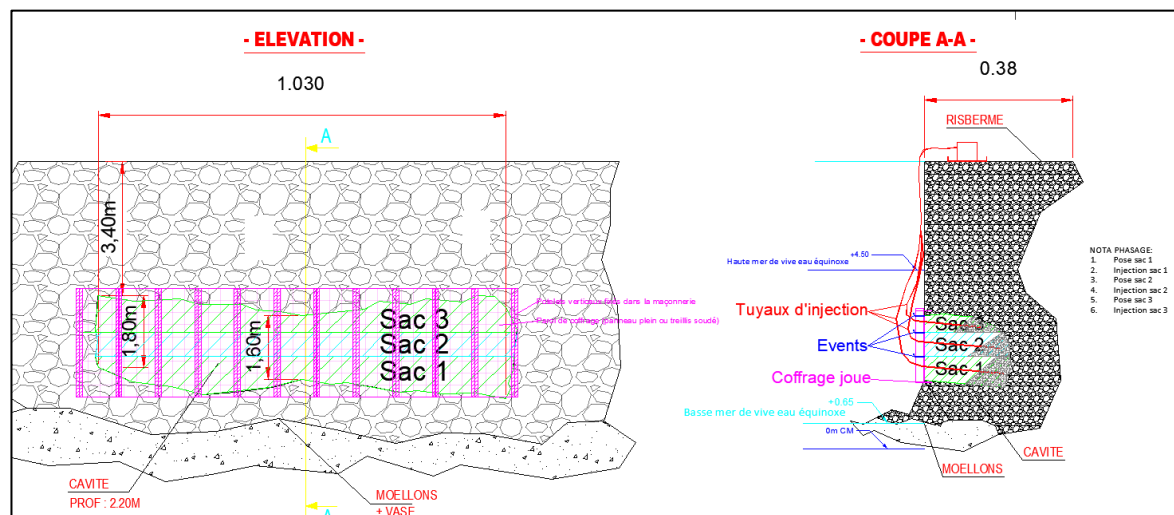


Figure 114: Traitement cavité 9/10/11

A ce jour les cavités n°6 et n°15 semblent être les seules, indiquées par les plongeurs, dont l'accès est limité et pouvant présenter une complication de mise en œuvre du coffrage et de la géomembrane. Cependant, les données bathymétriques exploitées sous format MNT peuvent parfois extrapoler les nuages de points enregistrés.

C'est pourquoi, nous avons confiance dans les données présentant des zones sans obstacles, même si une incertitude de géolocalisation est à considérer quant à la superposition des profils en travers issus de l'exploitation des données bathymétriques avec les schémas aux dimensions des cavités, réalisés par les plongeurs. Cependant, certains reliefs remarquables ne coïncident pas avec les indications données par les plongeurs, ceci confirmant l'hypothèse d'une extrapolation des données bathymétriques MNT.

Nous gardons donc une réserve quant aux aléas qui pourraient parfois compromettre la mise en œuvre de cette opération sur certaines cavités dont les reliefs réels se détacheraient de nos attentes.

Les opérations devront prévoir une disponibilité de la grue afin de déplacer autant que nécessaire et faisable, les encombrements.



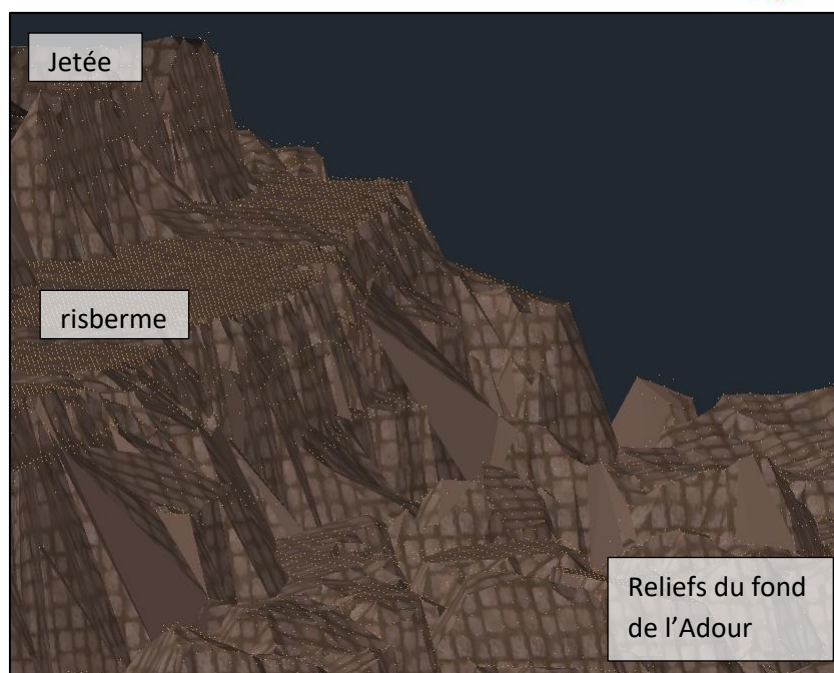


Figure 115 : Illustration des extrapolations du relevé bathymétrique

Un délai de 12 semaines est estimé pour le comblement de toutes les cavités.



## 7.10 Renforcement et confortement mécanique du musoir

Dans l'objectif de préserver l'intégrité structurelle du feu de signalisation décrit dans le rapport d'expertise du CEREMA de juin 2023, il est suggéré d'étudier l'évolution du musoir, partie de l'ouvrage la plus exposée aux contraintes maritimes et supportant la structure du feu.

Nous proposerons ici une solution de confortement de la jetée afin de reprendre les probables futurs désordres apparaissant dans les 20 prochaines années qui pourraient provoquer un basculement des différentes sections de l'ouvrage.

### 7.10.1 Présentation

Afin de maîtriser le risque de basculement de cette section du corps de jetée et de prévenir une potentielle instabilité de la structure du feu, il est proposé de mettre en place une mesure de renforcement et de confortement mécanique du musoir.

- ⇒ **La fixation de tirants métalliques traversants le musoir en son corps afin d'enserrer les parements et de maîtriser l'évolution hétérogène des sections composant l'ouvrage.**

Les tirants métalliques, par leur tension passive, ont pour vocation de reprendre les efforts de tractions pouvant être provoqués par un basculement de parties fracturées ou fissurées, tout en répartissant cette pression sur des appuis surfaciques afin de ne pas détériorer les parements récemment rejointés.

Cette méthode de renforcement mécanique est proposée comme solution additionnelle permettant d'assurer un confortement supplémentaire de la jetée en préservant son aspect monolithique et sa structure « vivante » au grès des marées sans risquer d'ajouter des sous-pressions liées à une imperméabilisation non souhaitée de l'ouvrage.

#### Les données dont nous disposons sur le musoir :

- ☐ Section du musoir : PM260 au PM 230 (voir Figure 28), soit une longueur d'une trentaine de mètre
- ☐ Largeur du musoir (corps de jetée) : 7-9m (voir Figure 23)





Figure 116 : Parement de la façade côté Adour et Atlantique du musoir ([source Suez Consulting])



Figure 117 : Risberme de la façade côté plage du musoir ([source Suez Consulting])

- **Hauteurs variables de parement des 3 façades du musoir (Source Topo AF2008007\_ANGLET\_Plan) :**
  - Hauteur de parement côté Adour (au niveau du musoir) : varie de 2,14m à 2,31m
  - Hauteur de parement côté Atlantique (au niveau du musoir): varie de 1,57m à 2,14m
  - Hauteur de parement côté plage (au niveau du musoir): varie de 1,57m à 2,61m



#### ○ **Hypothèses :**

La mise en place de tirants, même par tension passive, inclut des opérations de carottage, traversant horizontalement la jetée. Ces travaux engendreront potentiellement des vibrations et pourraient induire des mouvements (même infimes) des sections du corps de jetée et de la maçonnerie interne. Considérant ces potentiels mouvements de la maçonnerie, nous suggérons de réaliser le rejointoiement de la dalle de couronnement à posteriori de ces travaux afin d'éviter une fissuration du mastic récemment posé.

Il conviendra de rejointoyer les parements en amont de la mise en place des tirants afin de serrer les clés d'enserrement sur des surfaces et matériaux en bon état.

Les désordres à renforcer ne doivent pas provenir d'anomalies géotechniques sur les fondations de l'ouvrage. Dans une telle situation, l'ajout de tirants ou de gabions ne conforterait en rien la stabilité de la jetée. Ici, les investigations géotechniques menées par le bureau d'étude Ginger nous confirme que l'unique anomalie géotechnique repérée est hors zone d'intérêt, en pied des arcatures. Les affouillements et déplacements de blocs constatés en pied de jetée ne nous font pas à ce jour, constater de désordres ou de basculement du musoir.

#### ○ **Contexte environnemental :**

- ❑ Zone de marnage, embruns, projection d'eau saline (Chlorure de sodium, dioxyde de carbone), risque de corrosion de l'acier.
- ❑ Risque de projection de roches, débris sur les dispositifs de protection de surface (peinture époxy)
- ❑ Accès piéton : risque de vandalisme et risque de mise en danger des passants (projection de roche) : le chantier sera interdit au public et inaccessible pendant la durée du chantier (la zone de travaux sera clôturée)
- ❑ Dimensionnement des blocs non fixés en pied de jetée : 36 tonnes

#### ○ **Contraintes structurelles :**

- ❑ Risque d'éclatement des moellons par une pression exercée sur les parements en pierre
- ❑ Surface limitée de parement exploitable
- ❑ Maçonnerie fragilisée.

### 7.10.2 Description

Les réparations et confortements de l'ouvrage ne sont pas concernés par des opérations souterraines comprenant des boulons et tirants d'ancrage.

Il sera préférable de mettre en œuvre plusieurs armatures traversantes passives, appelés tirants d'enserrement, non précontrainte afin de ne pas engendrer de nouvelles contraintes sur la structure mais uniquement venir reprendre les potentielles poussées liées à des phénomènes de basculement partiel (éventuel) de la jetée. Le basculement se ferait de part et d'autre d'une fissure.

Les tirants passifs sont des tiges métalliques filetées aux deux extrémités, munies de deux têtes d'ancrage avec plaque de répartition. Ces tirants sont placés dans des forages traversants réalisés le plus souvent à mi-hauteur du parement. Les tirants sont légèrement tendus par simple serrage des clés pour que leurs têtes d'ancrage soient correctement plaquées sur la maçonnerie. Lorsque la maçonnerie bouge, ils se mettent en tension et commencent alors à jouer leur rôle de renfort.



Dans le cas d'un ouvrage maçonné en service comme celui-ci, l'estimation des poussées exercées par ses composantes en basculement et les charges de service (piétonnes et roulantes) permettent d'évaluer les efforts à reprendre et donc le dimensionnement des tirants d'enserrement à mettre en place. Il est nécessaire de répartir les efforts sur la totalité de la surface des parements du musoir en multipliant le nombre des tirants et/ou en augmentant la surface des plaques d'ancrage, par exemple sous forme de croix de Saint-André.



Figure 118 : tirant d'enserrement avec tête d'ancrage en croix de Saint-André. La protection de l'extrémité de la barre n'est pas assurée (crédit photo J.L. Michotey, Guide FABEM 6.3)

Ce renforcement s'applique sur les parements et le corps de jetée maçonnés, horizontalement, afin d'enserrer de part et d'autre les deux parements de la jetée.

#### ☐ **Faisabilité des tirants obliques : non retenu**

Recommandations du STRRES sur les tirants d'enserrement passifs dans un ouvrage maçonné : la déviation de l'outil entre le point d'entrée et de sortie doit être minimale (centimétrique)

Les tirants traversants obliques/diagonales se font pour les fondations tels que des tirants d'ancrage dans le sol. Dans un ouvrage maçonné, cela représente un grand risque des désolidarisation/désorganisations des pierres et joints et donc une fragilisation de l'intégrité structurelle de la jetée.

#### ☐ **Points de vigilance :**

Des mesures de protection contre la corrosion devront être appliquées telle que la pose d'une gaine protectrice du tirant ou encore des capuchons sur les clés d'enserrement

Un plan de surveillance et d'entretien devra être mis en place afin de s'assurer de la continuité de protection contre la corrosion et de la bonne tenue des équipements (bouchons, boulons, clés, ...).



□ Schémas de représentation de pose des tirants sur la jetée :

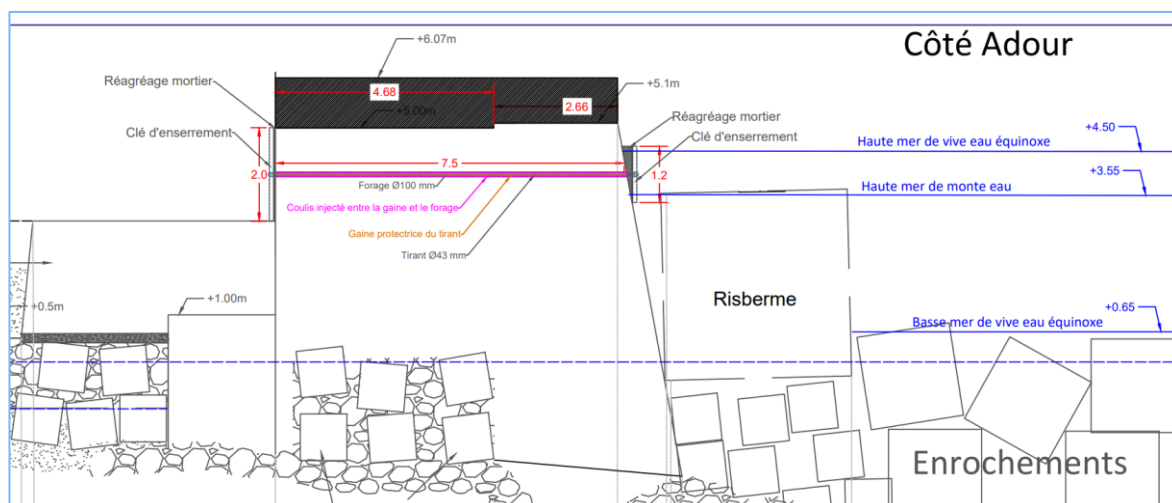


Figure 119 : Schéma d'un tirant traversant dans le plan de coupe du musoir

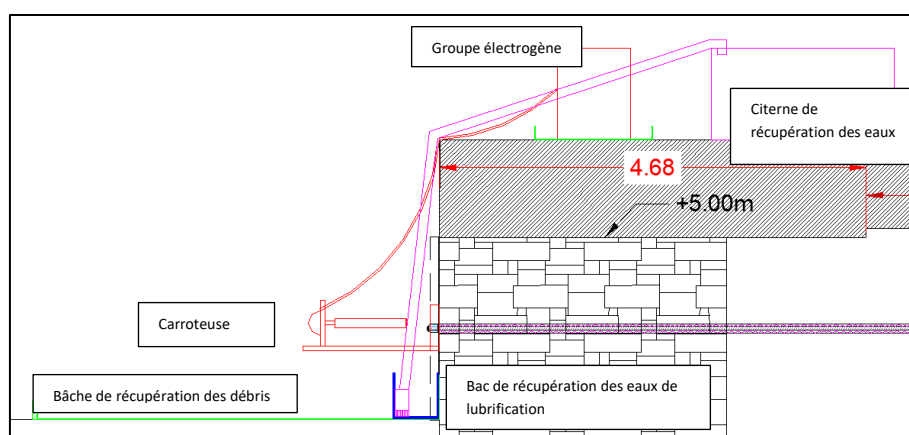


Figure 120 : Coupe de principe de la mise en place d'un tirant traversant

Situés sur le parement à 1m de hauteur de la crête de risberme (côté chenal), les 8 forages de 100mm de diamètre vont accueillir des gaines souples en géotextile<sup>2</sup> de 50mm de diamètre, dans lesquelles sont enfilées des barres métalliques de 43mm de diamètre (exemple : GEWI B500B threadbar). Un coulis à base de ciment sera injecté entre la barre et le géotextile. L'objectif de ce coulis est double :

- Comblar la maçonnerie carottée pour la pose de la barre ;
- Protéger la barre contre la corrosion.

<sup>2</sup> Les gaines souples sont décrites au 7.10.3.2.2. En cas d'instabilité de la maçonnerie, il peut être mis en œuvre des gaines PVC.



Les clés d'enserrement pourront être composées de deux profil acier UPN 300. Ceux-ci sont en acier galvanisé à chaud avec un revêtement epoxy.



Figure 121 : Profil acier UPN ([source ACVM])

Le mortier de ragréage permet d'aplanir la surface qui accueillera les profilés de manière qu'ils appuient correctement sur le support. Ce ragréage est réalisé avant la pose des croix de Saint-André.

## 7.10.3 Méthodologie de réalisation

### 7.10.3.1 Travaux préparatoires

Les travaux suivants doivent être préalablement réalisés à la réalisation des tirants :

- ☐ Mise en place d'une plateforme de travail et de garde-corps au bord des risbermes ;
- ☐ Mise en place des moyens de récupérations des eaux souillées et des cuttings ;
- ☐ Dévégétalisation, nettoyage ou préparation de surfaces nécessaires, récupération des débris et déchets produits
- ☐ Implantation des forages : relevé préalable par un géomètre des distances exactes des forages (également déterminer la longueur des tirants). En répertoriant la zone d'entrée et la zone de sortie du forage, assurant aucune déviation.
- ☐ **Accès du matériel et des intervenants :**

L'accès par la risberme est indispensable puisque la pose des tirants nécessite un forage au préalable en prenant toutes les précautions possibles pour éviter une déviation du forage. Pour cela, l'équipe doit se positionner sur la risberme avec le matériel adéquat.

Il conviendra d'aménager un accès sécurisé de type échelle à crinoline ou escalier de chantier depuis le haut de la jetée (se référer au paragraphe 7.3 relatif aux préconisations sur les accès).

### 7.10.3.2 Techniques de mise en œuvre

#### 7.10.3.2.1 Méthode de forage

Pour éviter un excentrement des efforts du même côté, il est conseillé de fixer les points d'entrée alternativement d'un côté et de l'autre de la jetée.

Il est indispensable que les forages ne provoquent pas la désorganisation des pierres et des joints. De plus, la déviation de l'outil entre le point d'entrée et de sortie doit être minimale (centimétrique). C'est pourquoi nous ne préconisons pas l'usage d'un marteau à roto-percussion mais plutôt une rotation pure par carottage.



Cette méthode permettra d'exercer peu ou pas de vibrations sur l'ouvrage fragilisé.

Les forages au moyen de couronnes diamantées et outil carotteur sont utilisés obligatoirement lors de reconnaissance des maçonneries avant la réalisation des forages définitifs. Ils sont également recommandés pour réaliser les forages lorsque la maçonnerie est de qualité médiocre. Ici, devront être utilisés des carottiers de grande longueur et des trains de tige permettant d'atteindre jusqu'à environ 10m.

Le forage commence avec un carottier de faible longueur puis, au fur et à mesure du forage, on utilise des carottiers de plus en plus longs.

Compte tenu du risque d'effondrement des forages en raison de l'état dégradé du corps de jetée, il conviendra de prévoir un dispositif de tubage en PVC à utiliser si nécessaire. Si le tubage est utilisé pour maintenir les parois, il ne sera pas nécessaire de positionner la gaine en géotextile, le tubage jouant le rôle de limitation d'extension de coulis.

Un diamètre de forage de 100mm serait approprié à une gaine en géotextile enveloppant les tirants de 43mm.

La mise en place de précautions d'alignement pour prévoir les déviations de forage nous mène à suggérer l'utilisation d'un niveau par laser et une vérification continue de l'équerrage du forage (dans les deux plans).

A la suite du forage, une inspection par caméra vidéo reliée par fibre optique est conseillée afin de visionner l'état de la maçonnerie sur toute la longueur.

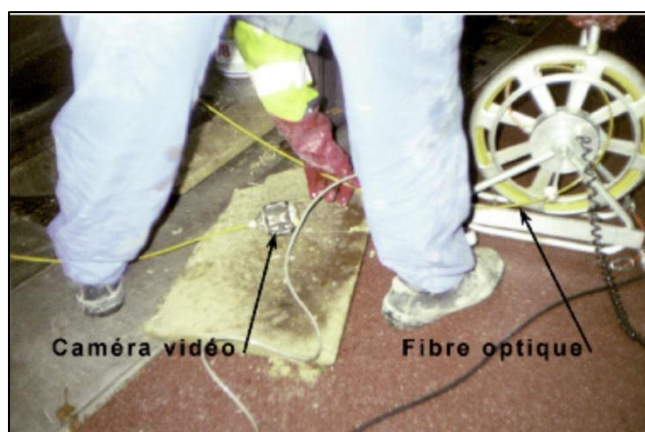


Figure 122 : matériel de vidéo pour examen de forages (crédit photo D. Poineau, guide FABEM 6.3)

Le matériel envisageable pour réaliser le forage est le suivant :

- ❑ Microforeuse à mât inclinable : de par son faible gabarit, ce type d'engin pourra cheminer directement sur la risberge. Toutefois, :
  - ▶ étant alimenté par un moteur thermique diesel, cet engin n'est pas recommandé pour les risques potentiels sur l'environnement ;
  - ▶ un moyen de levage moyennement lourd sera requis pour amener la microforeuse à pied d'œuvre – potentiellement non compatible avec le corps de jetée.
- ❑ Foreuse sur glissière montée sur pelle hydraulique : dans ce cas, la machine stationnera sur le corps de jetée. Les besoins en puissance de la pelle étant conséquent, il n'est pas possible de faire cheminer un tel engin sur la jetée. Cette solution n'est pas non plus recommandée.





Tableau 2: Foreuse sur pelle [source: Geotechno]

- Foreuse/carotteuse légère : ce type de machine électroportative présente l'avantage d'être alimenté électriquement. La capacité de profondeur de carottier étant limitée, il conviendra de recourir à de multiples trains de tiges et les cadences en seront alors impactées. **Par son faible gabarit et sa facilité d'utilisation, ce matériel est à privilégier.**

#### 7.10.3.2.2 Méthode de pose des tirants traversant avec gaine

Les tirants seront mis en œuvre dans des gaines en géotextile. Le rôle de ces gaines est de contenir le coulis de protection des barres, qui pourrait éventuellement s'échapper dans des fractures dans le corps de jetée.



Figure 123 : Gaine en géotextile pour tirant [source France Injection Service]

Compte tenu de la longue portée de 8 à 10m de forage, nous suggérons l'utilisation d'une tige de guidage pour faciliter l'insertion de la gaine sur toute la longueur. Les tirants sont ensuite enfilés dans la gaine. La barre métallique doit également être équipée de centreurs et de canules d'injection.



Figure 124: Centreurs PVC / Acier (extrait SOTOMET)



Afin de garantir le correct remplissage des orifices, et de pallier un éventuel défaut d'injection lors de la tâche il convient de prévoir à minima :

- ▷ Une canule d'injection dont l'exutoire se trouvera au milieu du tirant ;
- ▷ Une canule dont l'exutoire se trouvera à 1/3 du tirant ;
- ▷ Une canule dont l'exutoire se trouvera à 2/3 du tirant.

Une ou plusieurs canules pourront être utilisées lors de l'injection. Il convient également de prévoir des événements de chaque côté. Ils permettront :

1. De permettre la chasse de l'air / eau emprisonnée dans l'orifice lors de l'injection ;
2. De contrôler que l'orifice est correctement rempli (du coulis s'échappant de l'évent est un signe du correct remplissage de l'orifice).

Une attention particulière sera à porter sur la fixation de la gaine et du tirant avant toute injection.

L'altimétrie des injections, sur l'hypothèse d'un forage à mi-hauteur du parement, nous indique un niveau le plus bas du forage à +4,42m CM (pour un forage de 70mm), soit une altimétrie en dessous du niveau du plus haute mer équinoxiale (+4,5m CM). Cependant le niveau moyen de pleine mer (Coef 55) est à +3,55m ainsi agencant le phasage de telle sorte à faire éviter les périodes de mars ou septembre pour ces interventions, nous pourrions profiter d'une période de séchage prolongée sans submersion mais uniquement par projection de l'eau liée aux phénomènes de houle.

#### **7.10.3.2.3 Réalisation d'un mortier de ragréage**

Le mortier de ragréage permet d'aplanir la surface qui accueillera les profilés de manière qu'ils appuient correctement sur le support. Ce ragréage est réalisé avant la pose des croix de Saint-André.

Il sera mis en œuvre un produit technique dont les propriétés répondent aux sujétions suivantes :

- Mortier de calage d'éléments lourds ;
- Epaisseur limitée à 3/5cm ;
- Résistant aux environnements marins agressifs ;
- Très faible retrait.
- Bonne adhésion aux maçonneries (moyennant quelques travaux de réparation).

Ce type de mortier est assez disponible dans le commerce dans le domaine de la chimie de construction (PCI, BASF, SIKA...).

A titre d'exemple, nous pouvons citer :

- PCI SELTEX : produit utilisable sous forme de mortier ou de coulis pour réaliser du scellement ou du calage.



#### 7.10.3.2.4 Equipement des têtes de tirants

Les têtes des tirants sur le parement seront équipées de la façon suivante avant injection:

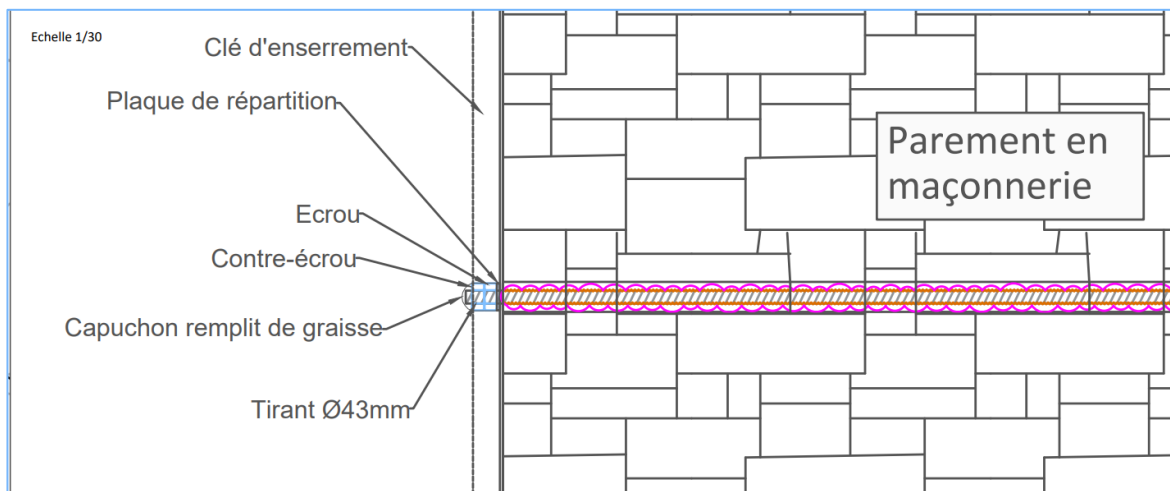


Figure 125: Plan tête de tirant

- La clé d'enserrment correspond à la croix constituée de deux profilés métalliques du commerce soudés entre eux ;
- Une plaque de répartition métallique carrée sera calée entre l'écrou et le profilé métallique. L'idée étant de ne pas solliciter l'âme du profilé à l'effort normal (cette plaque devra présenter des réservations qui accueilleront les canules d'injection et les événements) ;
- Un écrou vient bloquer l'ensemble ;
- Un contre-écrou vient bloquer l'écrou.

**Note :** le serrage définitif des écrous/contre-écrous sera réalisé après prise du coulis. Le serrage avant injection ne doit pas être trop élevé afin de ne pas bloquer des contraintes dans le tirant, il n'est pas souhaité de précontraindre le tirant.

De plus, il sera visible :

- ▷ Les canules d'injection ;
- ▷ Les événements.

Les canules et événements seront équipés de robinets vannes afin de pouvoir arrêter le remplissage soit brutalement suite à un problème en cours d'opération, soit lorsqu'il est constaté le correct remplissage des carottages.

#### 7.10.3.2.5 Injection

Il sera injecté du coulis entre la barre et le forage.

Le choix du matériau d'injection devra convenir aux propriétés de séchage attendues selon la période de l'année où les travaux seront réalisés, induisant le temps de marée basse donc le délai

Coulis base ciment	Résine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps de prise initiale : 4-6 heures</li> <li>• Temps de prise finale : 24 heures</li> </ul>	Injection d'une résine époxy Sika AnchorFix-3+ : Une résine époxy à séchage rapide, spécialement conçue pour des applications



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Après 24 heures : Le coulis aura atteint une résistance initiale suffisante pour commencer à résister à l'humidité et à une exposition légère à l'eau.</li> <li>• Après 7 jours : Le coulis aura atteint environ 70-80 % de sa résistance finale, offrant une bonne résistance à l'eau et à l'humidité.</li> <li>• Des protections contre l'eau telle que des bâches imperméables pourraient être utilisées lors du séchage pour protéger le coulis des projections.</li> </ul>	<p>structurelles et offrant une forte adhérence et une résistance élevée, même dans des environnements humides.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sika® Dispenser DM 2/P40 : Pompe manuelle ou pneumatique adaptée pour les résines époxy à double cartouche (5-10kg, location 50-100€/jour)</li> <li>• Approximation coûts résine : 50-70€/cartouche de 300mL, 312 cartouches soit 18720€</li> <li>• Temps de durcissement 8h à 23°C</li> </ul>
--	---

Nous recommandons l'utilisation du coulis à base de ciment, car les risques de lessivage du produit par la mer peuvent être maîtrisés par des protections physiques contre les projections et une bonne coordination des opérations afin d'éviter toute submersion lors du séchage. A la différence de la résine, le choix de ce coulis, moins onéreux, permet une certaine souplesse budgétaire quant au volume à injecter. Ceci nous laissant la liberté de suggérer la réalisation d'un forage de 100mm de diamètre au lieu de 70mm (initialement pris en compte pour les estimations de volumes à injecter) afin de faciliter les étapes de placement de la gaine et du tirant. Malgré les précautions à mettre en œuvre, un forage par carottage sur 7 à 9m de long, peut représenter une déviation centimétrique, ici la gaine de 63mm de diamètre nous laisse 37mm de marge par rapport au diamètre de forage suggéré.

#### □ Fabrication du coulis :

Le coulis sera dans ce cadre composé de **ciment pur uniquement** et d'eau avec un objectif de rapport C/E de 2. Au regard des quantités théoriques estimées à :

$$V_{th} = 10ml \times \pi \times (0,05m)^2 = 80 \text{ l/tirant}$$

Ces volumes ne permettent pas d'envisager de procéder de la même façon que pour les cavités sous la risberme. Il semble plus pertinent de fabriquer le coulis à la demande au moyen d'une petite centrale de fabrication / injection. L'opération d'amorçage seule de la pompe nécessiterait plus de volume que le volume requis pour un tirant.

Il convient donc de positionner la petite centrale de fabrication sur la jetée sur une bâche étanche, à proximité immédiate des tirants.



Tableau 3: Exemple de petite centrale à coulis [source France Injection Service]



#### ☐ **Injection du coulis :**

Le coulis sera injecté par le biais de la machine de fabrication/injection. La tête des tirants sera équipée de manière à accueillir l'injection de coulis = canules d'injection avec robinets vannes. Par un jeu de raccords, le tuyau de la machine d'injection sera directement raccordé au robinet vanne de la canule d'injection.

Malgré la configuration plaçant la machine d'injection plus élevée que les tirants, il est nécessaire de conférer une pression minimale au coulis et ne pas se reposer uniquement sur une injection gravitaire afin de sécuriser l'opération d'injection.

Il sera réalisé des éprouvettes prismatiques sur le coulis pour évaluer la résistance mécanique de ce dernier à 7 et 28 jours.

#### **7.10.3.2.6 Finitions**

Après prise du coulis (24 à 48h), il sera procédé aux opérations de finitions suivantes :

- ☐ Découpe des canules d'injection au nu de la plaque de répartition métallique ;
- ☐ Serrage des écrous et des contre-écrous : le serrage s'effectuera au moyen d'une clé dynamométrique afin de limiter la création de tensions non nécessaires dans la barre et le coulis ;
- ☐ Pose d'un capuchon de protection des écrous : les deux écrous seront encapsulés dans un capuchon en PEHD afin de sécuriser leur durabilité. Ce type de capuchon est équipé d'une valve permettant d'injecter de la graisse à l'intérieur de ce dernier. La graisse permet de protéger les écrous.

#### **7.10.3.3 Type de produits mis en œuvre :**

##### **7.10.3.3.1 Barre**

Pour une question de coûts, de durabilité et d'une zone non accessible au remplacement ou à l'entretien des tirants après fixation, il sera préféré faire l'usage de gaine de protection et non de barre en acier inoxydable ou de revêtement époxy. Après forage, pose du tirant dans sa gaine, le coulis de comblement du forage est injecté.

L'utilisation de barres en fibres et polymères est également écartée car elles présentent une faible rupture fragile, c'est-à-dire qu'elles ne disposent pas de palier plastique dû au fait que leur limite d'élasticité est confondue avec leur contrainte de rupture. Caractéristique à proscrire dans le cadre d'un renforcement d'une maçonnerie exposée à des déformations.

Recommandations TA 86, TA 95 et norme NF EN 1537 - NF EN 10080 : Aciers pour l'armature du béton (voir STRRES FAB 6.3 chapitre 4.4.6).

Normes	Nuances	Qualités requises
NF EN 10025-2 Aciers de construction d'usage général	S 235 et S 275	J0 et J2G3



#### **7.10.3.3.2 Clé d'enserrement : croix de Saint-André**

Les profilés métalliques seront des profilés du commerce répondant aux normes suivantes :

- ☐ NF EN 10340 : Aciers moulés de construction ;
- ☐ NF EN 10283 : Aciers moulés résistant à la corrosion.

Les croix de Saint-André seront constituées de deux profilés métalliques du commerce soudés entre eux. De manière pratique, il est privilégié des profilés en forme de U (type UPN) dont l'âme peut se plaquer facilement contre le parement vertical.

Nous préconisons des profilés de type UPN 300.

Les profilés seront galvanisés à chaud et seront revêtus d'une peinture adaptée au milieu marin. La peinture de protection sera validée par la maîtrise d'œuvre, et la teinte (RAL) sera choisie par la maîtrise d'ouvrage.

#### **7.10.3.3.3 Boulons**

Les caractéristiques sont fixées par la norme NF EN 20898 : ils sont utilisables pour les assemblages non précontraints.

#### **7.10.3.3.4 Gaine**

Les gaines en matière plastique, lorsque l'ATE le prévoit, peuvent être utilisées en atmosphère corrosive pour l'acier, mais ne doivent pas être exposées aux rayonnements ultra-violets

Cas des conduits et gaines de précontrainte intérieure (chapitre 10 du fascicule 65 du CCTG) : Gaine annelés en matière plastique

NF EN 12201-1, NF EN 12201-2 et NF EN 12201-5, normes relatives aux tubes en polyéthylène haute-densité (PEHD)

Catégories d'usage attendues : gaine étanche, utilisable en atmosphère corrosive pour l'acier, ne doit causer aucune agression chimique au coulis injecté, à la maçonnerie et à l'acier.

Exemples de fournisseurs : GF Piping Systems, Pipelife

Diamètres nominaux : 32 mm ; 40 mm ; 50 mm ; 63 mm ; 75 mm ; 90 mm

#### **7.10.3.3.5 Produit injecté**

Pour les armatures en acier, est préférentiellement (protection contre la corrosion) utilisé un produit ou un système de produits à base de ciment voire de produits de scellement, sous réserve de s'assurer de sa compatibilité (quantité d'alcalins) avec la maçonnerie pour éviter la formation d'efflorescences...

Les coulis utilisés pour les injections sont des coulis constitués de ciment et d'eau.

Ils sont réalisés par un mélange de ciment CEM I et d'eau, dans les proportions C/E de 2. L'entrepreneur doit fournir la composition du coulis et ses caractéristiques.

L'utilisation de mortier expansif est fortement déconseillée.



## 7.10.4 Sujétions environnementales

Les carottages feront l'objet d'une mise en place préalable d'une bâche de récupération des poussières, débris et éclats générés lors du forage. Les carottes, seront évacuées par voie terrestre au fur et à mesure des opérations.

Des quantités importantes d'eau sont utilisées pour assurer la lubrification des outils de forage, cette eau éventuellement chargée en ciment doit être au mieux récupérée pour ne pas polluer le milieu. L'entreprise positionnera des bacs de récupération des eaux à l'aplomb des forages, ces eaux seront ensuite pompées vers une cuve de stockage plus importante avant leur traitement et évacuation.

De la même manière, lors de l'injection, du coulis peut s'échapper des canules d'injection en raison d'un problème matériel ou un défaut de serrage. Le système de bacs de récupération permettra de gérer cette problématique également.

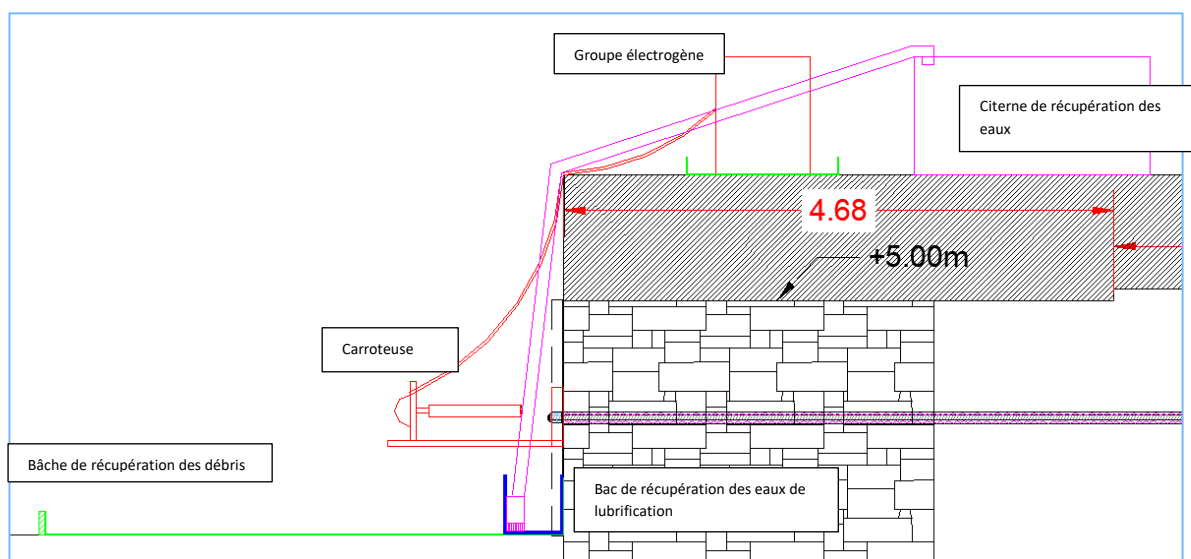


Figure 126: Système de récupération des eaux de lubrification du carottier

En outre, et cela est applicable pour l'ensemble des travaux, les opérateurs devront disposer de kit anti-pollution comprenant des papiers et boudins absorbants utilisables en cas de pollutions accidentelles.



Figure 127: Kit antipollution [source Difope]



### 7.10.5 Localisation

Les tirants traversants seront disposés comme l'indique le schéma en rouge.

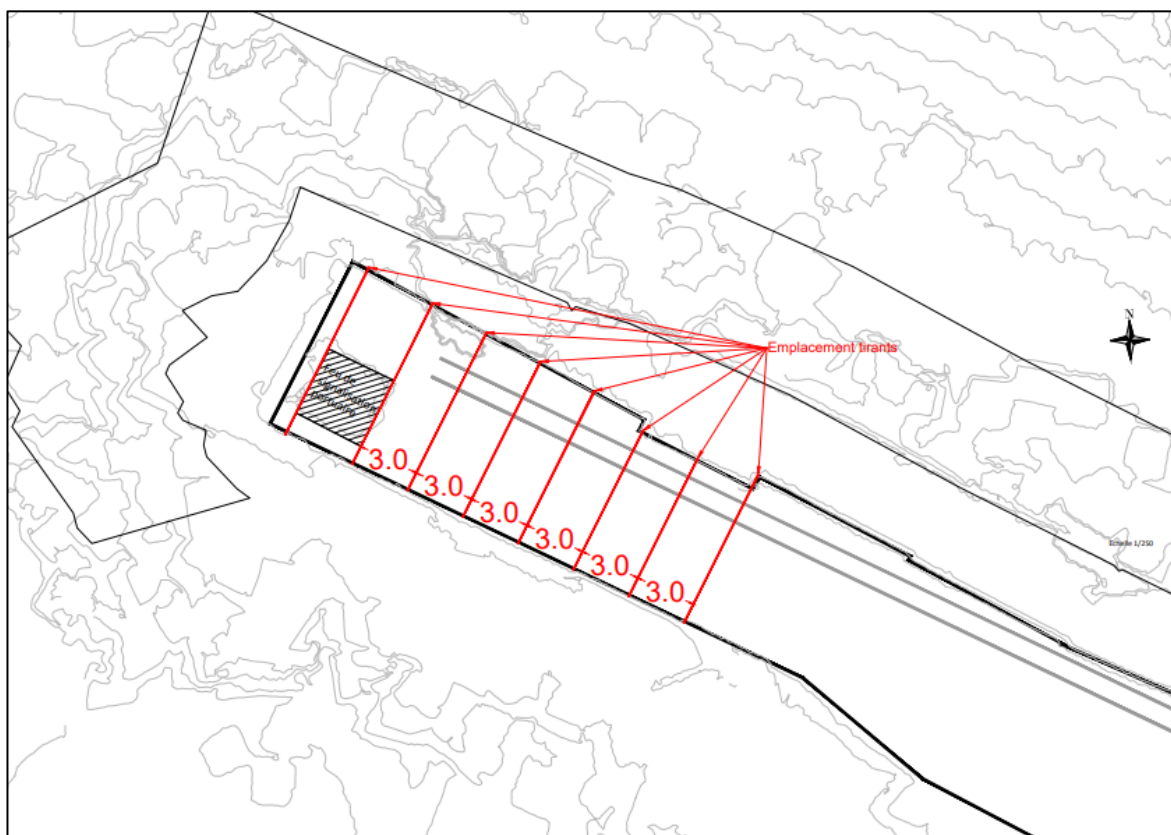


Figure 128 : Schéma d'implantation des tirants traversants sur une vue aérienne du musoir

Les deux premiers tirants en partant du nez de l'ouvrage doivent impérativement éviter le sémaphore dont les fondations sont constituées de rails verticaux placé sur le pourtour de l'ouvrage. De plus les tirants doivent éviter les angles saillants.

### 7.10.6 Mesures de protection du sémaphore

Le sémaphore dispose de fondations constituées de rails verticaux ancrés dans le corps de jetée. La réalisation des tirants ne doit pas impacter l'ouvrage : les tirants d'extrémité du corps de jetée se trouvent de part et d'autre du sémaphore.

Phase	Mesures de protection
<b>Etudes d'exécution</b>	Planter les tirants de part et d'autre du sémaphore
<b>Implantation des tirants (sur site)</b>	S'assurer que l'implantation des tirants sur site permet d'échapper au positionnement en plan du sémaphore / si il y a conflit : repositionner les tirants hors d'emprise du sémaphore
<b>Réalisation des tirants</b>	Lors du forage : s'assurer de la correcte direction de l'outil, contrôle continu de la déviation En cas de déviation majeure : reprise de la correcte direction



	En cas de rencontre d'un rail : arrêt du forage, extraction de l'outil, rebouchage orifice et réalisation du tirant avec un décalage suffisant pour échapper au rail
<b>Fin</b>	Levé des extrémités des tirants et intégration au plan de récolement final

En outre, le sémaphore présente une alimentation électrique courant dans le corps de jetée (probablement dans la dalle supérieure). Il sera demandé à l'entrepreneur de procéder à une géodétection lors de la phase de préparation. Le positionnement de l'alimentation sera reportée de manière lisible sur le corps de jetée en précisant bien les profondeurs dudit réseau.



## 7.11 Analyse de risques techniques (tableau A3 disponible en annexe)

Tâche	Risque technique	Gravité (1 à 4)	Probabilité d'occurrence (1 à 4)	Risque	Mesures correctives
Fabrication des blocs	Bloc de mauvaise qualité (rendu, résistances)	2	2	4	Prévoir épreuve de convenue béton. Reprise des aspérités sur le bloc selon PAQ entreprise. Respect strict des temps de prise / délai pour pose de 28 jrs
Général	Influence de la marée	2	4	8	Prévoir de travailler à marée basse.
Général	sécurité	4	4	16	Prévoir moyens d'accès, sécurité et cloturage respectant les règles de sécurité en vigueur et le code du travail
Nettoyage de la végétation/rejointement	Racine difficile à arracher	1	3	3	Sectionnement de racine au nu du parement
Nettoyage de la végétation/rejointement	Déchaussement moëllon	1	2	2	Repose et scellement du moëllon
Nettoyage de la végétation/rejointement	Déchaussement massif des joints lors du nettoyage	1	2	2	Phasage à reconsidérer: prévoir de nettoyer et rejointoyer par plots de 15m maximum avant de faire un nouveau plot
Piste blocs	Piste dégradée par action de l'eau	2	3	6	Prévoir structure prévue par géotechnicien Prévoir moyens de protection type enrochements ou blocs avant leur pose Entretien continu
Pose des blocs	Grue sous-dimensionnée	3	1	3	Dimensionnement grue à réaliser par ENT en phase préparation.
Pose des blocs	Bloc mal positionné	3	3	9	Contrôle continu de la pose. Levé bathymétrique en fin de pose avant démob de la grue pour éventuelle reprise
Pose des blocs	Bloc instable	3	2	6	Reprise et repositionnement du bloc jusqu'à garantir sa stabilité --> prévoir minimum deux points de levage par bloc Prévoir 3 points d'appui + stock de filets à gabions pour éventuellement stabiliser les blocs
Pose des blocs	Bloc trop proche de la rupture de pente	3	2	6	Définition d'une limite géographique NoGo zone
Pose géotextile plage	Instabilité talus	3	2	6	Respecter les préconisations en matière de terrassement (pente, ouverture fouille, longueur des plots)
Pose géotextile plage	Ruine ouvrage	4	2	8	Respecter les préconisations en matière de terrassement (pente, ouverture fouille, longueur des plots) En cas de ruine, il sera demandé à l'entrepreneur de procéder à une réparation d'urgence afin de préserver l'ouvrage. En première approche et de manière provisoire, la réparation en enrochements percolés est envisageable.
Pose géotextile plage	Découverte de cavité au pied de l'ouvrage (cas de figure rencontré en 2016)	2	3	6	Selon la taille de la cavité: remplissage béton coffré ou remplissage granulats. Si dimension > 50cm: remplissage béton coffré
Réalisation des tirants	Injection du coulis non contrôlé (fuite)	2	1	2	Prévoir chaussettes en géotextile autour du tirant pour limiter l'expansion du coulis
Réalisation des tirants et barabacanes	Rencontre des fondations du phare	3	1	3	Prévoir d'implanter les tirants de part et d'autre du sémaphore Si rencontre d'un rail: rebouchage du trou et décalage tirant hors d'emprise du phare
Réalisation des tirants et barabacanes	Eboulement forage	1	3	3	Dégagement des éboulis manuellement ou à l'aide de la tarrière. Tubage des parois provisoire ou définitif. Remplacement du drain par un tubage crépiné (plus résistant)



## 8 Modalités générales des travaux

### 8.1 Installations de chantier

Le projet d'installations de chantier doit comporter notamment :

- ▶ Un plan au 1/200 figurant les divers bâtiments constituant les installations de chantier, le laboratoire, les conditions d'accès, les voies de circulation et emplacements de parking, les installations de manutention, de stockage des différents matériaux et matériels, les équipements tels que clôtures, signalisation, éclairage, etc.
- ▶ Sur ce plan doivent apparaître les emplacements réservés aux sanitaires, aux douches, aux soins urgents, le réfectoire et les points de défense contre l'incendie (bac à sable, extincteurs, lances éventuelles etc....)
- ▶ L'installation du chantier comprend les travaux suivants :
- ▶ les prestations définies à l'article D1.1 de l'annexe D du fascicule 65 du CCTG, ainsi qu'à l'article 1.1 de l'annexe au texte "Définition technique des prestations" du fascicule 68 du CCTG,
- ▶ les travaux d'assainissement relatifs aux installations de chantier
- ▶ les dispositifs de recueil et de traitement des eaux usées et polluées en provenance des installations du chantier
- ▶ une embarcation armée ainsi que des bouées, pour assurer la sécurité des travaux en site aquatique
- ▶ les mesures et dispositions relatives à la protection de l'environnement,
- ▶ une salle de réunion mise à la disposition du maître d'œuvre avec mobilier, éclairage et climatisation ainsi que accès à internet,
- ▶ l'atelier météo,
- ▶ les sujétions de traitement/production/stockage d'eau potable et/ou utilisable pour les travaux, en cas de défaillance d'approvisionnement d'eau par le réseau public, ainsi que toutes les démarches d'obtention d'autorisations administratives associées.

Le titulaire est responsable jusqu'à la fin des travaux du maintien en bon état de service des voies, réseaux, clôtures et installations de toute nature, militaires ou privées, affectées par ses propres travaux.

Il doit, de ce fait, faire procéder à tous travaux de réparation, de réfection ou de nettoyage nécessaire.

Après constat de l'achèvement des travaux, il sera procédé, par le titulaire et à ses frais, au nettoyage du chantier dans un délai prescrit par le Maître d'Œuvre, sans toutefois dépasser deux jours à partir de ce constat.

Le titulaire devra prendre toutes mesures utiles pour éviter les souillures et pollution de toute nature.

Le titulaire prendra toute précaution pour limiter dans la mesure du possible les chutes de matériaux sur les voies empruntées par son matériel.

Il effectuera en permanence les nettoyages nécessaires, les dépenses correspondantes étant entièrement à sa charge.

Les frais de gardiennage et d'éclairage réglementaires des chantiers, ainsi que tous les appareillages nécessaires, toutes les charges imposées par les règlements d'Administration Publique ou de police incombent au titulaire.

**La responsabilité du titulaire relative aux accidents survenus du fait des travaux, pour n'importe quelle cause, à ses ouvriers ou aux tiers, ne sera pas atténuée du fait de la**



surveillance exercée par la Maîtrise d’Œuvre qui ne pourra être recherchée pour quelque cause que ce soit.

En cas de défaillance d’approvisionnement d’eau (potable et/ou besoins du chantier), le titulaire devra mettre en place des mesures permettant d’y remédier. Les mesures peuvent être : la production / le traitement / le stockage d’eau... Le titulaire intégrera l’amenée/repli des matériels spécifiques dans son offre, ainsi que leur mise en service, les démarches administratives, suivi laboratoire...

A ce stade, les emplacements ci-dessous sont envisagés :



Figure 129: Emplacements envisagés pour les installations

Les emplacements devront pouvoir être raccordés en eau et électricité assez facilement. Les fluides sont nécessaires pour l’alimentation des installations de chantier proprement dites et pour les usages « travaux » tels que le nettoyage, la confection des coulis...

## 8.2 Repères de nivellement

Le titulaire prévoit des repères de nivellement sur le quai en trois endroits : sur le corps de jetée, sur la risberme côté Adour et sur la risberme côté plage.



La fixation des repères de nivellement s'effectue par scellement ou par collage.

Le repère est fixé dans un trou réalisé mécaniquement à un emplacement préservant les aciers de l'ouvrage de tout endommagement. Après nettoyage de ce trou par soufflage, il est scellé à l'aide d'un produit de scellement titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique. Les repères mis en œuvre avec des chevilles autoforeuses ou à expansion sont interdits.

En cas de collage, le produit de fixation est soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

## 8.3 Implantation, piquetage

(art. 27 du CCAG-T, art. 7 du CCAP)

Des repères fixes maçonnés et protégés par une clôture sont mis en place par le titulaire. Leur implantation est soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

Ces repères servent au contrôle de la géométrie de l'ouvrage, aux piquetages complémentaires ainsi qu'à la conservation des piquets.

Les dispositions de l'article 27 du CCAG-T sont complétées comme suit : le plan d'implantation général et le piquetage général sont vérifiés par le titulaire qui fait part de ses observations, par écrit, au maître d'œuvre. Ils sont, le cas échéant, modifiés contradictoirement.

Cette opération doit avoir lieu avant tout début des travaux.

les piquetages complémentaires sont vérifiés par le maître d'œuvre.

Les tolérances d'implantation des piquets sont de +/- 5 mm.

## 8.4 Atelier météo

Le titulaire prend tous les contacts nécessaires auprès des services susceptibles de l'informer (météorologie nationale, etc...) pour bénéficier de prévisions climatiques.

Les conditions météorologiques prévues à 5 jours doivent être affichées et réactualisées toutes les 24 heures. Ces dispositions sont applicables aux :

- mesures de houles,
- niveau de la marée et coefficient de la marée,
- conditions de vent
- et la pluie.

Si aucunes données ne sont localement disponibles, le titulaire aura à sa charge l'installation, l'entretien, l'exploitation et le repli des équipements permettant les mesures applicables aux conditions d'intempéries.

Le titulaire prévoira une veille météo maritime pendant la durée des travaux avec une mise en application dès 5 jours minimum avant les travaux.

## 8.5 Constat

Avant tout démarrage des travaux, l'entrepreneur est tenu de procéder à ses frais à l'établissement d'un constat contenant : photos, relevé topographique, état des lieux, pose de témoins, etc. des constructions avoisinantes, et ce, en présence du représentant du maître d'œuvre, du gestionnaire de l'enceinte portuaire et son délégataire, d'un huissier assermenté, etc... Ces éléments sont consignés dans un constat contradictoire. Pendant les travaux, le titulaire s'assure au moins une fois par semaine que ses travaux ne perturbent pas ces constructions.

A cette fin, il met en place à ses frais un système de contrôle périodique dont les modalités sont proposées préalablement au maître d'œuvre.

Le titulaire réalisera entre autres, les constats suivants :



- ☐ Constat de la jetée Sud ;
- ☐ Constat de la zone de fabrication des blocs béton ;
- ☐ Constat de la voirie entre la zone de fabrication des blocs béton et la jetée Sud = route empruntée pour les transferts des blocs.

## 8.6 Accès à l'ouvrage – sécurité et cloturage

Il conviendra de mettre en place les mesures de sécurité collectives et moyens d'accès suivants, à minima :

- ☐ Garde-corps sur le périmètre du corps de jetée afin de prévenir les chutes vers la risberme, et garde-corps sur le nez des risbermes pour prévenir les chutes vers l'Adour. Ces garde-corps seront composés de potelets et de lisses hautes et basses. Les potelets seront fixés dans la maçonnerie par le biais d'ancrages mécaniques :



Figure 130: Exemple potelet avec réservations pour lisses et plinthe

- ☐ Echelles et escaliers d'accès : il conviendra de positionner des échelles et escaliers provisoires métalliques permettant d'accéder à la risberme. Ces éléments seront solidement ancrés dans la maçonnerie. Les échelles devront être fixées en pied et tête et devront présenter une crinoline. **Il est rappelé que l'usage de l'échelle comme poste de travail est proscrit.**



Figure 131: Exemple escalier de chantier colimaçon "Escalib"

- ☐ Echafaudage : Au regard de la hauteur des parements verticaux variable (atteignant 3m), il ne semble pas nécessaire pour la phase de nettoyage de mettre en place des échafaudages. Toutefois, afin d'anticiper les autres phases, l'entrepreneur pourra mettre en place des



échafaudages le long des parements verticaux. Ces échafaudages seront solidement ancrés dans la maçonnerie saine. Il pourra s'agir d'éléments mobiles qui pourront être positionnés en début de poste et déposés en fin de poste.

- Treuil : L'entrepreneur devra prévoir les moyens nécessaires pour acheminer le matériel sur la risberme.

Il sera rappelé dans le marché de travaux que ces éléments de sécurité et d'accès seront soumis au marnage et donc à un environnement salin fortement corrosif. L'entrepreneur veillera à assurer l'entretien, le remplacement et si nécessaire l'évacuation en décharge des éléments usés en cours, ou à la fin du chantier.

L'ensemble des ouvrages provisoires d'accès et de sécurité fera l'objet d'une réception par le COP avant utilisation (chargé des ouvrages provisoires) de l'entreprise des travaux.

L'accès à la jetée Sud sera fermé hermétiquement par des clôtures.

- Mesures de protection de l'environnement : des mesures spécifiques seront mises en œuvre :
  - ▷ Récupération de l'ensemble des déchets issus de la dévégétalisation, de jointement, carottages...
  - ▷ Utilisation de matériel non vétustes et correctement entretenus
  - ▷ Mise en place de géotextile à l'interface sol/pistes provisoires
  - ▷ Surveillance visuelle de la qualité des eaux autour du chantier.

## 8.7 Exigence de sécurité à l'interface portuaire et urbaine

Il est relevé les interfaces portuaires suivantes avec les travaux, nécessité et obligation sécuritaire de :

- Maintien de la navigation
- Maintien du chenal de navigation libre sur sa largeur
- Maintien du fonctionnement du feu de signalisation

Les exigences de sécurité qui en découlent sont :

- Pas de matériel nautique important de type barge sur le plan d'eau sauf intervention des plongeurs après autorisation expresse de la Capitainerie du port ;
- Limitation au plus possible de la circulation d'embarcations moyennes dans le chenal = PROSCRIT dans le chenal sauf autorisation de la Capitainerie du port ;
- Procédure de manœuvre et de protection du Feu de signalisation ;
- Remise à l'entreprise de la procédure de sécurité vis-à-vis du feu de signalisation – cf. annexe 1 ;
- Procédure de surveillance du feu de signalisation ;

Il est rappelé que les travaux de comblement des cavités nécessiteront surement l'intervention de plongeurs. Ces interventions en pied de risberme seront effectuées après autorisation expresse de la capitainerie

Ces derniers seront invités à travailler selon le rythme de la marée et par accès terrestre.



L'entreprise pour des questions de sécurité et de réalisation demanderont peut-être l'intervention d'embarcations autour du site des travaux. Le CCTP précisera clairement cette contrainte d'interdiction d'embarcation dans le chenal. Dans le cas sécuritaire et demandé par l'entreprise, seule la Capitainerie aura autorité d'autoriser l'intervention.

**Interfaces urbaines :**

- Voirie à proximité
- Accès plage
- Accès à la jetée
- Après travaux, accès piéton à la jetée / produit mise en œuvre en surface
- Piste cyclable à proximité
- Parking public
- Restaurant à proximité

**Exigences de sécurité :**

- Clôtures de chantier des zones d'installation, de stockage, de travaux et de circulation entre ces différentes zones
- Accès interdit par panneaux et barriérage de la jetée Sud et une partie de la plage accolée
- Mise en place de feux de signalisation routiers en cas de circulation, croisement avec le public
- Interdiction de travaux pendant l'été
- Planche d'essai du produit de surface : pas d'effet glissant et couleur esthétique



## 10 Planning et phasage

### 10.1 Phasage

#### 10.1.1 Sujétions particulières

Dans le cadre de la rédaction du présent rapport PRO, il est établi un premier carnet de phasage. Ce phasage pourra être modulé en phase EXE par l'entreprise de travaux en fonction des méthodes retenues.

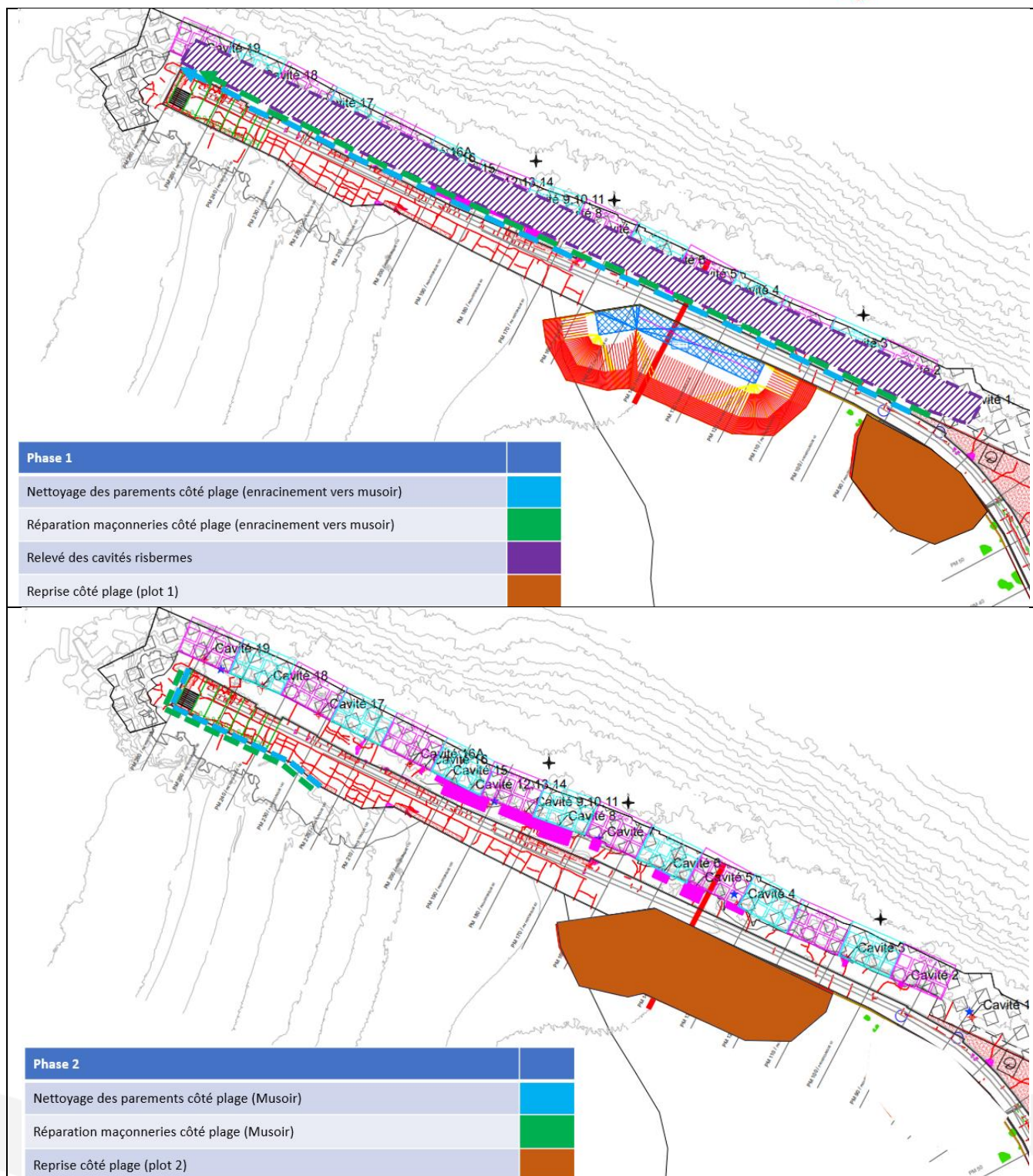
Nous avons établi un phasage en prenant en compte les contraintes suivantes :

- ❑ **Sécurité** : sur une même zone il n'est réalisé que des tâches du même type et tout levage de charge lourde ou utilisation d'engin lourd n'est jamais concomitant avec des tâches faisant intervenir du personnel à pied.
- ❑ **Enchaînement logique des tâches** : Certaines tâches nécessitent un enchaînement logique. A titre d'exemple, nous pouvons citer :
  - ▷ Les cavités des risbermes doivent être comblées avant la pose des blocs, autrement elles ne seront plus accessibles ;
  - ▷ Les parements doivent être repris avant de mettre en œuvre les tirants d'enserrement afin de conférer au parement un aspect sain et propre.
- ❑ **Impact sur l'environnement** : les sujétions environnementales sont prises en compte notamment la période de migration des anguilles ;
- ❑ **Contexte météorologique** : Les conditions météorologiques sont prises en compte notamment pour les travaux en eau (limités en fin d'année) ;
- ❑ **Marée** ; la marée est prise en compte par une réduction des cadences effectives pour les travaux pouvant être impactés.
- ❑ **Délais de fabrication et d'approvisionnement des matériaux spécifiques** : le chantier est impacté par ce sujet étant donné qu'il fait appel à des produits spécifiques tels que les géomembranes étanches destinées à traiter les cavités. Ces produits peuvent venir de France ou d'autres pays. Il est donc pris en compte dans le phasage et le planning un délai de fabrication et d'approvisionnement.

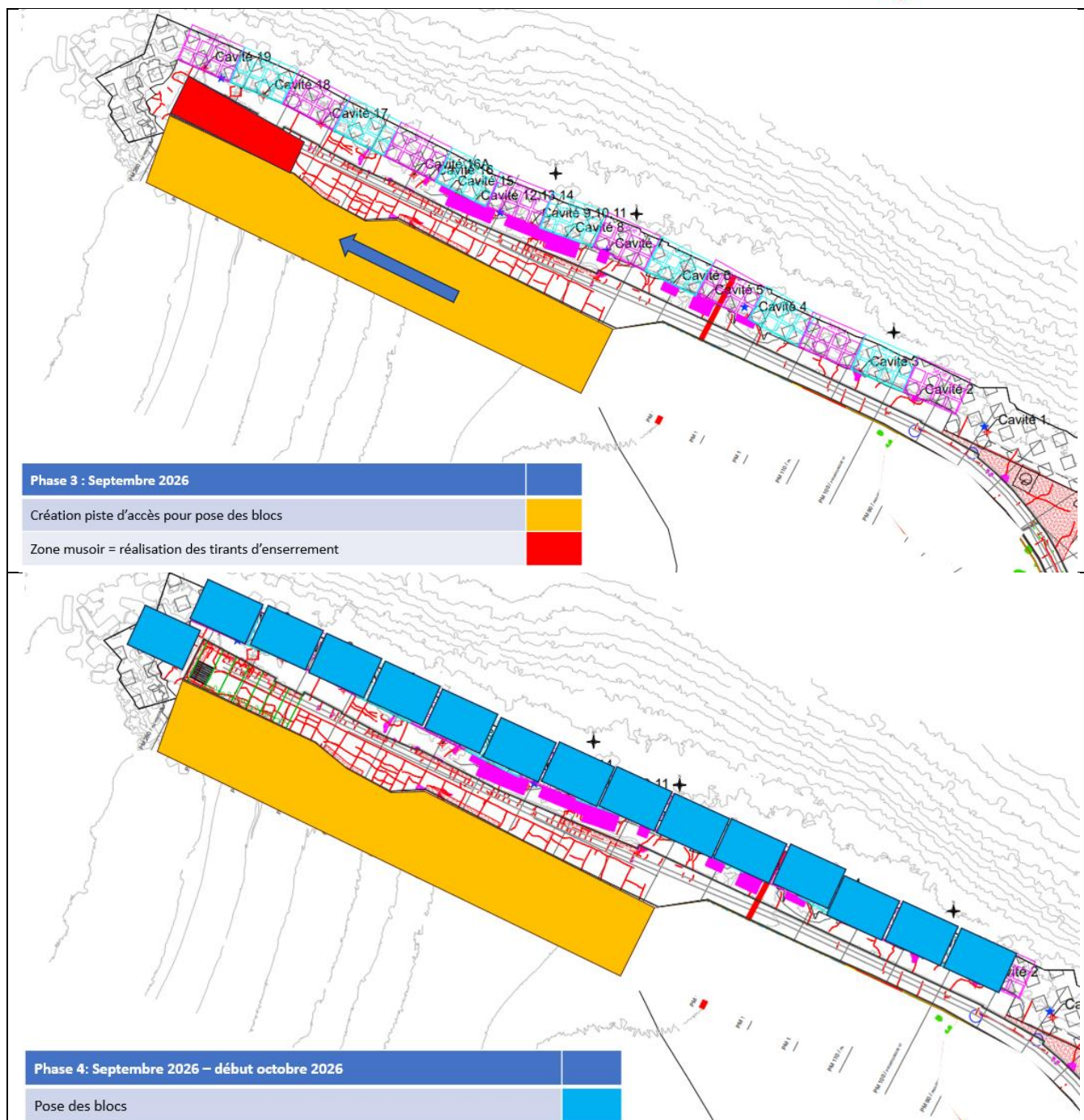
#### 10.1.2 Phasage schématique

Page suivante

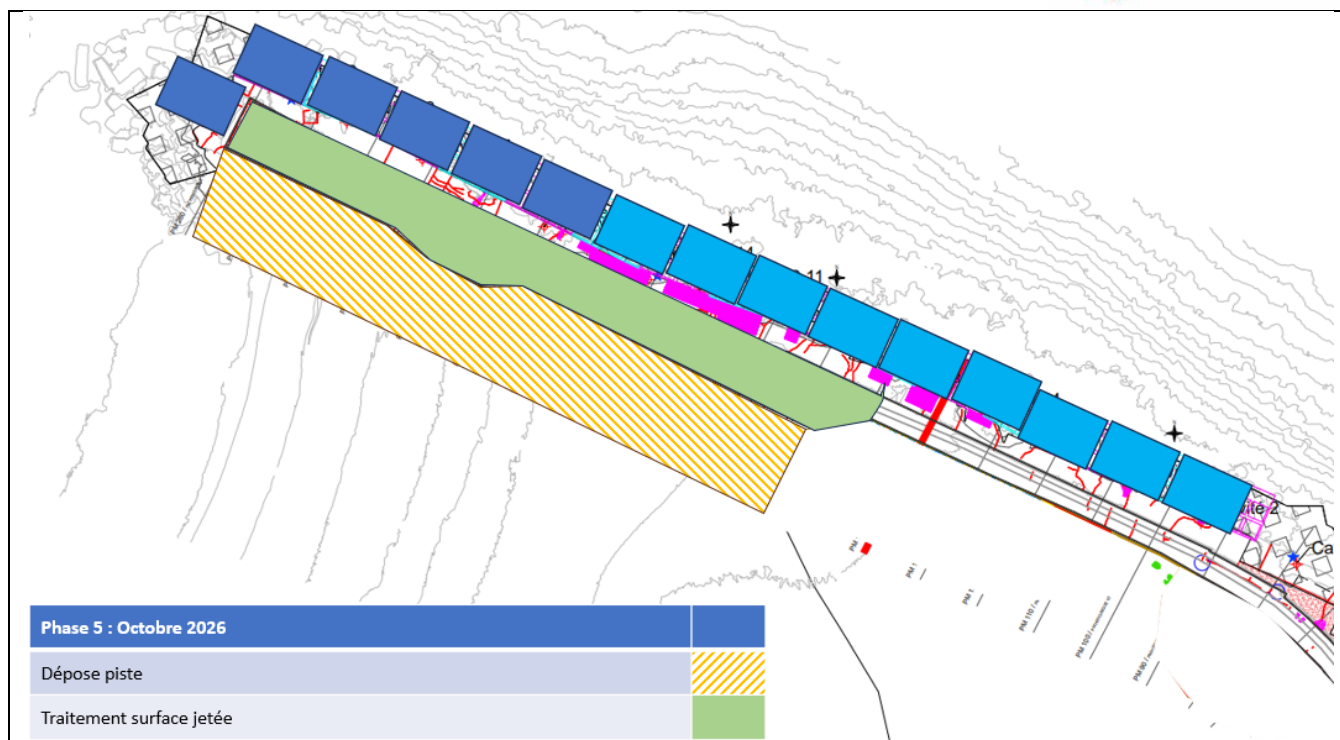












Les opérations de mise en place d'un géotextile sont à privilégier seul sans intervention supplémentaires sur l'ouvrage pour ne pas ajouter de charge en phase transitoire. Néanmoins, il est recommandé de réaliser ces dernières opérations avant la mise en œuvre d'injection dans le corps de la jetée. Le géotextile est une sécurité supplémentaire pour limiter les pertes de coulis à travers l'ouvrage.

Ainsi les travaux d'injections sont proposés à la suite de la mise en œuvre du géotextile et avant la mise en place des blocs constitutifs de la carapace.

En effet, la mise en œuvre des enrochements pour la carapace nécessite l'emploi de grue de fort capacité avec une charge par essieu relativement importante. Il est donc préférable d'intervenir une fois le corps de la jetée aura été renforcé et plus à même de supporter des surcharges transitoires en tête.

En complément des problématiques technique chaque type de travaux présentent des enjeux pour différentes espèces de faune et de flore.

Les enjeux environnementaux par type de travaux sont détaillés ci-dessous :



## 10.2 Planning (complet fourni en annexe)

REGION NOUVELLE AQUITAINE - CONFORTEMENT DE LA JETEE SUD DU PORT DE BAYONNE	609 jours	Mar 12/03/24	Ven 13/11/26	12/03	REGION NOUVELLE AQUITAINE - CONFORTEMENT DE LA JETEE SUD DU PORT DE BAYONNE	REGION NOUVELLE AQUITAINE - CONFORTEMENT DE LA JETEE SUD DU PORT DE BAYONNE
Phase études	355 jours	Mar 12/03/24	Lun 22/09/25	12/03	Phase études	
Etudes techniques MOE	355 jours	Mar 12/03/24	Lun 22/09/25	12/03	Etudes techniques MOE	
AVP (y compris validation MOA)	80 jours	Mar 12/03/24	Lun 02/09/24	12/03	AVP (y compris validation MOA)	
PRO (y compris validation MOA)	60 jours	Mar 03/09/24	Lun 25/11/24	03/09	PRO (y compris validation MOA)	
ACT (élaboration du DCE)	10 jours	Mar 09/09/25	Lun 22/09/25	09/09	ACT (élaboration du DCE)	
Autorisation	485 jours	Lun 04/11/24	Ven 13/11/26	04/11	Autorisation	
Notification prestataire dossier CNPN	0 jour	Lun 04/11/24	Lun 04/11/24	04/11	Notification prestataire dossier CNPN	
Réalisation du dossier CNPN	35 jours	Lun 04/11/24	Ven 20/12/24	04/11	Réalisation du dossier CNPN	
Fin de rédaction du DAE intégrant dossier CNPN	20 jours	Lun 23/12/24	Ven 17/01/25	23/12	Fin de rédaction du DAE intégrant dossier CNPN	
Dépôt DAE	1 jour	Lun 20/01/25	Lun 20/01/25	20/01	Dépôt DAE	
Instruction de l'autorisation	175 jours	Mar 21/01/25	Lun 22/09/25	21/01	Instruction de l'autorisation	
Emission de l'arrêté préfectoral d'autorisation des travaux	0 jour	Lun 22/09/25	Lun 22/09/25	22/09	Emission de l'arrêté préfectoral d'autorisation des travaux	
Mise à jour du DCE selon AP	5 jours	Mar 23/09/25	Lun 29/09/25	23/09	Mise à jour du DCE selon AP	
ACT (consultation et attribution)	66 jours	Mar 30/09/25	Mar 30/12/25	30/09	ACT (consultation et attribution)	
Phase travaux	180 jours	Lun 05/01/26	Ven 13/11/26	05/01	Phase travaux	
Période de préparation	45 jours	Lun 05/01/26	Ven 06/03/26	05/01	Période de préparation	
Exécution des travaux	180 jours	Lun 05/01/26	Ven 13/11/26	05/01	Exécution des travaux	
Installations de chantier/travaux préparatoires	10 jours	Lun 09/03/26	Ven 20/03/26	09/03	Installations de chantier/travaux préparatoires	
Installations de chantier/travaux préparatoires 2ème phase	5 jours	Lun 31/08/26	Ven 04/09/26	31/08	Installations de chantier/travaux préparatoires 2ème phase	
Nettoyage et rejointoiement du parement	70 jours	Lun 23/03/26	Ven 26/06/26	23/03	Nettoyage et rejointoiement du parement	
Réalisation des tirants d'enserrement	25 jours	Lun 15/06/26	Ven 18/09/26	15/06	Réalisation des tirants d'enserrement	
Traitement des fissures horizontale du corps de jetée	10 jours	Lun 05/10/26	Ven 16/10/26	05/10	Traitement des fissures horizontale du corps de jetée	
Reprise côté plage (géotextile)	126 jours	Lun 05/01/26	Lun 29/06/26	05/01	Reprise côté plage (géotextile)	
Intempéries acceptables traitement des cavités	2 jours	Ven 26/06/26	Lun 29/06/26	26/06	Intempéries acceptables traitement des cavités	
Reprise Carapace + préparation piste + préfabrication	125 jours	Lun 23/03/26	Ven 13/11/26	23/03	Reprise Carapace + préparation piste + préfabrication	
Repli général	10 jours	Lun 02/11/26	Ven 13/11/26	02/11	Repli général	



## 12 Procédures de contrôles des travaux

### 12.1 Instrumentation pendant les travaux

Il est mis en avant les ouvrages à risque suivants :

- ▷ Feu de signalisation
- ▷ Blocs de carapace déjà présents / basculement dans le chenal
- ▷ Corps de jetée (partie raccordement) qui présente la plage d'un côté et rien de l'autre
- ▷ Niveau et profil de la plage

Afin de ne pas engendrer des détériorations supplémentaires liés à la réalisation de travaux, il sera exigé un suivi, dont l'instrumentalisation du feu de signalisation principalement :

- ▷ Constat huissier avant et après travaux
- ▷ Fissuromètre
- ▷ Inclinomètre
- ▷ Surveillance hebdomadaire

Concernant le corps de jetée et les blocs de carapace actuelle, il est proposé, en plus de procédures d'intervention définies et vérifiées en G3, un suivi visuel par l'entreprise au jour le jour.

Eventuellement la pose de repères topographiques sur le corps de jetée et leur relevé régulier.

Ces repères pourront également être réutilisés pour le programme de suivi et de maintenance.

Il sera également fait un suivi avant et après travaux, pour vérifier l'absence de mouvement particulier (affaissement, basculement...) et/ou d'ensemble, par :

- ▷ Relevé topographique de la jetée et la plage en zone impactée par les travaux, les ouvrages provisoires et la circulation des engins.
- ▷ Relevé bathymétrique multifaisceaux : NOTA le relevé initial pourra être celui fait en 2024 et qui sera fourni dans le DCE

Ces relevés seront analysés comparativement pour éventuellement mettre en avant des mouvements, modification de profil.

### 12.2 Contrôle des travaux et réception

Ces éléments plus spécifiques aux types de travaux retenus seront repris dans le CCTP travaux et seront complétés par les procédures qualité des entreprises de travaux explicitées dans leur procédures d'EXE :

- Nettoyage de la végétation, rejointoiement et maçonnerie du parement :
  - ▷ Vérification visuelle du nettoyage de la végétation/algue
  - ▷ Point arrêt après nettoyage à la lance haute pression pour repérage des zones particulières de reprise des joints / détermination des m2 de rejointoiement à faire et m2 dont le joint n'est pas à reprendre – selon critère défini par MOE et procédure d'exécution de l'entreprise
  - ▷ Barbacanes : à la réception - vérification profondeur, nombres et maillage



- Traitement de surface du corps de jetée
  - ▷ Planche d'essai de 2mx2m pour vérifier la couleur du produit, rendu et comportement (glissant ou pas)
  - ▷ Après nettoyage de la surface intéressant les travaux de traitement des fissures : point d'arrêt pour définir les ml de fissures à traiter.
  - ▷ Réception : constat visuel de réalisation / confirmation des métrés
  
- Reprise de la carapace :
  - ▷ Constat visuel autant que de possible : implantation théorique/réalité
  - ▷ Bathymétrie multifaisceaux intermédiaire : implantation théorique/réalité
  - ▷ Réception : relevé bathymétrique (multifaisceaux) après travaux avec comparatif avec l'initial + implantation théorique avant travaux
  
- Vérification zone de préfabrication des blocs artificiels :
  - ▷ Visite zone de préfabrication : coffrage, décoffrage, coulage béton
  - ▷ Sur zone de stock : vérification visuelle des blocs sur aspect extérieur (épaufrure, géométrie...) – selon échantillonnage défini par la MOE
  
- Géotextile drainant coté plage :
  - ▷ Point critique après terrassement/ouverture d'une zone de travaux : vérification pied de jetée (présence blocs, cavités...) pour décision sur des éventuels comblements béton tel qu'il a été effectué lors des travaux de 2016
  - ▷ Vérification d'une phase de travaux de pose du géotextile avant fermeture pour validation de la procédure des autres zones.
  - ▷ Réception : levée topographique de la plage et analyse comparative au relevé initial : vérification du niveau fini de la plage qui doit correspondre aux altimétries avant travaux (pas de perte de sable, ni de modification du profil de la plage)
  
- Comblement des cavités sous risberme
  - ▷ Analyse comparative à chaque coulage béton entre les quantités théoriques de remplissage et les quantités réelles mis en œuvre
  - ▷ En cas d'écart trop important (plus ou moins 20% injecté), il sera demandé à l'entreprise d'effectuer une vérification visuelle par plongeur.
  - ▷ Réception : Inspection visuelle par plongeur (contrôle externe ou extérieur ?) : vérification du comblement des cavités mise en avant lors des études (toute hauteur et longueur) + forage à travers la risberme pour vérifier en fond de cavités
  
- Confortement mécanique par tirants des 25 derniers mètres de la Jetée (musoir)
  - ▷ Réalisation d'un essai de convenance pour tester le matériel (qui sera proposé par l'entreprise ; pas de disposition contraire par la MOE dans le CCTP) : surveillance pendant l'essai = respect des axes de forage – absence de déviation – précision de la sortie, respect de l'intégrité de la maçonnerie, pas de détérioration en entrée et sortie...
  - ▷ Examen endoscopique du forage d'essai
  - ▷ Suite à l'essai : validation du type de forage et puissance du matériel compatible avec la résistance de la maçonnerie de l'ouvrage



- ▶ Pendant les travaux : contrôle des relevés des points de sortie (déviations), des quantités d'injection théoriques/réelles, résurgences, centrage
- ▶ Contrôle visuel peinture, capots, des rattrapages des inégalités de surface de la maçonnerie au mortier...
- ▶ Réception : contrôle visuel de l'aspect général et contrôle d'absence d'évolution de fissure (feux/instrumentalisation)



## 13 Programme de suivi et maintenance sur 10 ans

### 13.1 Instrumentation des ouvrages

Afin d'avoir un point de référence, il est proposé de réaliser le relevé topographique et le relevé multifaisceaux de l'ouvrage avec les ouvrages environnants et un point de référence m CM - Lambert 93. Le périmètre inclut le feu de signalisation qui est présent en bout de Jetée Sud.

Ces relevés sont réalisés après travaux. Ils permettront de définir l'état initial des ouvrages.

- L'état du pied d'ouvrage et de la carapace
- L'altimétrie de la tête de jetée
- L'altimétrie et le positionnement de la risberme
- Le positionnement de la jetée

Les fissuromètres et les inclinomètres permettent l'observation des effets d'un délitement ou d'un basculement de l'ouvrage. Néanmoins, il faut noter que la jetée est un ouvrage poids sur un sol d'appui, il n'est pas ancré dans un substratum et subit donc logiquement des mouvements liés aux effets environnants (marée par exemple). L'ouvrage présente certaines fissurations qui sont donc « normales » et inhérentes à la liberté de mouvement de l'ouvrage (notamment en surface de jetée).

Les sections qui méritent d'être observées avec l'installation de fissuromètres et d'inclinomètres concernent les points faibles de l'ouvrage, comme :

- Le point singulier de jonction des arcatures avec la jetée (fissuromètres + inclinomètres)
- La section de mur de jetée concernée par les terrassements côté plage (inclinomètres sur la face côté Adour)
- Les fractures référencées sur la partie supérieure de l'ouvrage par CASAGEC lors de la phase 1 du Diagnostic.
- La face atlantique de la jetée
- La zone de jonction Risberme/Corps de jetée
- Le feu de signalisation dans son ensemble : bâti et fondations

Il est proposé de connecter les fissuromètres et inclinomètres à une centrale d'acquisition avec prise de mesure toutes les semaines.

Les éléments relevés devront être corrélés avec les situations et le suivi météo-océaniques.

Afin de faciliter l'accès à la risberme et permettre également en sécurité d'effectuer les visites annuelles de suivi (inspection visuelle), il pourra être mis en œuvre des réservations pour la pose d'échelle amovible et crochet/main courante.



## 13.2 Programme de maintenance – 10 ans

### Le Parement :

- Passage annuel de vérification visuelle :
  1. apparition de végétaux à racine sur le parement
  2. propreté intérieur des barbicanes
- Interventions :
  1. Enlèvement de la végétation et racines
  2. Nettoyage des barbicanes
  3. Tous les 5 ans : opération d'envergure de nettoyage des algues recouvrant le parement et le dessus de risberme

### Traitement de surface du corps de jetée :

- Passage annuel de vérification visuelle :
  1. Aspect, usure du produit posé
  2. Constat d'évolution des fissures et/ou fractures
- Interventions :
  1. Rajout de produit au niveau des fissures/fractures ayant évoluées
  2. Pose de produit sur les éventuelles fissures nouvelles

### Reprise de la carapace :

#### **Recommandations préalables :**

Il est noté que le chenal de navigation n'est pas dragué : l'effet du courant maintien, à ce jour, le tirant d'eau. Seule la fosse en entrée dite fosse de garde (au droit du musoir) est entretenue régulièrement afin de conserver son rôle/fonction de piéger les sédiments avant dépôt à l'exutoire et/ou dans le chenal de navigation.

Pour le suivi régulier des conditions de navigation, des relevés bathymétriques sont réalisés mensuellement de l'embouchure et de la fosse.

Sur la base des informations recueillies très régulièrement (bathymétrie mensuelle), il est recommandé :

- Lors des analyses et interprétations des relevés bathymétriques : de vérifier et définir l'évolution des fonds au droit du pied du talus sur le linéaire complet de la Jetée Sud y compris le musoir et retour plage), tenant compte d'une bande de 5m minimum et également de façon générale au-delà de la bande de 5m
  1. Dans le cas d'un surcreusement constaté dans la bande des 5m du pied de talus = apparition du risque d'affaissement et glissement futurs des blocs : engager une surveillance des blocs avec analyse des éventuels mouvements (analyse comparative des bathymétries multifaisceaux prises sur le talus), puis se référer aux recommandations « Suivi et maintenance » et « Interventions »
  2. Dans le cas d'un surcreusement plus central au chenal, sans impact, sur la bande des 5m = maintenir la surveillance



3. Dans le cas d'un ensablement qui relèverait par la suite d'une intervention avec opération de dragage : se référer aux recommandations « Lors d'une opération de dragage »

- Lors des opérations de dragage, de prescrire et contrôler les travaux, en tenant compte :
  1. une interdiction de draguer sur une bande de 5m au-devant du pied du talus
  2. au-delà de cette bande de 5m, qui permet de sécuriser la stabilité du talus : définir, prescrire et respecter une pente de dragage jusqu'à la profondeur projet. Cette pente se définit selon le type de matériaux en place et afin de répondre à la stabilité du talus (pente) ainsi formé. L'avis d'un géotechnicien sera nécessaire.

En première approche, il semblerait que le fond soit plutôt sableux, une pente de 3/2 peut être visée.

En termes de suites et de maintenance, il est recommandé :

- Passage après tempête, après dragage au droit de la Jetée, tous les 3 ans :
  1. Constat visuel
  2. Bathymétrie multifaisceaux du talus et incluant le chenal et la fosse
  3. Analyse des éventuels mouvements des blocs ou affaissement plus généralisé par analyse comparative des bathymétries
  4. Vérification du positionnement et risque pour le chenal de navigation / trafic portuaire
- Interventions/maintenance :
  1. Dans le cas d'un mouvement de blocs d'envergure (25 à 36T) à risque pour le trafic portuaire : intervention de plongeur pour vérifier la situation du bloc :
    - Stabilité non assurée
    - Le bloc s'est repositionné de façon stable
    - Le bloc gêne le trafic portuaire
  2. Bloc non stable ou gênant : renflouage partiel par structures gonflables (parachutes de relevage), déplacement et repose du bloc sur le talus, en situation stabilisée, voir hors zone à risque

Géotextile drainant coté plage :

- Passage annuel de vérification visuelle (en début de saison estivale – avril/mai) :
  1. Relevé des fontis
- Intervention/maintenance :
  1. Comblement des fontis par apport de sable ou régalaie ponctuel

Le long de la jetée étant totalement couverte par le géotextile, plus d'intervention particulière n'est à prévoir.

Comblement des cavités sous risberme :

- Passage de vérification visuelle :
  1. Espacement entre le corps de jetée et la risberme / indication par fissuromètre



2. Vérification de la zone de contact risberme / travaux de comblement réalisés = les ouvrages doivent toujours être en contact
- Interventions/maintenance :
    1. Dans le cas d'un affaissement en sous œuvre de la risberme : selon espacement rajout d'un « big-bag » en géotextile, sur mesure, et injection béton pour combler l'espace
    2. Dans le cas d'un déplacement de la risberme sans perte de contact avec les travaux de réparation (comblement cavité) : réaliser une inspection plus détaillée et corrélérer ces constats avec l'analyse comparative des relevés bathymétriques. Il devra être défini si le basculement ou affaissement est dû à un affaissement du talus.
    3. Dans le cas d'un affaissement de talus : rajout de blocs de carapace pour maintenir un niveau haut (toute hauteur de la risberme) de protection contre l'action mécanique de la houle

Confortement mécanique par tirants des 25 derniers mètres (musoir) :

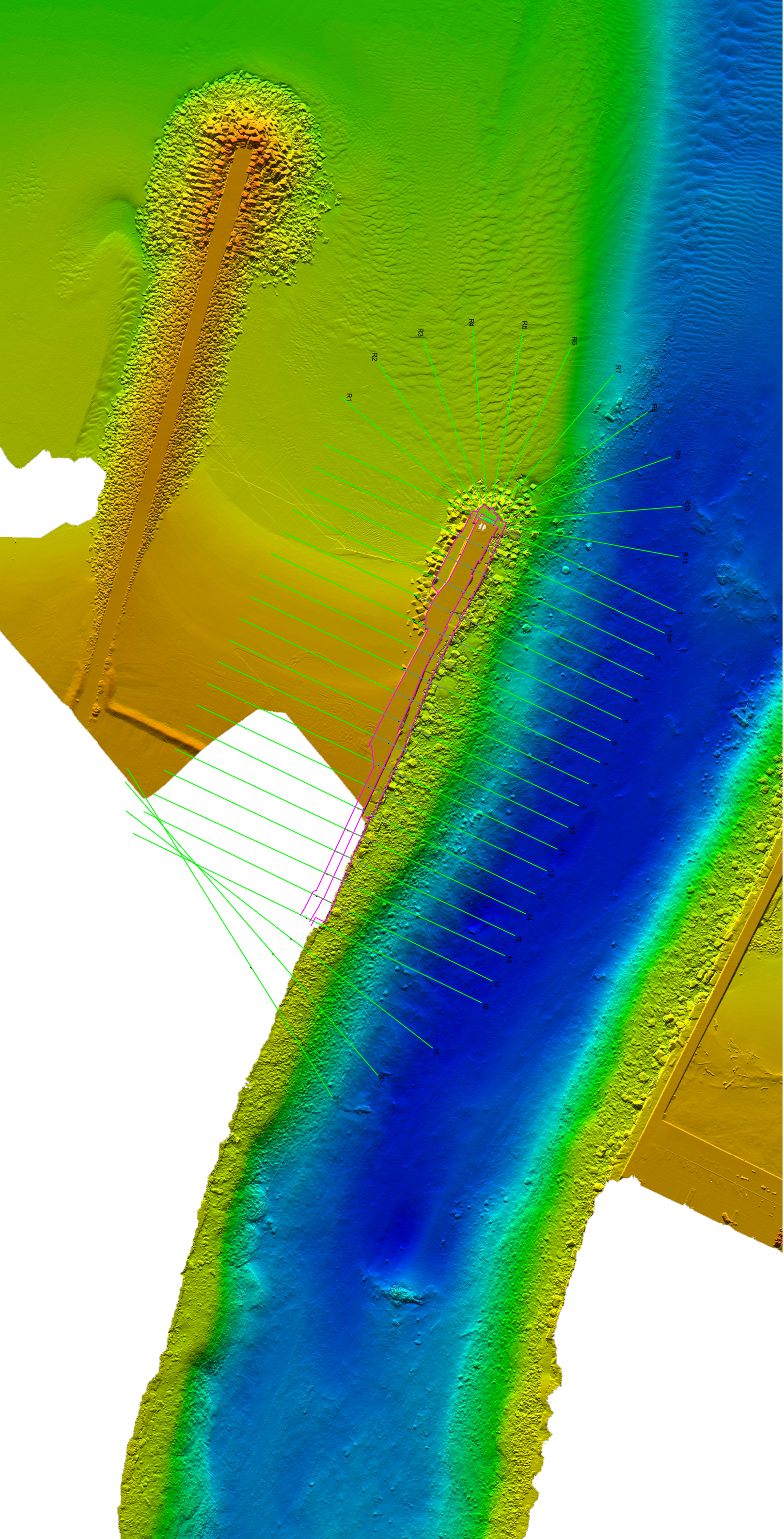
- Passage annuel de vérification visuelle :
  1. Aspect, usure, dégradation de la protection (peinture) des croix de St André y compris le capot
  2. Fissuration, joints de la maçonnerie/parement
  3. Constat d'évolution des fissures et/ou fractures
- Interventions/maintenance :
  1. Correction des zones détérioré de la peinture anti-corrosion sur les croix
  2. Tous les 5 ans : Injection graisse dans capot de protection ?
  3. Tous les 5ans : réfection totale de la peinture anti-corrosion des croix
  4. Reprise de la maçonnerie au pourtour des croix de St André, si constat de détérioration/fissures/fractures



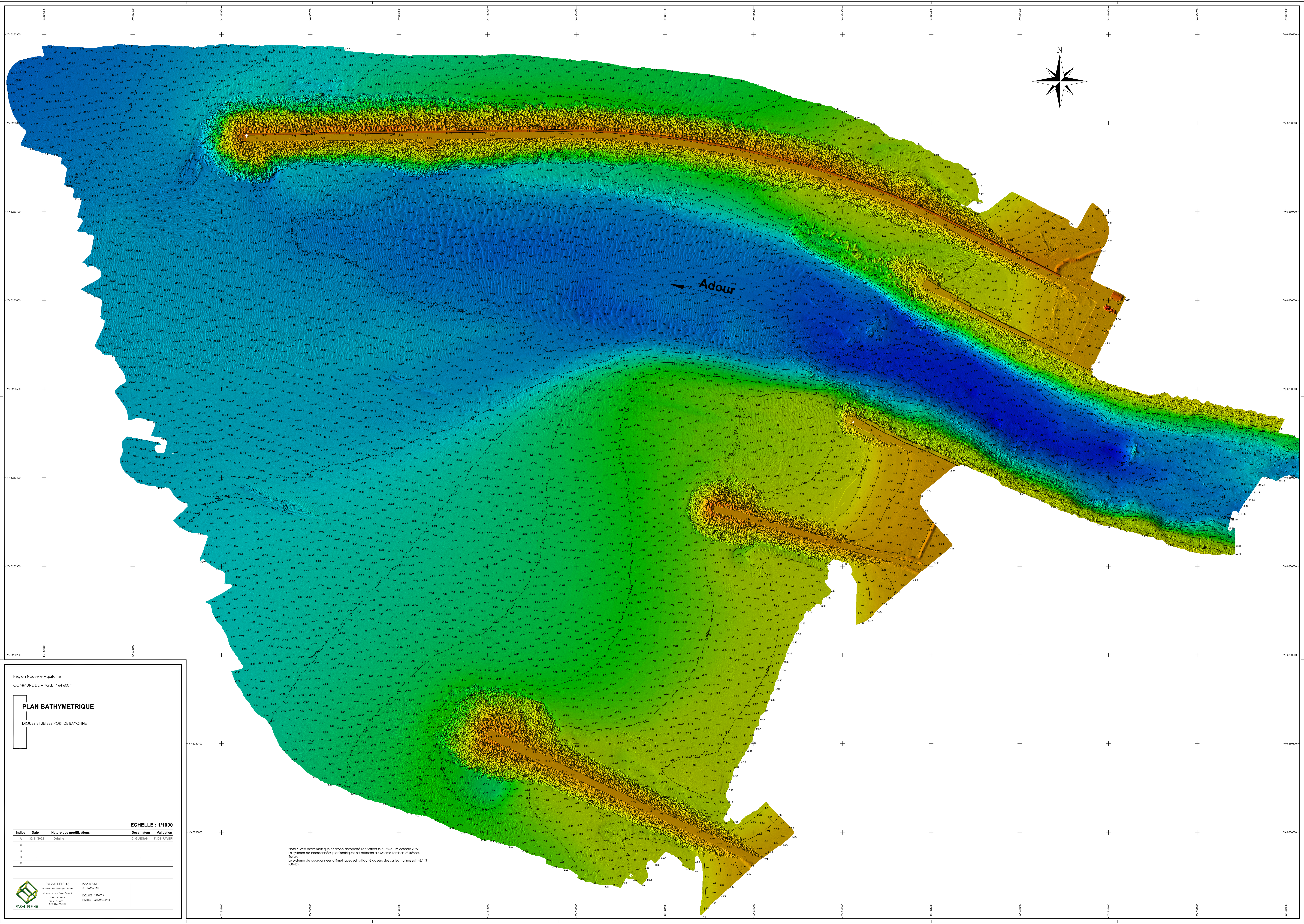


**ANNEXE 2 : PLAN  
TOPOGRAPHIQUE ET RELEVES  
BATHYMETRIQUES**











# CONSULTING

**SUEZ Consulting**  
**Agence Aquitaine**  
**2a, Avenue de Berlincan**  
**33160 Saint Médard en Jalles**  
**Tel. : +33 5 56 05 62 60**  
[www.suez.com/fr/consulting-conseil-et-ingenierie](http://www.suez.com/fr/consulting-conseil-et-ingenierie)